



4. Uluslararası İYONYA

BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR KONGRESİ

26-27 MART 2026

İZMİR

Editörler:

Dr. Fatma COŞKUN TOPUZ

Dr. Ercan ÇATAK

Dr. Ferhan KORKMAZ

www.isarconference.org



KONGRE KİTABI

Copyright © 2026 by iksad publishing house

All rights reserved.

No part of this publication may be reproduced, distributed or transmitted in any form or by any means, including photocopying, recording or other electronic or mechanical methods, without the prior written permission of the publisher, except in the case of brief quotations embodied in critical reviews and certain other noncommercial uses permitted by copyright law. It is responsibility of the author to abide by the publishing ethics rules.

MARCH/ 2026

İKSAD PUBLISHING HOUSE Ankara / Türkiye

ISSUED: 29.03.2026

ISBN: “ 978-625-378-620-5 “

**4. INTERNATIONAL İYONYA
SCIENTIFIC RESEARCH CONGRESS
26-27 MARCH 2026
İZMİR/TÜRKİYE**

INDEX

CONGRES ID	III-VII
PROGRAM	VII-XXVI
GALLERY	XXVII-XXXV
ACADEMIC INCENTIVE	XXXIV
NOTIFICATIONS	XXXVI-XLIII

CONGRESS ID

CONGRESS TITLE

4. INTERNATIONAL İYONYA SCIENTIFIC RESEARCH CONGRESS

DATE AND PLACE

26-27 MARCH 2026/İZMİR/TÜRKİYE

ONLINE PRESENTATIONS

ORGANIZATION

ISARC INTERNATIONAL SCIENCE AND ART RESEARCH CENTER

EDITORS

GENEL KOORDİNATÖR

Yasemin AĞAOĞLU

ISBN: “ 978-625-378-620-5 ”

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 YARIŞ
Assoc. Prof. Dr. Seda BENĞİ
Assoc. Prof. Dr. Sema SAĞLIK
Assoc. Prof. Dr. Şükrü KALAYCI
Assoc. Prof. Dr. Zamiğ TEHMEZOV
Assoc. Prof. Dr. Zeynep Deniz ŞAHİN İNAN
Assoc. Prof. Dr. Zühal OKCU
Dr. 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

SCIENCE AND ADVISORY COMMITTEE

Prof. Dr. Ali OKATAN	Istanbul Aydın University
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. Anwar Ali Shah G. SYED	University Of Sindh Jamshoro
Prof. Dr. Anvar ABBASOV	Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti
Prof. Dr. Asım KAYGUSUZ	Inonu University
Prof. Dr. Arif BABANLI	Süleyman Demirel University
Prof. Dr. Cengiz SARIKÜRKÇÜ	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. Gülsen ASMAN	Gazi University
Prof. Dr. Hasan Hüseyin DOĞAN	Selçuk University
Prof. Dr. Hazim Abd Mohammed ALJEWAREE	Alkitab University
Prof. Dr. Halil BOLU	Dicle University
Prof. Dr. Haluk ÖZPARLAK	Selçuk University
Prof. Dr. Hülya ÇİÇEK	Gaziantep University
Prof. Dr. Ivan PAVLOVIĆ	Scientific Institute of Veterinary Medicine of Serbia
Prof. Dr. İbrahim BAYRAMOV	Azərbaycan Devlet Pedaqoji University
Prof. Dr. İshak KESKİN	Istanbul University
Prof. Dr. Jam SADHNA	University Of Delhi
Prof. Dr. Kübra KARAMAN	Yozgat Bozok University
Prof. Dr. Mehmet Fırat BARAN	Siirt University
Prof. Dr. Mehmet ŞAHİN	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 Onur ALADAĞ	Selçuk University
Prof. Dr. Mustafa METE	Gaziantep University
Prof. Dr. Nurdan KALAYCI	Gazi 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. Abdulkarim 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 University
Assoc. Prof. Dr. Elif Feyza TOPDAŞ	Atatürk University
Assoc. Prof. Dr. Ersoy ZENGİN	Munzur 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	Azərbaycan Devlet İktisat University
Assoc. Prof. Dr. Faruk KALAY	Yüzüncü Yıl University
Assoc. Prof. Dr. Gönül SAMEDOVA	Azərbaycan Devlet Pedaqoji University

Assoc. Prof. Dr. Hasan TELLİ	Mersin University
Assoc. Prof. Dr. İkrametdin DAŞDEMİR	Atatürk University
Assoc. Prof. Dr. İsa YILDIRIM	Atatürk University
Assoc. Prof. Dr. Kalsoom TARIQ	Khyber Girls Medical Collage
Assoc. Prof. Dr. Muzaffer DENİZ	Yüzüncü Yıl University
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 University
Assoc. Prof. Dr. Özlem KAYA	Uşak University
Assoc. Prof. Dr. Oqtay QULİYEV	Azerbaycan Devlet İktisat University
Assoc. Prof. Dr. Ömer Faruk RENÇBER	Gaziantep University
Assoc. Prof. Dr. Sahure YARIŞ	Dicle University
Assoc. Prof. Dr. Salman Bashir MEMON	Shah Abdul Latif University
Assoc. Prof. Dr. Sevcen 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. Zamig TEHMEZOV	Azerbaycan Devlet Pedagoji University
Dr. Ajay B. GADİCHA	Sant Gadge Baba Amravati University
Dr. Ali ARSHAD	University Utara
Dr. Amira TANDİROVİC GURSEL	Adana Alparslan Türkeş University
Dr. Aqil MEMMEDOV	Azerbaycan Devlet İktisat University
Dr. Andaç Kutay SAKA	Ordu University
Dr. Aygün MEHERREMOVA	Bakü Devlet University
Dr. Babak SAFAEI	Tsinghua University
Dr. Bhavtosh AWASTHI	Jecrc University India
Dr. Chems Eddine BOUKHEDIMI	University of Tizi Ouzou
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. Hassan ZARIOUH	Mohammed First University
Dr. Hamdi DAĞISTANLI	Ankara University
Dr. Iram Liaqat AWAN	Government College University
Dr. Irina-Ana DROBOT	Technical University of Civil Engineering Bucharest
Dr. İslam DEVİREN	MEB
Dr. Joanna HERNİK	West Pomeranian University of Technology
Dr. Murat KAYA	Kayseri University
Dr. Mine KIRKYOL	Artvin Çoruh University
Dr. Müslüm ÖZTÜRK	Kilis 7 Aralık University
Dr. Moses Adeolu AGOI	Lagos State University of Education
Dr. Muhammad IMRAN	Government College University
Dr. Nurhoca AKBULAYEV	Azerbaycan Devlet İktisat University
Dr. Rana BAYTİN ALACI	Van Yüzüncü Yıl 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

ISARC
4. INTERNATIONAL İYONYA
SCIENTIFIC RESEARCH CONGRESS
26-27 MARCH 2026 İZMİR/TÜRKİYE
CONGRESS PROGRAM

PARTİCİPANT COUNTRIES

Algeria, Azerbaijan, Banglades, Canada, Congo, Georgia, Iraq, Iran, India, Indonesia, Kazakhstan, Kosovo, Nigeria, Moldova, Morocco, Pakistan, Russia, Serbia, Slovakia, Ukraine, USA, Vietnam

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: 870 5856 6731

PASSCODE: 284069

<https://us02web.zoom.us/j/87058566731?pwd=sJUivnGKyrskCU2fmShaovfWtVXOmL.1>

26.03.2026 / Session-1 Hall-1**ANKARA LOCAL TIME****10³⁰ : 12³⁰****MEETING ID: 870 5856 6731****PASSCODE: 284069****HEAD OF SESSION: Assist. Prof. Dr. Fatma COŞKUN TOPUZ**

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Effects Of Sapanca Lake Water On Seed Germination	Dr. Ercan ÇATAK Assist. Prof. Dr. Ferhan KORKMAZ Asya YAŞA	Eskisehir Osmangazi University
Determination Of Natural Radionuclides In Commercially Sold Facial Foundation Powders In Türkiye	Prof. Dr. Şeref TURHAN Prof. Dr. Aşlı KURNAZ Prof. Dr. Aybaba HANÇERLİOĞULLARI	Kastamonu University
Estimation Of Lifetime Cancer Risk Caused By External Radiation Exposure Of A Worker In A Mining Operation	Prof. Dr. Şeref TURHAN Prof. Dr. Aşlı KURNAZ Prof. Dr. Aybaba HANÇERLİOĞULLARI	Kastamonu University
Impact Of Freeze-Drying On Bioactive Components Of Fruits And Vegetables	Assist. Prof. Dr. Fatma COŞKUN TOPUZ	Hakkari University
Production And Characterization Of Carbon Nanotubes From Biochar Under Microwave Irradiation	M. Faisal NAZİR	The University Of Agriculture, Faisalabad, Pakistan
Broken Windows Theory	Selim ADIYAMAN Fatma AZİZOĞLU	Haliç University
Cognitive Construction Processes Of Congruence And Similarity Concepts In Gifted Students Based On Apos Theory	Rumeysa TOPRAK Bahar UYAR DÜLDÜL	Yıldız Technical University
Quantitative Voronovskaya and Grüss-Voronovskaya Type Theorems for Generalized Baskakov Operators	Gülsüm ULUSOY ADA Mussa Yousef MOHAMED	Çankırı Karatekin University
A Generalization of Szász –Mirakjan Type Operators	Gülsüm ULUSOY ADA Mussa Yousef MOHAMED	Çankırı Karatekin University

26.03.2026 / Session-1 Hall-2



ANKARA LOCAL TIME

10³⁰ : 12³⁰



MEETING ID: 870 5856 6731

PASSCODE: 284069

HEAD OF SESSION: Assist. Prof. Dr. Hakan BOR

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Evaluation Of Etiological Factors And Clinical Characteristics In Patients With Non-Carious Cervical Lesions: A Cross-Sectional Survey Study	Ash SİLKÜ OFLİOĞLU Hülya ERTEN CAN	Dokuz Eylul University
The Effect Of The Pandemic On Renal Biochemical Values	Murat SEMERCİ Assist. Prof. Dr. Hakan BOR	Gumushane University
Assessment Of Changes In Hepatic Parameters During The Pandemic	Assist. Prof. Dr. Hakan BOR Murat SEMERCİ	Gumushane University
İnme Hastalarında Core Stabilizasyon Egzersizlerinin Etkinliği	Fzt. Hatice KAYNAK Assoc. Prof. Dr. Melda SOYSAL TOMRUK	Burdur Mehmet Akif Ersoy University
The Effects Of Agility Exercises On Function In Parkinson's Disease	Pt. İrem OKAY Assoc. Prof. Dr. Melda SOYSAL TOMRUK	Burdur Mehmet Akif Ersoy University
Determination Of Personnel Expenses Share In Healthcare Expenditures: A Strategic Human Resources Management Perspective	Hafize AKIN Assist. Prof. Dr. Mustafa METE	İstanbul Aydın University
Evaluation Of The Treatment Effects Of Buccal And Palatal Mechanics In Maxillary Molar Distalization: A Two Case Report	Uzm. Dt. Anıl DEMİREL	İnönü University

26.03.2026 / Session-2 Hall-3

	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 870 5856 6731
	11 ⁰⁰ : 13 ⁰⁰		PASSCODE: 284069
HEAD OF SESSION: Lect. Mehmet Burak EV			
TOPIC TITLE		AUTHORS	AFFILIATION
Evaluation Of The Use Of Digital Technologies In The Movie Avatar		Arem Uğur SALIK	Dicle University
Watching The Watch In The Film The Father (2020)		Lect. Mehmet Burak EV	Niğde Ömer Halisdemir University
On The Verb “Dinmek” In Şeyyâd Hamza’s Mesnevi Entitled “Yûsuf And Zelhâ”		Hami AKMAN	Van Yüzüncü Yıl University
The Role Of Music In William Sidney Mount		Assoc. Prof. Dr. Ufuk ÇETİN	Tekirdağ Namık Kemal University
The Human In The Age Of Simulation: A Critique Of Postmodernism And Capitalism Through Black Mirror’s “Common People”		Melisa YONAR Perihan ŞEKER	Niğde Ömer Halisdemir University
Paradigm Shift In Digital Interface Aesthetics: A Conceptual Analysis From Skeuomorphism To Glassmorphism		Resc. Assist. Dr. Neslihan ERDEM	Aydın Adnan Menderes University

26.03.2026 / Session-2 Hall-4

	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 870 5856 6731
	11 ⁰⁰ : 13 ⁰⁰		PASSCODE: 284069
HEAD OF SESSION: Dr. Gentrit SMAKAJ			
TOPIC TITLE		AUTHORS	AFFILIATION
Armenianization Of Christian Temples Of Caucasian Albania: Historical Truths And Tourism Opportunities		Riad SAFARLI	Azerbaijan Tourism and Management University
Ptolemaic Hegemony In Thrace		Ömer TATAR	Akdeniz University
From Tariffs To National Solidarity: Responses To Collective Financial Punishment		Sami ÇOKSAN	Western University, Canada. Erzurum Technical University, Erzurum
Göçmenlerde Yetersiz Beslenmenin: Fiziksel ve Ruhsal Sağlık Üzerine Etkisi Hakkında Bir Derleme		Seda BOYDAKOĞLU Assist. Prof. Dr. Esra VERİM	Gaziantep University
Catholic Christian Missionary Activities in Malacca under the Portuguese Rule, 1511-1641		Munaimah BİNTİ AZNAM İsmail Hakkı GÖKSOY	Suleyman Demirel University
Political Interventions And Diplomatic Impacts Of Germany And France On Albania		Dr. Gentrit SMAKAJ	Pristine University, Kosova
The Relationship Between Source Texts And Scenes In Dariush Mehrzad's Film "Peri"		İpek ŞENGÜL	Karabuk University
The Dialectic Of Zahir And Batın In The Film Leyla's Brothers: A Cinematic Reading From A Sufi Perspective		İpek ŞENGÜL	Karabuk University

26.03.2026 / Session-2 Hall-5



ANKARA LOCAL TIME

11⁰⁰ : 13⁰⁰



MEETING ID: 870 5856 6731

PASSCODE: 284069

HEAD OF SESSION: Assoc. Prof. Dr. Cansu TUTKUN

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
An Analysis Of 21st Century Skills In Preschool Children In Terms Of Demographic And Class Variables	Assoc. Prof. Dr. Cansu TUTKUN	Bayburt University
Children's Participation In Household Decision-Making Processes During The Preschool Period: Perceptions Of Authority And Rule-Setting Experiences	Assoc. Prof. Dr. Cansu TUTKUN	Bayburt University
An Examination Of The Effectiveness And Consistency Of AI-Supported Peer Assessment At The Middle School Level	Seçil GÖKTEPE Prof.Dr. Tolga GÜYER	Gazi University
Developing Digital Applications For Language Learning: Pedagogical Approaches, Contexts, And Results	Dr. Fatma Şeyma KOÇ	Akdeniz University
9-11 Yaş Arası Çocuklarda Göçmenlik Durumuna Göre Öznel Sosyal Statünün Psiko-Sosyal Durum Ve Biyobelirteçlerle İlişkisi	Emine ÖNCÜ Medine ÇİMTAY Nurgül ÇATAK Beyza MÜJDECİ	Mersin University, Şanlıurfa Mehmet Akif İnan Eğitim Araştırma Hastanesi, Karkamış şehit Fuat Oğuzcan ilçe devlet hastanesi
Implementation Fidelity of Teachers at Different Educational Levels Toward Universal Design for Learning (UDL) Principles: A Descriptive and Comparative Study	Edanur TARI Sertel ALTUN	Yıldız Technical University

26.03.2026 / Session-2 Hall-6

	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 870 5856 6731
	11⁰⁰ : 13⁰⁰		PASSCODE: 284069
HEAD OF SESSION: Assist. Prof. Dr. İkrām ALPSOY			
TOPIC TITLE		AUTHORS	AFFILIATION
An Integrated E-Commerce Platform For International Markets: Sneakerbox.Ru		Aylin ARSLAN	Flo Technology, Istanbul, Türkiye
The Effects Of The February 6, 2023 Kahramanmaraş Earthquakes On Provincial Internal Migration Dynamics In Türkiye: A Clustering Analysis		Meryem PULAT ÖZTÜRK	Fırat University
The Rise Of Right-Wing Populism And The Political Economy Of Sustainable Development: A Hegemonic Struggle In Global Capitalism		Assist. Prof. Dr. Hilal KUVVETLİ	İstanbul Arel University
Financial Literacy Through The Dimensions Of Perception, Attitude, And Behavior: A Demographic Analysis		Betül USLU ÜNALDI Mediha Mine ÇELİKKOL	Kütahya Dumlupınar University
The Main Obstacles To The Development Of Administrative Law In Turkey		Ali ERDEM	Akdeniz University
On The Visual Culture Of Selfies Shared On Social Media		Assist. Prof. Dr. İkrām ALPSOY	Ağrı İbrahim Çeçen University
A Parametric Study Of Tuned Mass Damper Performance In Slender Reinforced Concrete High-Rise Buildings		Assoc. Prof. Dr. Resat OYGUC Dr. Evrim OYGUC	Istanbul Technical University

27.03.2026 / Session-1 Hall-1

	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 870 5856 6731
	11⁰⁰ : 13⁰⁰		PASSCODE: 284069

HEAD OF SESSION: Dr. Ebru GÖKOĞLAN

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Changes To The Use Of Social Media In The Healthcare Sector Under The Regulation On Promotion And Information Activities In Healthcare Services	Av. Mehmet Ogulcan DİKMEN	Altınbas University
Investigation Of Cephalometric Changes After Rme And Sarme Treatment In Patients With Maxillary Constriction: A Case Series Presentation	Uzm. Dt. Handan Göze OĞUZ	Private Clinic, Malatya
An Overview Of Ergonomic Factors In Office Environments: The Relationship Between Employee Health And Spatial Design	Saliha KOÇKAYA Sevilay CANSIZ Dr. Gülsüm ÖZTÜRK EMİRAL Prof. Dr. Dilek ÖZTAŞ Prof. Dr. Ergün ERASLAN	Ankara Yıldırım Beyazıt University
Health Surveillance In Welding And Hot Cutting Operations	Saliha KOÇKAYA Sevilay CANSIZ Dr. Gülsüm ÖZTÜRK EMİRAL Prof. Dr. Dilek ÖZTAŞ Prof. Dr. Ergün ERASLAN	Ankara Yıldırım Beyazıt University
Examination Of Nursing Workforce Capacity In Turkey	Dr. Ebru GÖKOĞLAN	Sultanbeyli Devlet Hastanesi
Investigation Of The Relationship Between Environmental Health Literacy And Ecological Footprint Awareness Among University Students	Rabia GÜZELOĞLU Yağmur KIRCILI Seher GÜRDİLYILMAZ	Mersin University
Sustainable Environmental Innovations: Linking Natural Sciences, Technology, and Psychological Well-Being	MSc. Selviye LAJQİ, BSc.Florinda VOKSHİ Diana VOKSHİ	University “Haxhi Zeka”Pejë, Kosovo, University for Business and Technology
Advantages and Disadvantages of Tumoroid-Based Approaches in Cancer Research	Assoc. Prof. Dr. Erhan ŞENSOY	Karamanoglu Mehmetbey University
Ferroptosis as a Therapeutic Target: A Dual Mechanism in Disease Context	Assoc. Prof. Dr. Erhan ŞENSOY	Karamanoglu Mehmetbey University

27.03.2026 / Session-1 Hall-2

	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 870 5856 6731
	11⁰⁰ : 13⁰⁰		PASSCODE: 284069
HEAD OF SESSION: Dr. Ceylan ŞAHİN			
TOPIC TITLE		AUTHORS	AFFILIATION
The Effect Of Framing Strategies In Design Education On The Value Creation Process In Student Projects		Dr. Ceylan ŞAHİN	Istanbul Ticaret University
Comparison Of Two Different Strategies On The Development Of Abstraction Skill In Design: Gradual Constraint And Gradual Elaboration Models		Dr. Ceylan ŞAHİN	Istanbul Ticaret University
Yedinkule Gardens Between Cultural Heritage And Ecology: The Artistic Representation Of Change And Continuity		Medine İRAK	Istanbul Atlas University
Sustainable Healthcare Infrastructure: An Indigenous Incinerator Design Model For Hospital Waste Management In Pakistan		Assoc. Prof. Dr. Ar. Omer Shujat BHATTİ, Assist. Prof. Dr. Ar. Seemin ASLAM Assist. Prof. Dr. Ar. Mohsin Iqbal DEO	-----
Sustainable And Climate-Sensitive Transportation Policies In The Context Of Bike-Sharing Systems: A Conceptual Evaluation Of Medium-Sized Cities		Gül Hayat DEMİRCİ Prof. Dr. Ahmet BEYÇİOĞLU	Adana Alparslan Türkeş Science and Technology University
Yapay Zekaya Dayalı Uzaktan Eğitim Sistemlerinde Öğretmenin Rolü		Abdulla MUSTAFAYEV Münevvar SÜLEYMANOVA Nazli ALİYEVA Gülay MUSTAFAYEVA Nermin ABBASOVA	Nakhchivan State University
Investigation Of The Resistance Of Hot Mix Asphalt Containing Date Kernel Powder Against Moisture Damage		Asst. Prof. Dr. Ceren Beyza İNCE KARDEŞ	Malatya Turgut Ozal University

27.03.2026 / Session-2 Hall-3

	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 870 5856 6731
	11³⁰ : 13³⁰		PASSCODE: 284069
HEAD OF SESSION: Prof. Dr. Tamer SINMAZÇELİK			
TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION	
Improving Production Efficiency And Quality In Bracket Parts By Using An Automatic Tapping Machine	Volkan ÇAVDAR Ayhan SOYDAŞ Burak ERKAN Prof. Dr. Tamer SINMAZÇELİK	Ulus Metal San. ve Tic. A.Ş., Kocaeli/Türkiye Kocaeli University	
Simulation-Assisted Optimization Of Neck Geometry In The Spring Seat Of Automotive Suspension Systems	M.Sc. Arzu AÇIKGÖZ M.Sc. Reyhan CEYLAN Dr. Ömer Emre UÇAKKUŞ Prof. Dr. Tamer SINMAZÇELİK	Ulus Metal San. ve Tic. A.Ş., Kocaeli/Türkiye Kocaeli University	
Encoder-Based Sheet Feeding Control System In Progressive And Transfer Presses	Burak ERKAN Mustafa AKGÜL Ceyhun TUNCER Prof. Dr. Tamer SINMAZÇELİK	Ulus Metal San. ve Tic. A.Ş., Kocaeli/Türkiye Kocaeli University	
Comparison Of Prediction Performances Of Transfer Learning And CNN Models In Multi-Class Traffic Accidents	Ali Cem DURAN Resc. Assist. Gizen MUTLU KORUCU Assoc. Prof. Dr. Çiğdem ACI	Mersin University	
Mechanical Improvement Design To Reduce The Adjustment Time Of Transfer Arms In Transfer Press Systems And Its Effect On Production Efficiency	Ceyhun TUNCER Ayhan SOYDAŞ Prof. Dr. Tamer SINMAZÇELİK	Ulus Metal San. ve Tic. A.Ş., Kocaeli/Türkiye Kocaeli University	
Design And Implementation Of A Robotic Part Handling And Automatic Stacking System In CNC Machining Line	Mustafa AKGÜL Ayhan SOYDAŞ Burak ERKAN Prof. Dr. Tamer SINMAZÇELİK	Ulus Metal San. ve Tic. A.Ş., Kocaeli/Türkiye Kocaeli University	
Image Processing-Based Video Extensometer Method For Strain Measurement In Tensile Tests	Türkay MURATOĞLU Dr. Ömer Emre UÇAKKUŞ M. Sc. Reyhan CEYLAN Prof. Dr. Tamer SINMAZÇELİK	Ulus Metal San. ve Tic. A.Ş., Kocaeli/Türkiye Kocaeli University	

27.03.2026 / Session-2 Hall-4



ANKARA LOCAL TIME

11³⁰ : 13³⁰



MEETING ID: 870 5856 6731

PASSCODE: 284069

HEAD OF SESSION: Assoc. Prof. Dr. Abdurrahman GÜNDAY

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Investigation Of The Regenerative Braking Gain Rate Of A Trapezoid Driving Cycle Using Real-Time Urban Driving Data	Ezgi ASLANE Assoc. Prof. Dr. Abdurrahman GÜNDAY	Bursa Uludağ University
Pytorch Application on Electronic Band Structure with using Cauchy and Sinus Activation Functions	Azra YÜKSEL Eylül SİĞAK İrem KÖSTEKLİ Dr. Hamdi DAĞISTANLI	Buca Radikal Anatolian High School
Carbon Footprint Assessment in Textile Manufacturing Processes	Sena ATAŞ Tuba BUDAK Assoc. Prof. Dr. Emine CAN GÜVEN	Yildiz Technical University, TUBITAK Marmara Research Center
Assessment Of Carbon Footprint Emissions At The Provincial Scale	Berna BEKDEMİR Assoc. Prof. Dr. Emine CAN GÜVEN	Yildiz Technical University
Emerging Phytochemical-Based Nanocarrier Systems For Enhanced Prostate Cancer Treatment	Tasawar IQBAL, Sidra ALTAF	University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan
Green Synthesis Of Silver Nanoparticles Via Laurus Nobilis Leaf Extract: Catalytic Reduction Of Nitroaromatic Compounds And Removal Of Dye Pollutants	Sibel EKEN KORKUT	Yildiz Technical University
Influences Of Tightening Procedure On Loosening Behavior Of Chassis Parts Connections	Kadir DANIŞMAZ	ZF Lemförder Aks Modülleri Sanayi ve Ticaret A.Ş.

27.03.2026 / Session-2 Hall-5



ANKARA LOCAL TIME

11³⁰ : 13³⁰



MEETING ID: 870 5856 6731

PASSCODE: 284069

HEAD OF SESSION: Prof. Dr. Nodar SULASHVILI

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Comprehensive Scientific Discourse On The Manifestation And Critical Examination Of Key Conceptual, Methodological And Practical Aspects Of Life Cycle Assessment: Principles, Applications, And Emerging Challenges In Environmental And Ecological Sustainability	Prof. Dr. Nodar SULASHVILI, Prof. Dr. Lali PATSIA, Prof. Dr. Ada (Adel) TADEVOSYAN, Prof. Dr. Vira KRAVCHENKO, Assoc. Prof. Dr. Olga SHAPOVAL, Invited Lect. Marika SULASHVILI, Assoc. Prof. Dr. Igor SENIUK, Prof. Dr. Tamar OKROPIDZE	Georgian National University SEU; Alte University; Ken Walker international University, Georgia; Yerevan State Medical University, Los Angeles-USA; National University of Pharmacy Ukraine. Kharkiv State Medical University
Block Chain Based Social Welfare Innovation, Strengthening Transparency and Financial Inclusion in BISP	Assist. Prof. Dr. Muhammad FAISAL Financial Analyst Alquma NOOR	Allama Iqbal Open University, Pakistan, Benazir Income Support Program BISP, Pakistan
Examining The Structural Breaks In Geoeconomic Reconfiguration Of Energy And Trade Flows In The Post 2022 Russia–Ukraine Conflict	Jamiu Adeniyi YUSUF	National Institute for Legislative and Democratic Studies (NILDS), Abuja.
The Neuroscience Of Memory	S. DHARANI Assist. Prof. Dr. S. SELVAM	NMS S. Vellaichamy Nadar College India
Improving Natural Language Understanding using Generative AI Models	S. REASHMI Assist. Prof. Dr. S. SELVAM	Kamaraj College of Engineering and Technology, NMS S. Vellaichamy Nadar College India

27.03.2026 / Session-2 Hall-6



ANKARA LOCAL TIME

11³⁰ : 13³⁰



MEETING ID: 870 5856 6731

PASSCODE: 284069

HEAD OF SESSION: Hassan ZARIOUH

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Future Of Electricity System With Artificial Intelligence	R. KAMALAM, M. DEVIBALA, Assist. Prof. Dr. S. SELVAM	NMS S. Vellaichamy Nadar College India
If Buying Isn't Owning, Then Piracy Isn't Stealing: A Debate on Digital Rights	S. Suresh KRISHNA, R. MUGESH, Assist. Prof. Dr. S. SELVAM	NMS S. Vellaichamy Nadar College India
Innovative Strategies for Nitrogen Management in Sustainable Agriculture	ELABBARI Chaimaa, Pr. Labjar Najoua, Oujidane El ouali, EL BOUZIDI Ahmed, ZINAOUI Badre, Pr. EL Hajjaji SOUAD	Mohammed V University in Rabat
Origin and Evolution of the Term Epistemology	Hassan ZARIOUH Mounia MOUZOURI	(CRMEFO), Oujda, Regional Academy of Education and Training Morocco
The Role Of Pharmacist In Medication Safety	VANISRI .M Dr. R. SRINIVASAN Dr. R. SARAVANAN	Bharath University, India
Bioeconomy: Prospects For Implementation At Pharmaceutical Enterprises	Olena BUDIAKOVA Diana PRYHARSKA	Kyiv National University, Ukraine
The Process Of Turning Vegetable Bio-Waste Into Activated Carbons And Using Them In Environmental Applications	Djellouli AMIR Berredjem YAMINA Hattab ZHOUR Guesmia HADJER Mehenni MOKTHAR	Université mohammed chérif mesaadia de Souk-Ahras / Badji Mokhtar-Annaba University, CRSTRA, (LPMR) Algeria
Employ Inexpensive Bioadsorbents To Eliminate Colorants, Medications, And Heavy Metals	Djellouli AMIR Berredjem YAMINA Hattab ZHOUR Guesmia HADJER Mehenni MOKTHAR	Université mohammed chérif mesaadia de Souk-Ahras / Badji Mokhtar-Annaba University, CRSTRA, (LPMR) Algeria

27.03.2026 / Session-2 Hall-6



ANKARA LOCAL TIME

11³⁰ : 13³⁰



MEETING ID: 870 5856 6731

PASSCODE: 284069

HEAD OF SESSION: Hassan ZARIOUH

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Future Of Electricity System With Artificial Intelligence	R. KAMALAM, M. DEVIBALA, Assist. Prof. Dr. S. SELVAM	NMS S. Vellaichamy Nadar College India
If Buying Isn't Owning, Then Piracy Isn't Stealing: A Debate on Digital Rights	S. Suresh KRISHNA, R. MUGESH, Assist. Prof. Dr. S. SELVAM	NMS S. Vellaichamy Nadar College India
Innovative Strategies for Nitrogen Management in Sustainable Agriculture	ELABBARI Chaimaa, Pr. Labjar Najoua, Oujidane El ouali, EL BOUZIDI Ahmed, ZINAOUI Badre, Pr. EL Hajjaji SOUAD	Mohammed V University in Rabat
Origin and Evolution of the Term Epistemology	Hassan ZARIOUH Mounia MOUZOURI	(CRMEFO), Oujda, Regional Academy of Education and Training Morocco
The Role Of Pharmacist In Medication Safety	VANISRI .M Dr. R. SRINIVASAN Dr. R. SARAVANAN	Bharath University, India
Bioeconomy: Prospects For Implementation At Pharmaceutical Enterprises	Olena BUDIAKOVA Diana PRYHARSKA	Kyiv National University, Ukraine
The Process Of Turning Vegetable Bio-Waste Into Activated Carbons And Using Them In Environmental Applications	Djellouli AMIR Berredjem YAMINA Hattab ZHOUR Guesmia HADJER Mehenni MOKTHAR	Université mohammed chérif mesaadia de Souk-Ahras / Badji Mokhtar-Annaba University, CRSTRA, (LPMR) Algeria
Employ Inexpensive Bioadsorbents To Eliminate Colorants, Medications, And Heavy Metals	Djellouli AMIR Berredjem YAMINA Hattab ZHOUR Guesmia HADJER Mehenni MOKTHAR	Université mohammed chérif mesaadia de Souk-Ahras / Badji Mokhtar-Annaba University, CRSTRA, (LPMR) Algeria

27.03.2026 / Session-2 Hall-7



ANKARA LOCAL TIME

11³⁰ : 13³⁰



MEETING ID: 870 5856 6731

PASSCODE: 284069

HEAD OF SESSION: Prof. Dr. Krishna MURARI PANDEY

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Elevating Global Understanding And Education To Confront The Critical Challenge Of Antimicrobial Resistance	T. THENMOZHI Dr. R. SARAVANAN Dr. R. SRINIVASAN	Bharath Institute of higher education and Research
The Role Of Genetics And Immune Response In Leprosy Susceptibility	K. POOJA Dr. M. K. VIJAYALAKSHMI Puniparthi SUNITHA	Bharath Institute of higher education and Research
Moderating Effect Of Sales Growth On The Relationship Between Liquidity Management And Financial Performance Of Listed Oil And Gas Companies In Nigeria	LAWAL, Amiru Balarabe JAMILU Abdulkadir	Kaduna State University Ahmadu Bello University, Zaria
Zakat Distribution And Its Impact On Poverty Alleviation	Nabila Meca ASRI Nabila Suci RAHMADANI Arina MANASIKANA	K.H. Abdurrahman Wahid State Islamic University
Factors Influencing The Intention To Use Functional Foods Among Young Consumers In Vietnam	Vu Thi Hoa	Nha Trang University, Vietnam
Ability Of Slovak Students To Use Critical Thinking In Physics	Andrea KEUČAROVÁ Vladimír ŠEBEŇ	The University of Prešov, Slovakia
A Review On Methods Of Measuring Thermal Conductivity	Sujeet SINGH Sarken KAPAYEVA Prof. Dr. Krishna MURARI PANDEY	D. Serikbayev East Kazakhstan State Technical University, Kazakhstan/National Institute of Technology Silchar
Forensic Science And Criminological Insights: Transforming Criminal Investigation	Ms. Khushbu SHARMA Dr. Kanchal GUPTA	School of Law, UPES, Dehradun, India
Privacy And Protection Of Big Data Vis-À-Vis Artificial Intelligence: A Critical Analysis	Dr. Rajesh KUMAR	School of Law, UPES, Dehradun, India

27.03.2026 / Session-2 Hall-8



ANKARA LOCAL TIME

11³⁰ : 13³⁰



MEETING ID: 870 5856 6731

PASSCODE: 284069

HEAD OF SESSION: Prof. Dr. Jyoti S. YADAV

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

27.03.2026 / Session-2 Hall-9



ANKARA LOCAL TIME

11³⁰ : 13³⁰



MEETING ID: 870 5856 6731

PASSCODE: 284069

HEAD OF SESSION: Dr. Vadim ALEXANDROV

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Inside The Rabbit's Ear: A Focus On Otitis Media	Yasmine Malak ZERARKA	Mohamed khaider University of Biskra
Physiological Changes In The Blood Of Black And Sperm Cows At The End Of Pregnancy And At The Beginning Of Lactation	Ilmira Ibragimovna FAYZULLINA Ilya Nikolayevich MEDVEDEV	Russian Biotechnological University, Moscow, Russia
The Impact Of Climate Change On The Distribution And Diversity Of Butterflies In India	Dr. Vidya PADMAKUMAR Murugan SHANTHAKUMAR	Bangalore University
Structure-Based Drug Repurposing To Inhibit The DNA Gyrase Of <i>Mycobacterium tuberculosis</i>	Balasubramani G. L. Rinky RAJPUT Abhinav GROVER	Jawaharlal Nehru University, Banaras Hindu University, India
Effects Of Farmer -Pastoralist Conflicts On Extension Service Delivery Niger State, Nigeria	Jibrin S., Ibrahim M. Abdullahi A., Mohammed Y. Ahmed I. I., Mustapha M.	Federal University of Technology Minna, Nigeria
The Effect Of Nutrients From Vermicompost Extract As A Nutritional Supplement Ab Mix On The Growth And Yield Of Mustard Plants (<i>Brassica juncea</i> L.) On NFT Hydroponic Systems	Pangaribuan Darwin H. Ginting Yohanes C. Widyastuti Diana Rawesi Ratih R.	University of Lampung, Indonesia
Yield and Biochemical features of fig in some <i>Ficus carica</i> L. Varieties under water stress	Nouha HAOUDİ, Mohammed KARA Jamila BAHOU, Lahcen HSSAÏNİ Razouk RACHID	Sidi Mohamed Ben Abdellah University, Morocco
The Reconstruction Of African Americans' Struggle For The Civil Rights: An Exploration Of Ernest James Gaines's The Autobiography Of Miss Jane Pittman And Alex Haley's Mama Flora's Family	N'ZAMBI-MIKOULOU Donald EVAYOULOU Benjamin	Université Marien Ngouabi, Congo



ANKARA LOCAL TIME

11³⁰ : 13³⁰

MEETING ID: 870 5856 6731

PASSCODE: 284069

HEAD OF SESSION: Prof. Dr. Najim A. YASSİN

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Sympathetic Skin Responses Determined By Maximum Voluntary Jaw Contraction In Patients With Autonomous Disorders	Univ. Prof. Victor LACUSTA Univ. Prof. Valeriu FALA Univ. Assist. Gheorghe BORDENIUC Mihaela IVANOV Corina GRÎU	State University of Medicine and Pharmacy, Moldova
Screening Of Masticatory Muscle Activity Disorders Based On Infrared Thermography	Univ. Prof. Victor LACUSTA Univ. Prof. Valeriu FALA Univ. Asst. Gheorghe BORDENIUC	State University of Medicine and Pharmacy, Moldova
Providing a Structural Model of Environmental Ethics Based on Cultural Capital among Tabriz Citizens	Kamal KOHI Isa ABEDINI	Tabriz University, Iran
Enhancing Urban Air Quality With Green Infrastructure And Policy Measures	PRIYAVARSHINI. A.	R.M.K. Engineering College
The insight and challenges in nutrition-based treatment of diabetes: A review	Jisike Faith O. Ogbonna Chimeremna V. Eje Ozoemena E.	University of Nigeria
Prevalence of Nonalcoholic Fatty Liver Diseases Among Obese Adults in Mosul City	Mohammed Faris ABDULGHANI Khaldoon Thanoon Al-ABACHII	University of Nineveh, Iraq
Identification Of Fungi In Burn Wounds Using Conventional And Vitek System In Duhok City, Iraq	Prof. Dr. Najim A. YASSİN Lect. Noor M. Qadri OUMERİ	Duhok University/ University of Zakho, Iraq
Formative Evaluation Of N-Power Programme In Reducing Youth Unemployment In Bassa, Plateau State, Nigeria	Clementina Hashimu BULUS Samuel MARKUS	University of Jos, Nigeria

27.03.2026 / Session-2 Hall-11



ANKARA LOCAL TIME

11³⁰ : 13³⁰



MEETING ID: 870 5856 6731

PASSCODE: 284069

HEAD OF SESSION: Prof. Dr. Assia ABDELOUAHED

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Durability Of Slabs Made From Recycled Plastic Fibres	Assoc. Prof. Dr. Ameur BELMOUHOU Prof. Dr. Assia ABDELOUAHED	20 Aout 1955, Technical Science, Algeria
Static Bending Analysis Of Functionally Graded Plate Resting On Elastic Foundations	Khayra DRAOUCHE Lazreg HADJİ Mohamed Ait Amar MEZIANE Abdelouahed TOUNSI	Ibn Khaldoun University of Tiaret, University of Sidi Bel Abbas, Algeria
Barriers to Adoption of BIM-Based Risk Management in the Construction Industry: A Systematic Literature Review and Bibliometric Analysis	Abdulhaqq ABDULWAHAB Rasheed Babatunde ISA Abdulkabir Opeyemi BELLO	Federal University of Technology, Minna, Nigeria
Optimizing Speed Control in Switched Reluctance Machines with a Novel Approach	F. Z EL MANSOURI A. BROURI H. OUBOUDDIO	ENSAM - Moulay Ismail University of Meknès - Morocco
Management of Hybrid PV/Battery System Under Variable Load Conditions	HEROUAL Samira BELABBAS Belkacem ALLAOUI Tayeb MIMOUNI Said Abdelmalek TAZERKOUNET Souad	Ibn Khaldoun University, Algeria
Wear Resistance Of Dyed Polyamide Fabric With Isatin As An Alternative DYE	Milena NIKODIJEVIĆ Anita SADIKOVIĆ Sandra KONSTANTINOVIĆ	University of Niš, Serbia
Post COVID Status Of ESG Investment In India	Asst. Prof. Dr. Sayanti DAS Asst. Prof. Dr. Monalisa HALDER Siddhant DAS Nilajit ROY Amit GHOSH Sourav MONDAL	Abacus Institute of Engineering and Management, India
One Health Approach Vis-À-Vis Future Pandemics	Akshat CHATURVEDI Assist. Prof. Bhumika SHARMA	Uttarakhand Technical University India

27.03.2026 / Session-2 Hall-12



ANKARA LOCAL TIME

11³⁰ : 13³⁰



MEETING ID: 870 5856 6731

PASSCODE: 284069

HEAD OF SESSION: Subhashish DEY

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Ux Study On Handheld Augmented Reality Games By Applying Spradley's Nine Dimensions Design Principle	Pushkar PANDEY Renu KUNDU	Indian Institute of Technology, India
The Influence Of Thermal Radiation And Chemical Reaction On Mhd Micropolar Fluid In The Presence Of Heat Generation/ Absorption	Binyam ZIGTA	Wachemo University, Ethiopia
Impact Of Dietary Modulations On Gut Health In Commercial Broiler Birds	Najeeb Ullah KHAN, Usman HAIDER, Wania NASIR, Rehan SAJID, Saad TARIQ, Bilal ASLAM, Muhammad Naeem FAISAL	University of Agriculture, Pakistan
The Fin Efficiency In A Forced Heat Convection And Natural Heat Convection	Foudil KHELIL Fatima BENAOU Khaldi MOKHTAR, Baltache ABDELGHANI Zengah SAHNOUN	University of Mascara, Algeria
Measurement Of The Heat Transfer Characteristics Of Water Flow In Heat Exchangers	Foudil KHELIL*, Fatima BENAOU, Khaldi MOKHTAR, Baltache ABDELGHANI Zinelabidine HARCHOUCHE	University of Mascara, Algeria
Analysis Of A Mixed Sequential Caputo Fractional Boundary Value Problem	Ahlem ADOUI Rabah KHALDI Assia GUEZANE-LAKOUD	University of Badji Mokhtar-Annaba, Algeria
Investigation On Strength And Durability Characteristics Of Ternary Blended Cement Concrete	Subhashish DEY	Gudlavalluru Engineering College, India
Consumption Ethics In The Perspective Of Islamic Economic Philosophy	Rokhmatus SOLEKHA Fara LUSTIANI Winata PRASETYO Muhammad Sultan MUBAROK	UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan, Indonesia
Edible Banana Vaccine Against Cholera	R. SARAVANAN	Bharath Institute Of Higher Education And Research, India

PHOTO GALERY

zoom
Workplace

Toplantı

Hall-6, Aylin ARSLAN adlı kişinin

Giriş yapın

01:39

11:17

Next slide

53 - MOTIVASYON - MOTIVATIONS

• Sınır ötesi e-ticaret son yıllarda hızla büyüyor.

• Bu bölgede ciddi operasyonel ve regülasyonel karmaşıklık getiriyor.

• Farklı ülkelerde farklı kurallar sistemleri zorlayıcıyor.

• Gerçek hayatta platform sağlayıcı sistemi kaynağı oldukça sınırlı.

• Cross-border e-commerce is growing rapidly in recent years.

• This growth brings significant operational and regulatory complexity.

• Varying country-specific rules create major system challenges.

• Systems with proven real-world solutions remain very limited.

Sınır ötesi e-ticaret son yıllarda gerçekten çok hızlı büyüyor.

Ama bu büyüme beraberinde ciddi zorluklar getiriyor.

Farklı ülkelerin farklı kuralları var, sistemlerin birbiriyle konuşması gerekiyor, düzenleyici gereklilikler her pazarda değişiyor.

Ve şunu fark ettik: Bu problemleri gerçek hayatta çözüm sonuçlarını ölçen sistem sayısı literatürde oldukça sınırlı. İşte bu noktadan yola çıktık.

Slide 2 of 12

Ses

Video

Katılımcılar

Sohbet

Ara odalar

Tepki ver

Paylaş

Oturum sahibi araçları

Kaydet

Daha fazla

Odanın çık

1 mm yağmur

Pazar

Ara

11:17

26.03.2026

zoom
Workplace

Toplantı

Hall-5 Cansu TUTKUN adlı kişinin

Giriş yapın

Çalışma Grubu

Yaş Dağılımı

%12,62
(n=40)

%32,49
(n=103)

%54,89
(n=174)

3 Yaş
(36-48 ay)

4 Yaş
(48-60 ay)

5 Yaş
(60-72 ay)

Cinsiyet Dağılımı

%50,47
(n=160)

%49,53
(n=157)

Erkek

Kız

Araştırmanın çalışma grubunu, Bayburt ilindeki resmi ve özel okul öncesi eğitim kurumlarına devam eden 36-72 ay aralığındaki **317 çocuk** oluşturmaktadır.

- Çocukların yaş dağılımı incelendiğinde, çocukların %12,62'sinin (n = 40) 3 yaş (36-48 ay), %32,49'unun (n = 103) 4 yaş (48-60 ay) ve %54,89'unun (n = 174) 5 yaş (60-72 ay) grubunda yer almaktadır.
- Cinsiyet açısından ise çocukların %50,47'si (n = 160) erkek, %49,53'ü (n = 157) kızdır.

Ses

Video

Katılımcılar

Sohbet

Ara odalar

Tepki ver

Paylaş

Oturum sahibi araçları

Kaydet

Daha fazla

Odanın çık

7°C

Çok bulutlu

Ara

11:10

26.03.2026

XXVII

zoom
Workplace

Toplantı

Hall 4 - Ömer Tatar adlı kişinin ek

Giriş yapın

Ptolemaios Krallığı'nın ortaya çıkışı

- Büyük İskender'in doğu seferi,
- MÖ. 323: kralın ölümü,
- Halefler savaşı.



The Ptolemaic Kingdom

- Territory of the Ptolemaic Kingdom (c. 270 BC)
- Canal between the Red Sea and the Nile River completed by Ptolemy II
- Area of the Fayum Irrigation Project built by Ptolemy II
- Greek Cities
- Native Cities

Hall 4 - Ömer Tatar

ISARC Yasemin AĞAOĞLU

Gentrit Smakaj Hall-4

Hall 4- Munaimah BIN...

Sami Coksan

SEDA BOYDAKO...

SEDA BOYDAKOĞLU

HONOR LLY-NX1

E Verim

HONOR LLY-NX1

E Verim

Ses

Video

Katılımcılar

Sohbet

Ara odalar

Tepki ver

Paylaş

Oturum sahibi araçları

Kaydet

Daha fazla

Odanan çık

7°C

Çok bulutlu

Ara

11:08

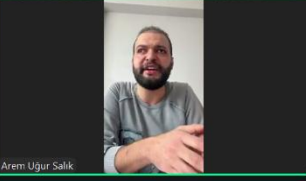
26.03.2026

zoom
Workplace

Toplantı - Oda 3

REC

Giriş yapın



Ses

Video

Katılımcılar

Sohbet

Ara odalar

Tepki ver

Paylaş

Oturum sahibi araçları

Kaydet

Daha fazla

Odanan çık

7°C

Çok bulutlu

Ara

11:07

26.03.2026

Çürüksüz Servikal Lezyonların Klinik Önemi

- Dentin hassasiyeti
- Plak retansiyonu
- Pulpal irritasyon
- Restoratif tedavi ihtiyacı

• "Hasta yaşam kalitesini doğrudan etkiler"



Mekanizma:
NCCL varlığında mine veya sementin kaybıyla dentin tübülleri açığa çıkar. Sıcak, soğuk veya kimyasal uyaranlar tübülü içindeki sıvıyı hareket ettirek (hidrodinamik mekanizma) sinirleri uyarır ve akut ağrıya yol açar. Bu durum hastanın yaşam kalitesini ve oral hijyen motivasyonunu doğrudan düşürür.

6 atlanmamış katılımcı

Ses

Video

Katılımcılar

Sohbet

Ara odalar

Tepki ver

Paylaş

Oturum sahibi araçları

Kaydet

Daha fazla

Odadan çık

7°C

Kısmen güneşli

Q Ara

10:43

26.03.2026

Çalışmada Solanaceae familyasına ait ekonomik değeri yüksek olan; *Lycopersicon esculentum* Mill. cv. H-2274 (domates) ve Asteraceae (Compositae) familyasının bir türü olan *Carthamus tinctorius* L. cv. Balcı (aspir) bitki tohumları kullanılmıştır.

Kontrollü şartlarda (16 saat ışık/8 saat karanlık, 25±2 °C sıcaklık ve yaklaşık 8000-9000 lüks ışık şiddeti) ve kapalı ve steril ortamda gerçekleştirilmiştir. Sterilize edilen tohumların ekimi ve inkübasyon işlemlerinden sonra, 8-10 gün yaşlı fidecikler değerlendirmeye alınarak çimlenme yüzdeleri belirlenmiştir.

Tohumlar petri kaplarında 100'erli olacak şekilde üç seri halinde kültüre alınmışlardır. 8-10 gün sonunda görülen fideciklerin ve radikülaların toplam sayıları belirlenerek her petri kabı için çimlenme yüzdeleri belirlenmiştir. Değerlendirmeye alınan tüm serilerin aritmetik ortalamaları ile çimlenme yüzdeleri elde edilmiştir.



h1 - Musa Yousef Moha...

ISARC Yasemin AGAO...

AYBASA HANCERLIOĞ...

Ercan Çatak

Ferhan Korkmaz

hall-1 Selim Adıyaman

FATMA COŞKUN TOPUZ

Rumeysa Toprak

Asya Yaşa

A

Ses

Video

Katılımcılar

Sohbet

Ara odalar

Tepki ver

Paylaş

Oturum sahibi araçları

Kaydet

Daha fazla

Odadan çık

7°C

Kısmen güneşli

Q Ara

10:38

26.03.2026

3. RESULTS AND DISCUSSION

The analysis reveals that the Yalta Order operated through three interconnected mechanisms:

- Ideological Bipolarity:** The "Yalta Spirit" was replaced by a zero-sum worldview, where the survival of one system was perceived as an existential threat to the other.
- Institutionalized Confrontation:** Polarization was materialized through the creation of opposing military alliances (NATO and the Warsaw Pact) and segregated economic blocs (the Marshall Plan and COMECON), effectively splitting the global market and security architecture.
- Peripheral Dynamics:** While a "Long Peace" was maintained at the core (Europe) via Nuclear Deterrence (MAD), the bipolar tension was deflected toward the periphery, resulting in devastating proxy wars in Asia, most notably in the partitioned states of Korea and Vietnam.

Ss-2, Hall-7, Du...

Ss-2, Hall-7, Duong To Quoc THAI

ISARC Yasemin AGAOGLU

K

Dr.Nguyen The HONG

K

Ss-2, Hall-7, Le Tuan KIET

Ss-2, Hall-7, Dr. Tran Thi NHUNG

Tan Dat Ngo

SS-2, Hall-7, Nguyen Danh THAI

Ses

Video

Katılmolar

Sohbet

Ara odalar

Tepki ver

Paylaş

Oturum sahibi araçları

Kaydet

Daha fazla

Odadan çık

1 mm yağmır
Pazar

Ara

11:16
26.03.2026

Fren Talebi

Araç Kontrol Ünitesi

Motor Inverter

Asenkron Motor (Ürjeneratör Modunda)

Motor Inverter (AC DC Döüştürücü)

Batarya

Asynchronous Motor

- Under normal driving conditions, the three-phase alternating current applied to the stator windings by the inverter creates a rotating magnetic field, and the rotor follows this field to produce torque. In this case, the rotor speed is lower than the synchronous speed, and the system operates in motor mode.
- When a braking demand occurs, the rotor is still in motion. The inverter reduces the frequency of the stator field, thereby lowering the synchronous speed below the rotor speed. As a result, when the rotor speed becomes higher than the synchronous speed, regeneration begins, and the asynchronous motor operates in generator mode.

Hamdi DAGISTANLI-S2-H4

ISARC Yasemin AGAOGLU

Hall-4: Berna Bekdemir

Hall-4: Ezgi ASLANE

Hall 4 - Sena Atag

Doç. Dr. Abdurrahman Gunday

Sibel Eken Korkut, Hall-4

Hall-4, Session-2, Dr. Tasawar Iqbal

4°C
Parçalı bulutlu

Ara

11:41
27.03.2026

zoom
Workplace

Toplantı

Session - 2, Hall - 6, Suresh Krishn

Giriş yapın



If Buying Isn't Owning, Then Piracy Isn't Stealing

By
S. Suresh Krishna, R. Mugesh
Nadar Mahajana Sangam S. Vellaichamy Nadar College

Session - 2, Hall - 6, Suresh Krishna

ISARC Yasemin AGAOGLU

Reashmi S (hall 5)

Ses Video

Katılımcılar Sohbet Ara odalar Tepki ver Paylaş Oturum sahibi araçları Kaydet Daha fazla

4°C Parçalı bulutlu

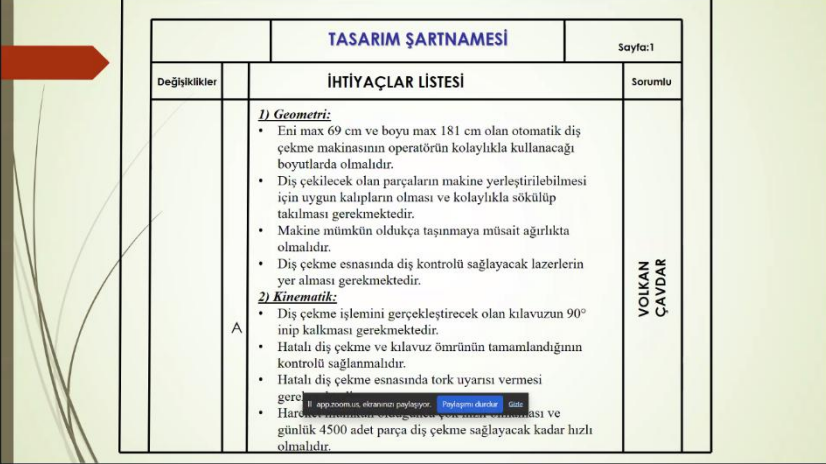
11:45 27.03.2026

zoom
Workplace

Toplantı

VOLKAN ÇAVDAR- HALL-3 adlı ki

Giriş yapın



TASARIM ŞARTNAMESİ

Sayfa:1

Değişiklikler	İHTİYAÇLAR LİSTESİ	Sorumlu
	1) Geometrik: - Eni max 69 cm ve boyu max 181 cm olan otomatik diş çekme makinasının operatörün kolaylıkla kullanacağı boyutlarda olmalıdır. - Diş çekilecek olan parçaların makineye yerleştirilebilmesi için uygun kalıpların olması ve kolaylıkla sökülüp takılması gerekmektedir. - Makine mümkün olduğunca taşınmaya müsait ağırlıkta olmalıdır. - Diş çekme esnasında diş kontrolü sağlayacak lazerlerin yer alması gerekmektedir. 2) Kinematik: - Diş çekme işlemini gerçekleştirecek olan kılavuzun 90° iniş kalkması gerekmektedir. - Hatalı diş çekme ve kılavuz ömrünün tamamlandığına kontrolü sağlanmalıdır. - Hatalı diş çekme esnasında tork uyarısı vermesi gerektirir. - Harcanmış parçaların değiştirilmesi için gerekli olan parçaların 4500 adet parça diş çekme sağlayacak kadar hızlı olmalıdır.	VOLKAN ÇAVDAR

Arzu Akgöz - HALL 3

ISARC Yasemin AGAOGLU

Burak Erkan-HA...

HALL - 3 CEYHUN TUNCER

Burak Erkan-HALL3

Session-2 Hall-3 Ali Cem Duran

Mustafa Akgül-HALL3

VOLKAN ÇAVD...
VOLKAN ÇAVDAR- HALL-3

Turkay Muratog...
Turkay Muratoglu - Ulus Metal - H...

Ses Video

Katılımcılar Sohbet Ara odalar Tepki ver Paylaş Oturum sahibi araçları Kaydet Daha fazla

4°C Parçalı bulutlu

11:35 27.03.2026

zoom
Workplace

Toplantı

Medine İrak sec-1 hall2 adlı kişni

REC

Giriş yapın

Yedikule Bostanları: Kültürel ve Ekolojik Miras

- Bu bölümde, kentlerin yalnızca fiziksel yapılarla değil, aynı zamanda kültürel pratikler ve ekolojik ilişkilerle şekillendiği vurgulanmıştır. Bu bağlamda kentsel tarım alanlarının, özellikle Yedikule Bostanları'nın, kültürel miras ve ekolojik süreklilik açısından önemli bir rol oynadığı ifade edilmiştir.
- Yedikule Bostanları'nın Bizans döneminden günümüze uzanan bostancılık geleneği sayesinde yalnızca bir üretim alanı olmadığı; aynı zamanda toplumsal ilişkilerin ve yerel bilginin aktarıldığı bir kültürel peyzaj olduğu ortaya konulmuştur. Bu alanın, insan emeği ile doğal çevrenin birlikte şekillendiği özgün bir yapı olduğu değerlendirilmiştir.
- Modern kentleşme, nüfus artışı ve kentsel dönüşüm süreçlerinin bu tarihsel alan üzerinde değişimlere yol açtığı belirtilmiştir; buna rağmen bostanların kentsel hafızayı taşıyan nadir mekanlardan biri olarak varlığını sürdürdüğü ifade edilmiştir.
- Çalışmanın amacı, Yedikule Bostanları'nı kültürel miras ve ekolojik ilişkisi bağlamında ele alarak değişim ve süreklilik dinamiklerini incelemek olarak belirlenmiştir. Bu doğrultuda sanat temelli bir araştırma yöntemi benimsenmiş; çizim, fotoğraf ve video gibi görsel üretimler aracılığıyla mekânın katmanlı yapısı, üretim pratikleri ve insan-doğa ilişkisi analiz edilmiştir.
- Sonuç olarak, çalışma kapsamında hafıza, süreklilik ve değişim kavramları üzerinden Yedikule Bostanları'nın kültürel ve ekolojik değeri ortaya konulmuş; sanatın kentsel peyzajların anlaşılması ve yorumlanmasında alternatif bir araştırma yöntemi olarak kullanılabileceği gösterilmiştir.

Nermin Abbasova-Hall2

ISARC Yasemin AGAOGLU

Medine İrak sec-1 hall2

hall2

SESSION-1, HAL...

Session-1 Hall-2 Abdulla...

SESSION-1, HALL-2, MU...

Hall-2, Session 1 Abdulla...

Ceylan Şahin

Hall-2, Session 1 Abdulla...

Ceylan Şahin

G

Ceren Beyza İN...

Gül Hayat Demirci

Ceren Beyza İNCE KARDEŞ

Zoom kullanıcısı

Ar. Dr. Omer Şuhut Bhatti

Ses

Video

Katılımcılar

Sohbet

Ara odalar

Tepki ver

Paylaş

Oturum sahibi araçları

Kaydet

Daha fazla

Masaüstünü göster

4°C

Parçalı bulutlu

11:34

27.03.2026

zoom
Workplace

Toplantı

hall-1 Handan Göze Oğuz adlı kiş

REC

Giriş yapın

hall-1 Handan Göze Oğuz

ISARC Yasemin AGAOGLU

Hall-1 Sevilay CANSIZ

Hall1 Salina KOÇKAYA

Rabia Guzeloglu Hall-1

Mehmet Ogulcan Dikmen

Hall-1, Ebru GÖKOĞLAN

ERHAN ŞENSOY...

ERHAN ŞENSOY h-1

ASUS

Diana

Florinda

Ses

Video

Katılımcılar

Sohbet

Ara odalar

Tepki ver

Paylaş

Oturum sahibi araçları

Kaydet

Daha fazla

Odadan çık

4°C

Parçalı bulutlu

11:33

27.03.2026

INTERNATIONAL SCIENCE AND ART RESEARCH CENTER

REF: Kongre Katılımcı Bilgisi

29.03.2026

İLGİLİ MAKAMA

4. ULUSLARARASI İYONYA BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR KONGRESİ 26-27 MART 2026 tarihleri arasında İZMİR/TÜRKİYE' de online olarak 22 farklı ülkeden (**Türkiye:** 66 bildiri ve **diğer Ülkeler:** 73 bildiri; **Toplam:**139 bildiri) akademisyen/araştırmacıların katılımı ile gerçekleşmiştir. Kongre, 16 Ocak 2020 Akademik Teşvik Ödeneği Yönetmeliğine getirilen ‘’ Tebliğlerin sunulduğu yurt içinde veya yurtdışındaki etkinliğin uluslararası olarak nitelendirilebilmesi için Türkiye dışından en az 5 ülkeden farklı tebliğ sunan konuşmacının katılım sağlaması ve tebliğlerin yarıdan fazlasının Türkiye dışından katılımcılar tarafından sunulması esastır. ‘’ değişikliğine uygun düzenlenmiştir. Bilgilerinize arz edilir.

Saygılarımla


Sefa Salih BİLDİRİCİ
HEAD OF İSARC

NOTIFICATIONS

AUTHORS	TITLE	NO
Ercan ÇATAK Ferhan KORKMAZ Asya YAŞA	Effects Of Sapanca Lake Water On Seed Germination	1-3
Şeref TURHAN Aşlı KURNAZ Aybaba HANÇERLİOĞULLARI	Determination Of Natural Radionuclides In Commercially Sold Facial Foundation Powders In Türkiye	4-13
Şeref TURHAN Aşlı KURNAZ Aybaba HANÇERLİOĞULLARI	Estimation Of Lifetime Cancer Risk Caused By External Radiation Exposure Of A Worker In A Mining Operation	14-26
Fatma COŞKUN TOPUZ	Impact Of Freeze-Drying On Bioactive Components Of Fruits And Vegetables	27-33
M. Faisal NAZİR	Production And Characterization Of Carbon Nanotubes From Biochar Under Microwave Irradiation	34
Selim ADIYAMAN Fatma AZİZOĞLU	Broken Windows Theory	35-41
Rumeysa TOPRAK Bahar UYAR DÜLDÜL	Cognitive Construction Processes Of Congruence And Similarity Concepts In Gifted Students Based On Apos Theory	42-43
Gülsüm ULUSOY ADA Mussa Yousef MOHAMED	Quantitative Voronovskaya and Grüss-Voronovskaya Type Theorems for Generalized Baskakov Operators	44
Gülsüm ULUSOY ADA Mussa Yousef MOHAMED	A Generalization of Szász –Mirakjan Type Operators	45
Aşlı SİLKÜ OFLİOĞLU Hülya ERTEN CAN	Evaluation Of Etiological Factors And Clinical Characteristics In Patients With Non-Carious Cervical Lesions: A Cross-Sectional Survey Study	46-57
Murat SEMERCİ Hakan BOR	The Effect Of The Pandemic On Renal Biochemical Values	58-59
Hakan BOR Murat SEMERCİ	Assessment Of Changes In Hepatic Parameters During The Pandemic	60-61
Hatice KAYNAK Melda SOYSAL TOMRUK	İnme Hastalarında Core Stabilizasyon Egzersizlerinin Etkinliği	62-64
İrem OKAY Melda SOYSAL TOMRUK	The Effects Of Agility Exercises On Function In Parkinson's Disease	65-67
Hafize AKIN Mustafa METE	Determination Of Personnel Expenses Share In Healthcare Expenditures: A Strategic Human Resources Management Perspective	68-83
Anıl DEMİREL	Evaluation Of The Treatment Effects Of Buccal And Palatal Mechanics In Maxillary Molar Distalization: A Two Case Report	84-85
Arem Uğur SALIK	Evaluation Of The Use Of Digital Technologies In The Movie Avatar	86-93
Mehmet Burak EV	Watching The Watch In The Film The Father (2020)	94-98

AUTHORS	TITLE	NO
Hami AKMAN	On The Verb “Dinmek” In Şeyyâd Hamza’s Mesnevi Entitled “Yûsuf And Zelihâ”	99-100
Ufuk ÇETİN	The Role Of Music In William Sidney Mount	101-109
Melisa YONAR Perihan ŞEKER	The Human In The Age Of Simulation: A Critique Of Postmodernism And Capitalism Through Black Mirror’s “Common People”	110-123
Neslihan ERDEM	Paradigm Shift In Digital Interface Aesthetics: A Conceptual Analysis From Skeuomorphism To Glassmorphism	124-125
Riad SAFARLI	Armenianization Of Christian Temples Of Caucasian Albania: Historical Truths And Tourism Opportunities	126-131
Ömer TATAR	Ptolemaic Hegemony In Thrace	132-133
Sami ÇOKSAN	From Tariffs To National Solidarity: Responses To Collective Financial Punishment	134-135
Seda BOYDAKOĞLU Esra VERİM	Göçmenlerde Yetersiz Beslenmenin: Fiziksel ve Ruhsal Sağlık Üzerine Etkisi Hakkında Bir Derleme	136-141
Munaimah BİNTİ AZNAM İsmail Hakkı GÖKSOY	Catholic Christian Missionary Activities in Malacca under the Portuguese Rule, 1511-1641	142-152
Gentrit SMAKAJ	Political Interventions And Diplomatic Impacts Of Germany And France On Albania	153-154
İpek ŞENGÜL	The Relationship Between Source Texts And Scenes In Dariush Mehrcui’s Film “Peri”	155-164
İpek ŞENGÜL	The Dialectic Of Zahir And Batın In The Film Leyla’s Brothers: A Cinematic Reading From A Sufi Perspective	165-174
Cansu TUTKUN	An Analysis Of 21st Century Skills In Preschool Children In Terms Of Demographic And Class Variables	175-188
Cansu TUTKUN	Children’s Participation In Household Decision-Making Processes During The Preschool Period: Perceptions Of Authority And Rule-Setting Experiences	189-204
Seçil GÖKTEPE Tolga GÜYER	An Examination Of The Effectiveness And Consistency Of AI-Supported Peer Assessment At The Middle School Level	205-211
Fatma Şeyma KOÇ	Developing Digital Applications For Language Learning: Pedagogical Approaches, Contexts, And Results	212-214
Emine ÖNCÜ Medine ÇİMTAY Nurgül ÇATAK Beyza MÜJDECİ	9-11 Yaş Arası Çocuklarda Göçmenlik Durumuna Göre Öznel Sosyal Statünün Psiko-Sosyal Durum Ve Biyobelirteçlerle İlişkisi	215-216
Edanur TARI Sertel ALTUN	Implementation Fidelity of Teachers at Different Educational Levels Toward Universal Design for Learning (UDL) Principles: A Descriptive and Comparative Study	217-219
Aylin ARSLAN	An Integrated E-Commerce Platform For International Markets: Sneakerbox.Ru	220-227
Meryem PULAT ÖZTÜRK	The Effects Of The February 6, 2023 Kahramanmaraş Earthquakes On Provincial Internal Migration Dynamics In Türkiye: A Clustering Analysis	228-229
Hilal KUVVETLİ	The Rise Of Right-Wing Populism And The Political Economy Of Sustainable Development: A Hegemonic Struggle In Global Capitalism	230-232
Betül USLU ÜNALDI Mediha Mine ÇELİKKOL	Financial Literacy Through The Dimensions Of Perception, Attitude, And Behavior: A Demographic Analysis	233-245

AUTHORS	TITLE	NO
Ali ERDEM	The Main Obstacles To The Development Of Administrative Law In Turkey	246-248
İkram ALPSOY	On The Visual Culture Of Selfies Shared On Social Media	249-253
Resat OYGUC Evrin OYGUC	A Parametric Study Of Tuned Mass Damper Performance In Slender Reinforced Concrete High-Rise Buildings	254-262
Khushbu SHARMA Kanchal GUPTA	Forensic Science And Criminological Insights: Transforming Criminal Investigation	263
Rajesh KUMAR	Privacy And Protection Of Big Data Vis-À-Vis Artificial Intelligence: A Critical Analysis	264
Nguyen The HONG Pham Thi Kim NGAN Duong To Quoc THAI	The Ideology of "People as the Root" in the Hong Duc Code: Social Protection Policies and Anti-Oppression for Vulnerable Groups	265-280
Tran Thi NHUNG Nguyen Danh THAI Le Tuan KIET, Ngo Tan DAT Duong To Quoc THAI	From The Truman Doctrine To East-West Polarization: The Establishment And Operational Process Of The Yalta Bipolar Order	281-296
Akshat CHATURVEDĪ Bhumika SHARMA	One Health Approach Vis-À-Vis Future Pandemics	297
Mehmet Ogulcan DİKMEN	Changes To The Use Of Social Media In The Healthcare Sector Under The Regulation On Promotion And Information Activities In Healthcare Services	298-308
Handan Göze OĞUZ	Investigation Of Cephalometric Changes After Rme And Sarne Treatment In Patients With Maxillary Constriction: A Case Series Presentation	309-310
Saliha KOÇKAYA Sevilay CANSIZ Gülsüm ÖZTÜRK EMİRAL Dilek ÖZTAŞ Ergün ERASLAN	An Overview Of Ergonomic Factors In Office Environments: The Relationship Between Employee Health And Spatial Design	311-323
Saliha KOÇKAYA Sevilay CANSIZ Gülsüm ÖZTÜRK EMİRAL Dilek ÖZTAŞ Ergün ERASLAN	Health Surveillance In Welding And Hot Cutting Operations	324-330
Ebru GÖKOĞLAN	Examination Of Nursing Workforce Capacity In Turkey	331-337
Rabia GÜZELOĞLU Yağmur KIRCILI Seher GÜRDİLYILMAZ	Investigation Of The Relationship Between Environmental Health Literacy And Ecological Footprint Awareness Among University Students	338-340
Selviye LAJQİ, Florinda VOKSHİ Diana VOKSHİ	Sustainable Environmental Innovations: Linking Natural Sciences, Technology, and Psychological Well-Being	341
Erhan ŞENSOY	Advantages and Disadvantages of Tumoroid-Based Approaches in Cancer Research	342-350
Erhan ŞENSOY	Ferroptosis as a Therapeutic Target: A Dual Mechanism in Disease Context	351-357
Ceylan ŞAHİN	The Effect Of Framing Strategies In Design Education On The Value Creation Process In Student Projects	358-366
Ceylan ŞAHİN	Comparison Of Two Different Strategies On The Development Of Abstraction Skill In Design: Gradual Constraint And Gradual Elaboration Models	367-377

AUTHORS	TITLE	NO
Medine İRAK	Yedinkule Gardens Between Cultural Heritage And Ecology: The Artistic Representation Of Change And Continuity	378-391
Omer Shujat BHATTİ, Seemin ASLAM Mohsin Iqbal DEO	Sustainable Healthcare Infrastructure: An Indigenous Incinerator Design Model For Hospital Waste Management In Pakistan	392
Gül Hayat DEMİRCİ Ahmet BEYÇİOĞLU	Sustainable And Climate-Sensitive Transportation Policies In The Context Of Bike-Sharing Systems: A Conceptual Evaluation Of Medium-Sized Cities	393-404
Abdulla MUSTAFAYEV Münevvar SÜLEYMANOVA Nazli ALİYEVA Gülay MUSTAFAYEVA Nermin ABBASOVA	Yapay Zekaya Dayalı Uzaktan Eğitim Sistemlerinde Öğretmenin Rolü	405-417
Ceren Beyza İNCE KARDEŞ	Investigation Of The Resistance Of Hot Mix Asphalt Containing Date Kernel Powder Against Moisture Damage	418-434
Volkan ÇAVDAR Ayhan SOYDAŞ Burak ERKAN Tamer SINMAZÇELİK	Improving Production Efficiency And Quality In Bracket Parts By Using An Automatic Tapping Machine	435-436
Arzu AÇIKGÖZ Reyhan CEYLAN Ömer Emre UÇAKKUŞ Tamer SINMAZÇELİK	Simulation-Assisted Optimization Of Neck Geometry In The Spring Seat Of Automotive Suspension Systems	437-438
Burak ERKAN Mustafa AKGÜL Ceyhun TUNCER Tamer SINMAZÇELİK	Encoder-Based Sheet Feeding Control System In Progressive And Transfer Presses	439-441
Ali Cem DURAN Gizen MUTLU KORUCU Çiğdem ACI	Comparison Of Prediction Performances Of Transfer Learning And CNN Models In Multi-Class Traffic Accidents	442-468
Ceyhun TUNCER Ayhan SOYDAŞ Tamer SINMAZÇELİK	Mechanical Improvement Design To Reduce The Adjustment Time Of Transfer Arms In Transfer Press Systems And Its Effect On Production Efficiency	469-470
Mustafa AKGÜL Ayhan SOYDAŞ Burak ERKAN Tamer SINMAZÇELİK	Design And Implementation Of A Robotic Part Handling And Automatic Stacking System In CNC Machining Line	471-472
Türkay MURATOĞLU Ömer Emre UÇAKKUŞ Reyhan CEYLAN Tamer SINMAZÇELİK	Image Processing-Based Video Extensometer Method For Strain Measurement In Tensile Tests	473-475
Ezgi ASLANE Abdurrahman GÜNDAY	Investigation Of The Regenerative Braking Gain Rate Of A Trapezoid Driving Cycle Using Real-Time Urban Driving Data	476-487
Azra YÜKSEL Eylül SİĞAK İrem KÖSTEKLİ Hamdi DAĞISTANLI	Pytorch Application on Electronic Band Structure with using Cauchy and Sinus Activation Functions	488-489
Sena ATAŞ, Tuba BUDAK Emine CAN GÜVEN	Carbon Footprint Assessment in Textile Manufacturing Processes	490-498
Berna BEKDEMİR Emine CAN GÜVEN	Assessment Of Carbon Footprint Emissions At The Provincial Scale	499-506
Tasawar IQBAL, Sidra ALTAF	Emerging Phytochemical-Based Nanocarrier Systems For Enhanced Prostate Cancer Treatment	507
Sibel EKEN KORKUT	Green Synthesis Of Silver Nanoparticles Via Laurus Nobilis Leaf Extract: Catalytic Reduction Of Nitroaromatic Compounds And Removal Of Dye Pollutants	508-521

AUTHORS	TITLE	NO
Kadir DANIŞMAZ	Influences Of Tightening Procedure On Loosening Behavior Of Chassis Parts Connections	522
Nodar SULASHVİLİ, Lali PATSİA, Ada (Adel) TADEVOSYAN, Vira KRAVCHENKO, Olga SHAPOVAL, Marika SULASHVİLİ, Igor SENIUK, Tamar OKROPİRİDZE	Comprehensive Scientific Discourse On The Manifestation And Critical Examination Of Key Conceptual, Methodological And Practical Aspects Of Life Cycle Assessment: Principles, Applications, And Emerging Challenges In Environmental And Ecological Sustainability	523-579
Muhammad FAISAL Financial Analyst Alquma NOOR	Block Chain Based Social Welfare Innovation, Strengthening Transparency and Financial Inclusion in BISP	580
Jamiu Adeniyi YUSUF	Examining The Structural Breaks In Geoeconomic Reconfiguration Of Energy And Trade Flows In The Post 2022 Russia–Ukraine Conflict	581-597
S. DHARANI S. SELVAM	The Neuroscience Of Memory	598-602
S. REASHMI S. SELVAM	Improving Natural Language Understanding using Generative AI Models	603-606
R. KAMALAM, M. DEVIBALA, S. SELVAM	Future Of Electricity System With Artificial Intelligence	607-613
S. Suresh KRISHNA, R. MUGESH, S. SELVAM	If Buying Isn't Owning, Then Piracy Isn't Stealing: A Debate on Digital Rights	614-621
ELABBARI Chaimaa, Labjar Najoua, Ouijdane El ouali, EL BOUZIDI Ahmed, ZINAOUI Badre, EL Hajjaji SOUAD	Innovative Strategies for Nitrogen Management in Sustainable Agriculture	622
Hassan ZARIOUH Mounia MOUZOURI	Origin and Evolution of the Term Epistemology	623
VANISRI .M R. SRINIVASAN R. SARAVANAN	The Role Of Pharmacist In Medication Safety	624
Olena BUDIAKOVA Diana PRYHARSKA	Bioeconomy: Prospects For Implementation At Pharmaceutical Enterprises	625
Djellouli AMİR Berredjem YAMİNA Hattab ZHOUR Guesmia HADJER Mehenni MOKTHAR	The Process Of Turning Vegetable Bio-Waste Into Activated Carbons And Using Them In Environmental Applications	626
Djellouli AMİR,Berredjem YAMİNA Hattab ZHOUR,Guesmia HADJER Mehenni MOKTHAR	Employ Inexpensive Bioadsorbents To Eliminate Colorants, Medications, And Heavy Metals	627
T. THENMOZHI R. SARAVANAN R. SRINIVASAN	Elevating Global Understanding And Education To Confront The Critical Challenge Of Antimicrobial Resistance	628
K. POOJA M. K. VIJAYALAKSHMI Puniparthi SUNITHA	The Role Of Genetics And Immune Response In Leprosy Susceptibility	629-634
LAWAL, Amiru Balarabe JAMILU Abdulkadir	Moderating Effect Of Sales Growth On The Relationship Between Liquidity Management And Financial Performance Of Listed Oil And Gas Companies In Nigeria	635
Nabila Meca ASRI Nabila Suci RAHMADANI Arina MANASIKANA	Zakat Distribution And Its Impact On Poverty Alleviation	636-637
Vu Thi Hoa	Factors Influencing The Intention To Use Functional Foods Among Young Consumers In Vietnam	638

AUTHORS	TITLE	NO
Andrea KEUČAROVÁ Vladimír ŠEBEŇ	Ability Of Slovak Students To Use Critical Thinking In Physics	639-643
Sujeet SINGH Sarken KAPAYEVA Krishna MURARI PANDEY	A Review On Methods Of Measuring Thermal Conductivity	644
Khushbu SHARMA Kanchal GUPTA	Forensic Science And Criminological Insights: Transforming Criminal Investigation	645
Rajesh KUMAR	Privacy And Protection Of Big Data Vis-À-Vis Artificial Intelligence: A Critical Analysis	646-647
Mizanur RAHMAN	Determinants of Bangladesh's Low Tax-to-GDP Ratio: An Empirical Assessment	648-649
Abhijeet MALI, Sanket MHETRE, Pratik DAFALE, Raj KAKADE Jyoti S. YADAV	Study on Pet handling Equipment during medical treatment	650
Rushikesh JADHAV, Vaishnavi PATIL, Sanika YADAV, Pranoti JADHAV, Jyoti S. YADAV	Climate change and its effects on Polar Wildlife	651
Soukaina EL KHALKI, Abdellatif LAMHAMDI, Rachida ELBARGHMI	Evaluation of the Microbiological and Physical-Chemical Quality of Water Supply in the Oujda Region	652
Lamiae OULBAZ, Meriem KASBAJI Zineb KASSAB, Abdelwahed CHARI Jones ALAMI, Mouad DAHBI Mounir EL ACHA	Innovative Hard Carbon Anodes Derived from Lignocellulosic Biomass for High-Performance Sodium-Ion Batteries	653-654
Manal EL BAZ, Taher ZAKI Hassan DOUZI	Detection Of Red Traffic Signs Under Variable Lighting And Weather Conditions	655
Fatima Abdou-ALLAH, Fouzia HMIMID Meryem SOUIDEK, Lamiaa AIT SI, Ismail GUENAOU Fatima Ez-zahraa OUSAID Imane Nait IRAHAL, Kabine MOSTAFAA Noureddine BOURHIMA	Integrated Analysis of the Phytochemical Profile, Antioxidant and Antimicrobial Activities, and Safety of Ephedra fragilis Infused Extract	656-657
Meryem SOUIDEK, Fouzia HMIMID Fatima Abdou-ALLAH, Lamiaa AIT SI, Fatima Ez-Zahra OUSAID, Faiza CHBEL, Houssine AZEDDOUG	Phytochemical composition, antioxidant potential, and pharmacological activities of the aqueous extract of <i>Cynara cardunculus</i> L. (Asteraceae) from Morocco	658-659
Yasmine Malak ZERARKA	Inside The Rabbit's Ear: A Focus On Otitis Media	660
Ilnura Ibragimovna FAYZULLINA Ilya Nikolayevich MEDVEDEV	Physiological Changes In The Blood Of Black And Sperm Cows At The End Of Pregnancy And At The Beginning Of Lactation	661
Vidya PADMAKUMAR Murugan SHANTHAKUMAR	The Impact Of Climate Change On The Distribution And Diversity Of Butterflies In India	662
Balasubramani G. L. Rinky RAJPUT Abhinav GROVER	Structure-Based Drug Repurposing To Inhibit The DNA Gyrase Of <i>Mycobacterium tuberculosis</i>	663
Jibrin S., Ibrahim M. Abdullahi A., Mohammed Y. Ahmed I. I., Mustapha M.	Effects Of Farmer -Pastoralist Conflicts On Extension Service Delivery Niger State, Nigeria	664
Pangaribuan Darwin H. Ginting Yohanes C. Widyastuti Diana, Rawesi Ratih R.	The Effect Of Nutrients From Vermicompost Extract As A Nutritional Supplement Ab Mix On The Growth And Yield Of Mustard Plants (<i>Brassica juncea</i> L.) On NFT Hydroponic Systems	665

AUTHORS	TITLE	NO
Nouha HAOUDİ, Mohammed KARA Jamila BAHOU, Lahcen HSSAİNİ Razouk RACHİD	Yield and Biochemical features of fig in some Ficus carica L. Varieties under water stress	666
N'ZAMBI-MIKOULOU Donald EVAYOULOU Benjamin	The Reconstruction Of African Americans' Struggle For The Civil Rights: An Exploration Of Ernest James Gaines's The Autobiography Of Miss Jane Pittman And Alex Haley's Mama Flora's Family	667-680
Victor LACUSTA Valeriu FALA Gheorghe BORDENIUC Mihaela IVANOV Corina GRÎU	Sympathetic Skin Responses Determined By Maximum Voluntary Jaw Contraction In Patients With Autonomous Disorders	681-682
Victor LACUSTA Valeriu FALA Gheorghe BORDENIUC	Screening Of Masticatory Muscle Activity Disorders Based On Infrared Thermography	683-698
Kamal KOHI Isa ABEDINI	Providing a Structural Model of Environmental Ethics Based on Cultural Capital among Tabriz Citizens	699
PRIYAVARSHINI. A.	Enhancing Urban Air Quality With Green Infrastructure And Policy Measures	700
Jisike Faith O. Ogbonna Chimeremmma V. Eje Ozoemena E.	The insight and challenges in nutrition-based treatment of diabetes: A review	701
Mohammed Faris ABDULGHANI Khaldoon Thanoon Al-ABACHII	Prevalence of Nonalcoholic Fatty Liver Diseases Among Obese Adults in Mosul City	702
Najim A. YASSİN Noor M. Qadri OUMERİ	Identification Of Fungi In Burn Wounds Using Conventional And Vitek System In Duhok City, Iraq	703
Clementina Hashimu BULUS Samuel MARKUS	Formative Evaluation Of N-Power Programme In Reducing Youth Unemployment In Bassa, Plateau State, Nigeria	704
Ameur BELMOUHOUH Assia ABDELOUAHED	Durability Of Slabs Made From Recycled Plastic Fibres	705
Khayra DRAUCHE Lazreg HADJİ Mohamed Ait Amar MEZİANE Abdelouahed TOUNSI	Static Bending Analysis Of Functionally Graded Plate Resting On Elastic Foundations	706
Abdulhaqq ABDULWAHAB Rasheed Babatunde ISA Abdulkabir Opeyemi BELLO	Barriers to Adoption of BIM-Based Risk Management in the Construction Industry: A Systematic Literature Review and Bibliometric Analysis	707-726
F. Z EL MANSOURI A. BROURI H. OUBOUDDIO	Optimizing Speed Control in Switched Reluctance Machines with a Novel Approach	727
HEROUAL Samira BELABBAS Belkacem ALLAOUI Tayeb MIMOUNI Said Abdelmalek TAZERKOUNET Souad	Management of Hybrid PV/Battery System Under Variable Load Conditions	728
Milena NIKODIJEVIĆ Anita SADIKOVIĆ Sandra KONSTANTINOVIĆ	Wear Resistance Of Dyed Polyamide Fabric With Isatin As An Alternative DYE	729
Sayanti DAS, Monalisa HALDER Siddhant DAS, Nilajit ROY Amit GHOSH, Sourav MONDAL	Post COVID Status Of ESG Investment In India	730
Buu HOANG LE	Improving The Legal Framework On Low-Emission Tourism Development In Vietnam	731-741

AUTHORS	TITLE	NO
Pushkar PANDEY Renu KUNDU	Ux Study On Handheld Augmented Reality Games By Applying Spradley's Nine Dimensions Design Principle	742
Binyam ZIGTA	The Influence Of Thermal Radiation And Chemical Reaction On Mhd Micropolar Fluid In The Presence Of Heat Generation/ Absorption	743
Najeeb Ullah KHAN, Usman HAIDER, Wania NASIR, Rehan SAJID, Saad TARIQ, Bilal ASLAM, Muhammad Naeem FAISAL	Impact Of Dietary Modulations On Gut Health In Commercial Broiler Birds	744
Foudil KHELIL Fatima BENAOU Khaldi MOKHTAR, Baltache ABDELGHANI Zengah SAHNOUN	The Fin Efficiency In A Forced Heat Convection And Natural Heat Convection	745
Foudil KHELIL*, Fatima BENAOU, Khaldi MOKHTAR, Baltache ABDELGHANI Zinelabidine HARCHOUCHE	Measurement Of The Heat Transfer Characteristics Of Water Flow In Heat Exchangers	746
Ahlem ADOUI Rabah KHALDI Assia GUEZANE-LAKOUD	Analysis Of A Mixed Sequential Caputo Fractional Boundary Value Problem	747
Subhashish DEY	Investigation On Strength And Durability Characteristics Of Ternary Blended Cement Concrete	748
Rokhmatus SOLEKHA Fara LUSTIANI Winata PRASETYO Muhammad Sultan MUBAROK	Consumption Ethics In The Perspective Of Islamic Economic Philosophy	749-750
R. SARAVANAN	Edible Banana Vaccine Against Cholera	751

SAPANCA GÖL SUYUNUN TOHUM ÇİMLENMESİNE ETKİLERİ

Dr. Ercan ÇATAK

Eskisehir Osmangazi University, Faculty of Science, Department of Biology,
Meselik Campus, Eskisehir

ORCID: 0000-0003-2680-590X

Dr. Öğr. Üy. Ferhan KORKMAZ

Eskisehir Osmangazi University, Faculty of Science, Department of Biology,
Meselik Campus, Eskisehir

ORCID: 0000-0002-3797-842X

Asya YAŞA

Eskisehir Osmangazi University, Faculty of Science, Department of Biology,
Meselik Campus, Eskisehir

ORCID: 0009-0007-0294-1989

ÖZET

Göl suları açık kaynaklar olarak sahip oldukları mineraller, ağır metaller açısından bitkileri ve diğer canlıları tehdit edecek içerikte veya gelişimlerine olumlu katkılar sağlayabilecek zenginlikte olabilirler. Durumun açıklığa kavuşturulması için bitki tohumları ile çalışarak denemeler yapmak, kısa sürede ve ekonomik olarak sonuçlar elde etme olanağı sağlar.

Sapanca gölünden alınarak farklı konsantrasyonlarda hazırlanan su örneğinin tohum çimlenmesi ve gelişimi üzerindeki etkilerinin araştırıldığı bu çalışmada; ilk alınan su örneği % 100 konsantrasyon olarak kabul edilmiş ve bundan dilüe edilerek %75, 50, 25, 10 ve 1'lik konsantrasyonlar hazırlanmıştır. Kontrol grubu olarak da saf su kullanılmıştır. Tüm su örnekleri sterilize edildikten sonra tohumlar üzerinde çimlenme denemeleri yapılmıştır. Göl suyunun ICP analizi sonucunda en fazla oranda bulunan magnezyum (Mg) bor (B) ve demir (Fe)'e ilaveten başka birçok metalin de varlığı saptanmıştır. Tohum olarak *Solanaceae* familyasına ait ekonomik değeri yüksek olan; *Lycopersicum esculentum* Mill. cv. H-2274 (domates) ve *Asteraceae (Compositae)* familyasının bir türü olan *Carthamus tinctorius* L. cv. Balcı (aspir) kullanılmıştır. Tohum sterilizasyonu, kültüre alma ve inkübasyon işlemleri kapalı, steril ortamda ve kontrollü şartlarda (16 saat ışık / 8 saat karanlık, 25±2 °C sıcaklık ve yaklaşık 8000-9000 lüks ışık şiddeti) gerçekleştirilerek tohumların çimlenebilme potansiyelleri araştırılmıştır. Tohumlar petri kaplarında 100'erli olacak şekilde üç seri halinde kültüre alınmışlardır. 8-10 gün sonunda görülen fideliklerin ve radikulaların toplam sayıları belirlenerek her petri kabı için çimlenme yüzdeleri belirlenmiştir. Değerlendirmeye alınan tüm serilerin aritmetik ortalamaları ile çimlenme yüzdeleri elde edilmiştir.

Çimlenme yüzdelerinde Kontrol ile diğer gruplar arasında düzenli artışlar veya azalmalar görülmesi de; her iki kültivarda % 1'lik konsantrasyonda ve aspride ayrıca %10'luk konsantrasyonda Kontrol grubuna kıyasla artış tespit edilmiştir. Yine aspride % 25 ve üzerindeki konsantrasyonlarda ise çimlenme yüzdelerinin Kontrol'e oranla azalan değerleri dikkat çekmektedir. Bu durum özellikle %100'lük konsantrasyonda çok belirgindir.

Anahtar Kelimeler: Sapanca göl suyu, tohum çimlenmesi, *Solanaceae*, *Asteraceae*, *Lycopersicum esculentum*, *Carthamus tinctorius*.

EFFECTS OF SAPANCA LAKE WATER ON SEED GERMINATION

ABSTRACT

Lake waters, as open sources, can contain minerals and heavy metals that threaten plants and other living organisms, or they can be rich in resources that positively contribute to their growth. To ascertain which is the case, conducting experiments using plant seeds offers the possibility of obtaining results quickly and economically.

This study investigated the effects of water samples taken from Sapanca Lake and prepared at different concentrations on seed germination and development. The first water sample was used as 100% concentration solution, and 75%, 50%, 25%, 10% and 1% concentrated solutions were prepared by dilution. Distilled water was used as a control group. After sterilizing all water samples, germination experiments were conducted on the seeds. ICP analysis of the lake water revealed the presence of magnesium (Mg), boron (B), and iron (Fe) in the highest concentrations, in addition to several other metals. The seeds used were *Lycopersicum esculentum* Mill. cv. H-2274 (tomato), a species with high economic value belonging to the *Solanaceae* family, and *Carthamus tinctorius* L. cv. Balcı (safflower), a species belonging to the *Asteraceae* (*Compositae*) family. Seed sterilization, cultivation, and incubation processes were carried out in a closed, sterile environment under controlled conditions (16 hours light / 8 hours dark, 25±2 °C temperature, and approximately 8000-9000 lux light intensity) to investigate the germination potential of the seeds. Seeds were cultured in petri dishes in three series of 100 seeds each. After 8-10 days, the total number of seedlings and radicles was determined, and germination percentages were calculated for each petri dish. Germination percentages were obtained using the arithmetic means of all series evaluated.

Although no regular increases or decreases were observed in germination percentages between the control and other groups, an increase was detected in both cultivars at a 1% concentration and in the safflower group at the 10% solution compared to the Control group. However, at concentrations of 25% and above in the safflower group, the germination percentages decreased compared to the control group. This effect was particularly noticeable at the 100% solution.

Keywords: Sapanca lake water, seed germination, *Solanaceae*, *Asteraceae*, *Lycopersicum esculentum*, *Carthamus tinctorius*.

TÜRKİYE'DE TİCARİ OLARAK SATILAN YÜZ FONDÖTEN PUDRALARINDAKİ DOĞAL RADYONÜKLİTLERİN BELİRLENMESİ

Şeref TURHAN

Kastamonu Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, 37150 Kuzeykent, Kastamonu, Türkiye

ORCID: 0000-0001-5303-3680

Aslı KURNAZ

Kastamonu Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, 37150 Kuzeykent, Kastamonu, Türkiye

ORCID: 0000-0002-7910-3461

Aybaba HANÇERLİOĞULLARI

Kastamonu Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, 37150 Kuzeykent, Kastamonu, Türkiye

ORCID: 0000-0000-1700-8480

ÖZET

Kozmetik ürünler, uygarlığının başlangıcından beri insanlar tarafından kullanılmaktadır. Kozmetikler, günlük hayatta güzelleştirme, görünüm kusurlarını giderme gibi sebeplerle genelde kadınlar tarafından kullanılan bakım ürünleri olarak tanımlanmaktadır. Yüz fondöten pudrası, ciltteki siyah nokta, akne, sivilce ve leke gibi kusurların kapatılması sağlamak ve böylece cilt tonunu eşitlemek amacıyla kullanılan bir kozmetik üründür. Yüz fondötenleri, asıl olarak su, stabilazörler, yağ, renklendirici maddeler, titanyum dioksit, mika ve demir oksitler gibi maddeleri içermektedir. Günümüzde kozmetik endüstrisi, insanların kozmetik ürünler aracılığıyla çeşitli toksik metallere maruz kalmasında hayati bir rol oynamaktadır. Bu çalışma kapsamında ilk defa Türkiye'de genelde kadınlar tarafından kullanılan ve büyük bir kısmı ithal edilen ticari marka yüz fondötenlerin doğal radyonüklit içerikleri araştırıldı. Kişisel bakım veya kozmetik mağazalarından satın alınarak toplanan 24 farklı fondöten marklarının uranyum (U), toryum (Th) ve potasyum (K) elemental derişimleri (mg/kg cinsinden), bir enerji dağılımlı X-ışını floresans (EDXRF) spektrometresi kullanılarak belirlendi. Daha sonra bu elemental derişimler, ^{238}U , ^{232}Th ve ^{40}K 'un aktivite derişimlerine (Bq/kg cinsinden) dönüştürüldü. ^{238}U , ^{232}Th , and ^{40}K 'ın aktivite derişimleri, sırasıyla ortalaması 6,6 Bq/kg olmak üzere 5,2 – 14,1 Bq/kg, ortalaması 7,4 Bq/kg olma üzere 1,7 – 30,1 Bq/kg ve ortalaması 171,7 olmak üzere 1,0 – 1631,9 Bq/kg aralığında değişti.

Anahtar kelimeler: Fondöten, Doğal radyonüklitler, uranyum, toryum, potasyum, EDXRF

DETERMINATION OF NATURAL RADIONUCLIDES IN COMMERCIALY SOLD FACIAL FOUNDATION POWDERS IN TÜRKİYE

ABSTRACT

Cosmetic products have been used by humans since the dawn of civilization. They are generally defined as skincare products used by women in daily life for purposes such as beautification and correcting facial imperfections. Facial foundation powder is a cosmetic product used to

cover imperfections such as blackheads, acne, pimples, and blemishes, thereby evening out skin tone. Facial foundations primarily contain substances such as water, stabilizers, oil, coloring agents, titanium dioxide, mica, and iron oxides. Today, the cosmetics industry plays a vital role in exposing people to various toxic elements through cosmetic products. This study, for the first time in Türkiye, investigated the natural radionuclide content of commercially produced facial foundations, mostly imported and primarily used by women. The elemental concentrations (in mg/kg) of uranium (U), thorium (Th), and potassium (K) in 24 different foundation brands collected from personal care or cosmetics stores were determined using an energy dispersive X-ray fluorescence spectrometer (EDXRF). These elemental concentrations were then converted into activity concentrations (in Bq/kg) of ^{238}U , ^{232}Th , and ^{40}K . The activity concentrations of ^{238}U , ^{232}Th , and ^{40}K ranged from 5.2 to 14.1 Bq/kg with a mean value of 6.6 Bq/kg, 1.7 to 30.1 Bq/kg with a mean value of 7.4 Bq/kg, and 1.0 to 1631.9 Bq/kg with a mean value of 171.7 Bq/kg, respectively.

Keywords: Foundation, Natural radionuclides, uranium, thorium, potassium, EDXRF

1. INTRODUCTION

Beauty awareness is not unique to the modern age (Naqvi et al. 2022). Even in ancient times, people applied beauty tips to look radiant and attractive (Naqvi et al. 2022). Therefore, cosmetics, generally used for attractiveness, beauty, and anti-aging, have appealed to all segments of society from the dawn of civilization to the present day, resulting in a wide range of uses (Naqvi et al. 2022). Commonly used cosmetic products include foundations, perfumes, lipsticks, nail products, eye and face care products, hair dyes, deodorants, baby products, shower products and creams, toothpaste, and sunscreens. However, awareness of improving physical appearance is gaining increasing attention in the age of globalization, regardless of gender. According to the Personal Care Association, approximately 450 million people in Europe use a wide variety of cosmetic products daily (Naqvi et al. 2022).

Cosmetic products typically contain a long list of ingredients such as organic and inorganic compounds, plant extracts, oils, etc. (Jităreanu et al. 2025). From 1920 to 1950, it was claimed that radiation "energized" the skin and made it look younger, and consequently, it was added to various products (Dorato 2018). In particular, many of these products contained radium, which belongs to the naturally radioactive uranium series. However, even today, some commercial cosmetic and health products contain radioactive substances. These include facial skin care creams, lipsticks, eye shadows, etc.; body creams, perfumes, and baby products; hand creams and nail polish; and hair shampoos, hairsprays, and gels (Labidi et al. 2010; Milena-Perez et al.

2019). Examples also include mineral clay applied externally for cosmetic and medical purposes (skin care, hair, face, tooth creams, etc.). The globalized market and rapid technological development have also affected the situation and led to an increase in the number of cosmetic and health products containing radioactive substances. These types of cosmetic and health products are readily available, particularly through online and local markets, with claims of health benefits not supported by scientific evidence and a lack of information regarding their radioactive content. Examples include so-called scalar energy necklaces, negative ion suits, and bracelets that come into contact with the body, especially the skin (Yoo et al. 2019).

Human safety is a significant concern, especially for products applied daily or to large surfaces, or those designed for infants (Jitäreanu et al. 2025). The issue of personal care products becoming a source of heavy metal exposure has gained attention over the last two decades. Risk assessment for human cosmetics is based on the toxicological profile and exposure level of the components used (Jitäreanu et al. 2025). Current cosmetic legislation lists permitted colorants, preservatives, and UV filters in the additives, as well as prohibited and restricted compounds (Jitäreanu et al. 2025). Significant progress has been made in this area in recent years. Regulatory authorities in the United States, the European Union, and other regions have imposed restrictive limits to ensure product safety and quality (Jitäreanu et al. 2025). Public awareness of these issues has also increased. However, recent studies continue to report the presence of contaminants such as heavy metals in cosmetic products. When these contaminants accumulate in the body, they can pose serious health risks (Jitäreanu et al. 2025). They can cause neurological, cardiovascular, renal, hematological, and skin disorders, and may also exhibit carcinogenic effects. Some have also been identified as endocrine disruptors and may cause reproductive disorders. In this context, the Turkish Cosmetic Products Regulation (OG 2023) and the "Guideline on Safety Assessment of Cosmetic Products" prepared by the Turkish Medicines and Medical Devices Agency contain provisions regarding the safety assessment of cosmetics (Tok 2015). One of the articles in this regulation and guideline concerns impurities and residues, which directly affect product safety (Tok 2015). This regulation clarifies the issue of impurities and residues and specifies the prerequisites related to them (Tok 2015).

Foundations are cosmetic products generally used by women (Soluk 2023). They are defined as creams that create a uniform skin tone, providing an even complexion. Foundations are used to conceal blemishes, blackheads, spots, freckles, and imperfections. Foundations come in various shades and are suitable for different skin types, including dry, oily, and combination

skin (Soluk 2023). Besides covering blemishes, foundations can also be used to even out skin tone and prepare the skin for makeup. Foundations are available in different forms such as liquid, powder, mousse, stick, and cream (Soluk 2023). The main components of foundations are water, oil, stabilizers, coloring agents, mica, titanium dioxide, and iron oxides.

Radionuclide concentrations in various cosmetic and health products are being examined, and the risk of harm is being analyzed based on published data from a number of European and Asian countries (Labidi et al., 2010; Milena-Perez et al., 2019). While many countries have guidelines and regulations regarding radionuclides in cosmetic and health products, regulations and guidelines in Türkiye do not include any limitations or benchmark values regarding radionuclide content in cosmetic products. According to our literature review, there are no existing studies on determining the natural radionuclide content of facial foundation powders used in Türkiye. To address these gaps in the literature, this study aims to (1) analyze the uranium, thorium and potassium concentrations of 24 different facial foundation powder samples, mostly imported and commercially sold, using energy dispersive X-ray fluorescence (EDXRF) spectrometry; (2) determine the natural radionuclide content of the foundation samples by converting these concentrations into ^{238}U , ^{232}Th and ^{40}K activity concentrations. The novelty of this study is that the results obtained will create a database for the radionuclide content of commercially available facial foundation powders and raise awareness among consumers on this issue.

2. MATERIAL AND METHODS

2.1. Collection and preparation

In this study, samples of 24 different commercial foundation brands used in Türkiye, most of which are imported, were collected by purchasing them from personal care or cosmetics stores. The samples were brought to the sample preparation laboratory in their packaging. The packaging of each sample was opened and coded along with the information on it. The samples were coded in a way that the brand names were not legible, thus taking into account both commercial concerns and ensuring that the analyses were carried out impartially. The solid foundation samples were ground into powder and then subjected to a drying process. Thus, the samples were ground to make them fit the calibrated powder geometry in an EDXRF spectrometer. A maximum of three to five grams of each sample was taken for elemental analysis.

2.2. Elemental analysis

The concentrations of uranium (U), thorium (Th), and potassium (K) in foundation samples were analyzed using an Ametek EDXRF (Spectro Xepos) spectrometer. Detailed information about the EDXRF spectrometer was given in detail in previous studies (Altıkulaç and Turhan, 2024; Turhan et al., 2025; Turhan et al., 2026). The EDXRF spectrometer is equipped with an anode X-ray tube (50 W, 60 kV) consisting of a dual thick Pd/Co mixture (Altıkulaç and Turhan, 2024; Turhan et al., 2025; Turhan et al., 2026). The EDXRF spectrometer's target modifier, which optimizes excitation using polarization and secondary targets, offers several different excitation conditions, guaranteeing optimal determination of all elements from Na to U (Altıkulaç and Turhan, 2024; Turhan et al., 2025; Turhan et al., 2026). Measurements are performed in a He gas environment. The system's spectral resolution is less than 155 eV. The EDXRF spectrometer can automatically sample up to 12 samples simultaneously and includes software for sample analysis. The EDXRF spectrometer employs complex calibration techniques, such as "non-standard" calibration, which is generally based on the fundamental parameters method (Altıkulaç and Turhan, 2024; Turhan et al., 2025; Turhan et al., 2026). IAEA-RGU-1 (400 µg/g uranium), IAEA-RGTh-1 (800 µg/g thorium), and IAEA-RGK-1 (44.8 % potassium) certified reference materials prepared by the International Atomic Energy Agency (IAEA) were used for quality assurance of EDXRF spectrometric analyses.

2.3. Activity concentration of radionuclide

The elemental concentrations of U, Th, and K analyzed in the foundation samples by EDXRF were converted to activity concentrations of ^{238}U , ^{232}Th , and ^{40}K as follows (Turhan, 2025):

$$A = \frac{\lambda \times C \times IA (\%) \times N_{Av}}{M \times F} \quad (1)$$

where A is the activity concentration (in Bq/kg) of the radionuclides; λ is the decay constant of radionuclides (4.916×10^{-18} , 1.563×10^{-18} and 1.716×10^{-17} 1/s for ^{238}U , ^{232}Th and ^{40}K , respectively); C is the elemental concentration of U (mg/kg), Th (mg/kg) and K (%); IA is the isotopic abundance (%) of the radionuclides in nature (99.2752%, 100% and 0.0117% for ^{238}U , ^{232}Th and ^{40}K , respectively) (Turhan, 2025); N_{Av} is Avogadro's number (6.023×10^{23} atoms/mol); M is the atomic mass (kg/mol) and F is a factor with a value of 1,000,000 for ^{238}U and ^{232}Th , and 100 for ^{40}K (Turhan, 2025).

3. RESULTS AND DISCUSSION

The activity concentrations with some descriptive statistical data (average, median, standard deviation, etc.) of the natural radionuclides in the foundation samples are presented in Table 1. The frequency distributions of the activity concentrations of the radionuclides are shown in Fig. 1. Also, a comparison of the natural radionuclides analyzed in foundation samples with the worldwide average is shown in Fig. 2.

From Table 1, the activity concentrations of ^{238}U ranged from 5.2 ± 0.6 to 14.1 ± 1.5 Bq/kg with a mean value of 6.6 ± 0.4 Bq/kg. The highest activity concentration of ^{238}U was analyzed in the foundation sample coded F24. Fig. 1a shows that the distribution of ^{238}U activity concentrations exhibits a log-normal distribution. Approximately 71% of the ^{238}U activity concentrations are between 5 Bq/kg and 8 Bq/kg. It can be seen from Fig. 2 that all activity concentrations of ^{238}U are significantly lower than the current worldwide average of 33 Bq/kg (UNSCEAR, 2008).

The activity concentrations of ^{232}Th ranged from 1.7 ± 0.1 to 30.1 ± 2.4 Bq/kg with a mean value of 7.4 ± 1.6 Bq/kg. The highest activity concentration of ^{232}Th was analyzed in the foundation sample coded F12. Fig. 1b shows that the distribution of ^{232}Th activity concentrations exhibits a log-normal distribution. Approximately 88% of the ^{232}Th activity concentrations are between 1 Bq/kg and 10 Bq/kg. It can be seen from Fig. 2 that all activity concentrations of ^{232}Th are lower than the current worldwide average of 45 Bq/kg (UNSCEAR, 2008).

The activity concentrations of ^{40}K ranged from 1.0 ± 0.1 to 1631.91 ± 81.6 Bq/kg with a mean value of 171.2 ± 72.9 Bq/kg. The highest activity concentration of ^{40}K was analyzed in the foundation sample coded F9. Fig. 1c shows that the distribution of ^{40}K activity concentrations exhibits a log-normal distribution. Approximately 71% of the ^{40}K activity concentrations are between 50 Bq/kg and 100 Bq/kg. It can be seen from Fig. 2 that the mean concentration of ^{40}K is approximately two times lower than the current worldwide average of 412 Bq/kg (UNSCEAR, 2008).

Table 1. Activity concentrations with some descriptive statistics data of radionuclides

Sample code	Activity concentrations (Bq/kg)								
	²³⁸ U			²³² Th			⁴⁰ K		
F1	7.5	±	0.8	4.5	±	0.4	689.3	±	34.5
F2	5.9	±	0.7	2.6	±	0.2	7.6	±	0.4
F3	7.1	±	0.8	9.8	±	0.8	183.1	±	9.2
F4	7.7	±	0.8	9.0	±	0.7	449.3	±	22.5
F5	6.3	±	0.7	5.8	±	0.5	88.8	±	4.4
F6	5.6	±	0.6	6.1	±	0.5	5.2	±	0.3
F7	5.4	±	0.6	4.5	±	0.4	297.4	±	14.9
F8	7.7	±	0.8	6.6	±	0.5	6.0	±	0.3
F9	5.3	±	0.6	29.2	±	2.3	1631.9	±	81.6
F10	7.5	±	0.8	5.4	±	0.4	1.5	±	0.1
F11	5.3	±	0.6	4.9	±	0.4	6.6	±	0.3
F12	5.4	±	0.6	30.1	±	2.4	10.5	±	0.5
F13	5.6	±	0.6	4.5	±	0.4	2.0	±	0.1
F14	6.7	±	0.7	2.1	±	0.2	1.4	±	0.1
F15	7.7	±	0.8	2.5	±	0.2	4.5	±	0.2
F16	5.3	±	0.6	4.6	±	0.4	292.5	±	14.6
F17	6.7	±	0.7	4.5	±	0.4	1.2	±	0.1
F18	5.3	±	0.6	5.0	±	0.4	1.9	±	0.1
F19	5.4	±	0.6	5.4	±	0.4	91.7	±	4.6
F20	7.7	±	0.8	3.4	±	0.3	16.7	±	0.8
F21	5.2	±	0.6	1.7	±	0.1	4.1	±	0.2
F22	5.3	±	0.6	2.6	±	0.2	46.4	±	2.3
F23	6.7	±	0.7	2.2	±	0.2	1.0	±	0.1
F24	14.1	±	1.5	20.8	±	1.7	279.8	±	14.0
Average	6.6			7.4			171.7		
Median	6.1			4.7			9.0		
Standard deviation	1.9			7.9			357.4		
Standard error	0.4			1.6			72.9		
Kurtosis	3.0			2.3			3.3		
Skewness	11.6			4.4			12.6		
Minimum	5.2			1.7			1.0		
Maximum	14.1			30.1			1631.9		

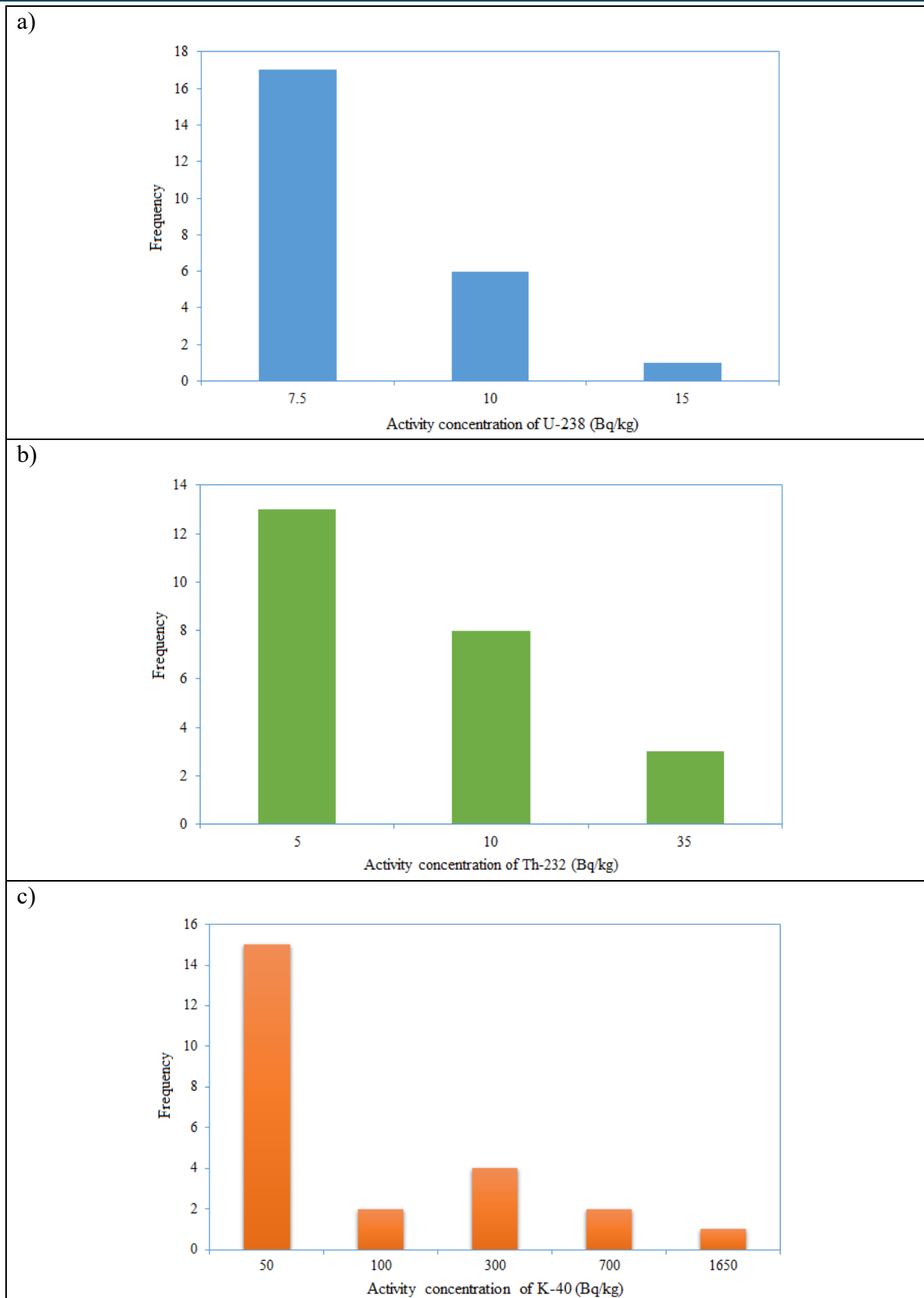


Fig. 1. The frequency distributions of the activity concentrations of radionuclides

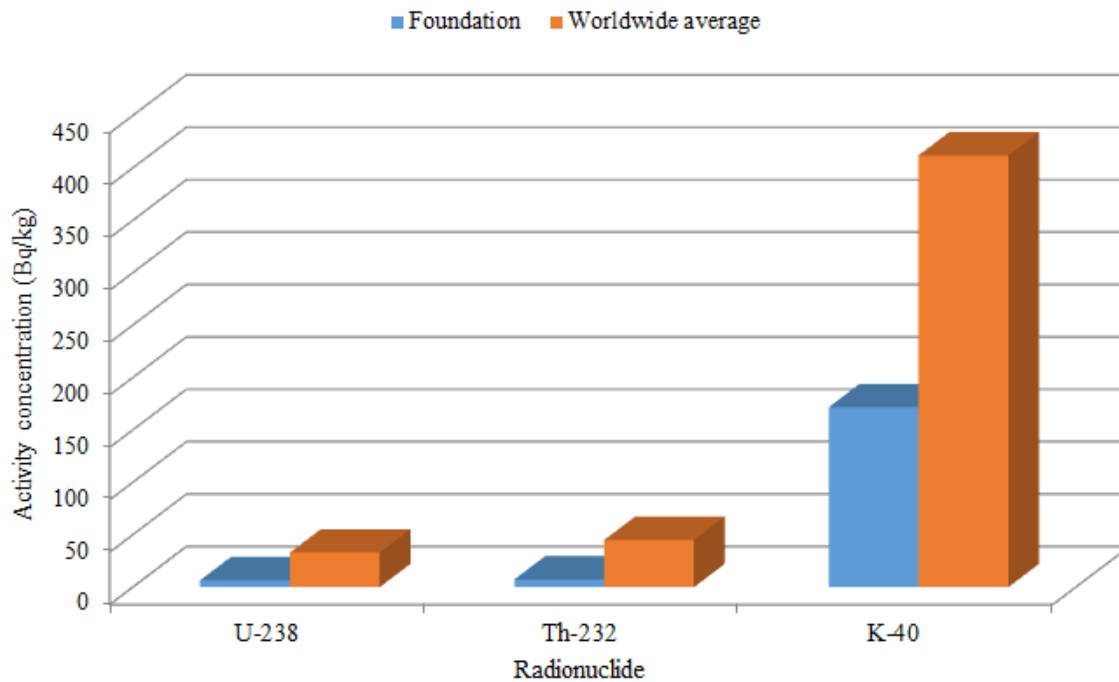


Fig. 2. Comparison of the radionuclides with the worldwide average values

4. CONCLUSIONS

This study, for the first time in Türkiye, determined the natural radioactivity content of some facial foundation powder brands, generally used by women. Analysis results revealed that the activity concentrations of the natural radionuclides analyzed in the foundation samples were lower than the world averages, except for the ^{40}K activity concentration in three foundation brands. With this study, we hope to draw the attention of consumers and raise awareness regarding the activity in the foundation. Standards are necessary to ensure that the radiation dose to which individual members of the public are exposed is at the lowest possible level. We believe that such research will be an important step towards the design and production of safer cosmetic and health products for public use. From a current perspective, examining the concentration of radioactivity in cosmetic and health products is crucial for better assessing the risk of harm from their use. Consequently, many countries have implemented standards and regulated safety measures for radioactive substances in consumer products, often through exemption levels. However, such a regulation does not exist in Türkiye. In this case, in the absence of harmonized control, the international shipment and use of such consumer products may remain a serious global problem.

REFERENCES

- Altıkulaç A, Turhan Ş. (2024). Evaluation of some potentially toxic elements and associated ecological and health risks in topsoil samples adjacent to an industrial zone in Turkey. *ACS Omega*, 9(42), 42668–42678.
- Dorato S. (2018). Part I: general concepts and cosmetic legislation on cosmetic products. In: Amparo Salvador, A.C. (Ed.), *Analysis of Cosmetic Products*, second ed. Elsevier, pp. 3–37. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-52260-3.X5020-7>.
- Jităreanu A, Trifan A, Caba IC, Mărt UL, Agoroaei L. (2025). An overview of heavy metals in cosmetic products and their toxicological impact. *Applied Sciences*, 15, 1–42.
- Labidi S, Mahjoubi H, Essafi F, Ben Salah R. (2010). Natural radioactivity levels in mineral, therapeutic and spring waters in Tunisia. *Radiation Physics and Chemistry* 79, 1196–1202.
- Milena-Perez A, Martínez-Martínez BR, Alvarez E, Exposito-Suarez VM, Pinero-García F, Ferro-García MA. (2019). Natural radium isotopes present in some cosmetic products: determination of activity concentration and dose estimation. *Radiation Protection Dosimetry* 187, 28–33.
- Naqvi SAR, Idrees F, Sherazi TA, Hassan SU, Ishfaq N. (2022). Toxicology associated with heavy metals found in cosmetics. *Journal of the Chilean Chemical Society*, 67(3), 5615–5622.
- OG, 2023. Cosmetic Products Regulation. Official Gazette, Date: 08.05.2023; Number: 32184.
- Soluk M. (2023). Fondötenlerin FTIR (Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi) kullanılarak adli amaçlı incelenmesi. Üsküdar Üniversitesi, Bağımlılık ve Adli Bilimleri Enstitüsü. Adli Bilimler Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, İstanbul
- Tok KC. (2015). Çeşitli kozmetik ürünlerindeki ağır metal düzeylerinin araştırılarak toksikolojik açıdan değerlendirmesi. Ankara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Disiplinlerarası Adli Bilimler Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi. Ankara.
- Turhan Ş, Duran C, Haçerlioğulları A, Bakır TK, Altuner EM, Kurnaz A, Ünal S. (2025). Assessment of potentially toxic metal contents of clay bricks manufactured and utilized as structural building material in Türkiye. *Environmental Science and Pollution Research* 32, 29693–29703.
- Turhan Ş, Türkdoğan S, Altuner EM, Kurnaz A, Haçerlioğulları A. (2026). Heavy metals in perlite quarries and exposure of worker. *Environmental Earth Sciences* 85(58), 1–13.
- Turhan Ş. (2025). Health risk assessment caused by external and internal exposure to radiation dose from naturally occurring radioactive materials in outdoor dust. *Environmental Geochemistry and Health* 47(297), 1–13.
- Yoo DH, Park HJ, Min CH. (2019). Evaluation of the annual effective dose due to the external irradiation induced by using NORM added consumer products. *Applied Radiation and Isotopes* 154, 1–6.
- UNSCEAR (2008). United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR). Sources and effects of ionizing radiation. United Nations Publication, New York, USA 2010.

MADEN OCAĞINDA ÇALIŞAN BİR İŞÇİNİN MARUZ KALABİLECEĞİ DİŞ IŞINLAMADAN KAYNAKLANAN YAŞAM BOYU KANSER RİSKİNİN HESAPLANMASI

Şeref TURHAN

Kastamonu Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, 37150 Kuzeykent, Kastamonu, Türkiye

ORCID: 0000-0001-5303-3680

Aybaba HANÇERLİOĞULLARI

Kastamonu Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, 37150 Kuzeykent, Kastamonu, Türkiye

ORCID: 0000-0000-1700-8480

Aslı KURNAZ

Kastamonu Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, 37150 Kuzeykent, Kastamonu, Türkiye

ORCID: 0000-0002-7910-3461

ÖZET

Canlıların doğal kaynaklardan gelen iyonlaştırıcı radyasyona maruz kalması, yeryüzündeki yaşamın sürekli ve kaçınılmaz bir gerçeğidir. Dünya atmosferine çarpan yüksek enerjili kozmik radyasyon ve yer kabuğunda oluşan ve insan vücudu da dâhil olmak üzere çevrenin her yerinde bulunan karasal (terrestriyal) radyonüklitler, doğal radyasyon maruziyetine katkıda bulunan iki ana unsurdur. Herhangi bir maden ocağında çalışan bir işçi, madenin çıkarılması, öğütülmesi, taşınması vb. süreçlerde sürekli hem kozmik hem de madenin içerdiği karasal radyonüklitlerden yayınlanan iyonlaştırıcı radyasyona maruz kalmaktadır. Bu sürekli maruziyet düşük de olsa radyolojik sağlık riskini artırabilir ve böylece kanser gelişme riski de artabilir. Radyasyondan korunma açısından, yaşam boyu kanser riski, ortalama insan ömrü göz önüne alındığında, radyasyona maruz kalma nedeniyle kanser gelişme olasılığının bir ölçüdür. Yaşam boyu kanser riski, halk ve çalışanlar için radyolojik sağlık riskini gösteren en önemli parametreler arasındadır. Bu çalışmada, ilk defa, İç Anadolu Bölgesinde yer alan beş perlit ocağının 47 farklı noktasında yerden bir metre yükseklikte havada soğurulan gama doz hızı, Geiger Müller (G-M) tüplü sayım cihazı ile ölçüldü. Perlit ocaklarında ölçüle havada soğurulan gama doz hızı, ortalaması 137 nGy/h olmak üzere 89 nGy/h - 223 nGy/h aralığında değişti. Yıllık etkin radyasyon dozu ve buna karşılık gelen yaşam boyu kanser riskinin ortalaması, sırasıyla 243 μ Sv (aralık: 158 μ Sv – 397 μ Sv) ve 9.7×10^{-4} (aralık: 1.6×10^{-3} - 6.3×10^{-3}) olarak bulundu. Ortalama gama doz hızı, karasal radyonüklitlerden kaynaklanan dünya ortalama doz hızı değeri 59 nGy/h'den yaklaşık dört kat daha büyüktür. Ortalama yıllık etkin doz, dünya genelindeki ortalama 460 (390 μ Sv kozmik radyasyondan ve 70 μ Sv dış ortamdaki karasal radyasyondan) μ Sv'den yaklaşık iki kat daha küçüktür

Anahtar kelimeler: Gama doz hızı, Doğal radyonüklitler, kozmik radyasyon, perlit

ESTIMATION OF LIFETIME CANCER RISK CAUSED BY EXTERNAL RADIATION EXPOSURE OF A WORKER IN A MINING OPERATION

ABSTRACT

Exposure of living organisms to ionizing radiation from natural sources is a constant and unavoidable reality of life on the Earth. High-energy cosmic radiation striking the Earth's atmosphere and terrestrial radionuclides formed in the Earth's crust and found throughout the environment, including the human body, are two main elements contributing to natural radiation exposure. A worker in any quarry is constantly exposed to ionizing radiation emitted from both cosmic and terrestrial radionuclides contained in the mine during the processes of extraction, grinding, transportation, etc. This continuous exposure, even if low, can increase the risk of radiological health problems, thus increasing the risk of developing cancer. In terms of radiation protection, excess lifetime cancer risk is a measure of the probability of developing cancer due to radiation exposure, given the average human lifespan. Excess lifetime cancer risk is among the most important parameters indicating radiological health risk for the public and workers. In this study, for the first time, the gamma dose rate absorbed in the air at 1 m above ground at 47 different points in five perlite quarries located in the Central Anatolia Region was measured using a Gieger-Müller (G-M) tube counting device. The absorbed gamma dose rate measured in the perlite quarries ranged from 89 nGy/h to 223 nGy/h with an average of 137 nGy/h. The average annual effective dose and the corresponding excess lifetime cancer risk were found to be 243 μ Sv (range: 158 μ Sv to 397 μ Sv) and 9.7×10^{-4} (range: 6.3×10^{-4} to 1.6×10^{-4}), respectively. The average dose rate was approximately four times higher than the average gamma dose rate of 59 nGy/h from terrestrial radionuclides. The average annual effective dose is approximately two times the worldwide average of 460 μ Sv (390 μ Sv from cosmic radiation and 70 μ Sv from external terrestrial radiation in outdoor)

Keywords: Gamma dose rate, Natural radionuclides, cosmic radiation, perlite

1. INTRODUCTION

Human exposure to ionizing radiation (alpha, beta, and gamma rays) is a constant and unavoidable reality of life on Earth (UNSCEAR 2008). Ionizing radiation comes from two sources: natural and artificial. The majority of the radiation dose to which humans are exposed originates from natural radiation sources. There are two main contributors to natural radiation exposure: high-energy cosmic radiation, or cosmogenic radionuclides, striking the Earth's atmosphere, and terrestrial radionuclides, which form in the Earth's crust and are found throughout the environment, including the human body (UNSCEAR 2008). In addition, there

are a wide variety of situations in which people are exposed to ionizing radiation in the workplace (UNSCEAR 2008).

Cosmic rays interact with the nuclei of atmospheric components, producing a series of interactions and secondary reaction products that contribute to cosmic ray exposure. The intensity of these decreases with increasing depth of atmosphere, from aircraft altitude to ground level. Cosmic ray interactions also produce a range of radioactive nuclei known as cosmogenic radionuclides (UNSCEAR 2008). Interactions of cosmic ray particles in the atmosphere produce a range of cosmogenic radionuclides, including tritium (^3H), beryllium (^7Be), carbon (^{14}C), and sodium (^{22}Na) (UNSCEAR 2008). Essentially, all nuclear species lighter than the target nuclei (primarily nitrogen, oxygen, and argon) are produced via high-energy decay interactions (UNSCEAR 2008). Production is highest in the upper stratosphere, but some energetic cosmic ray neutrons and protons survive into the lower atmosphere and produce cosmogenic radionuclides there as well (UNSCEAR 2008). Production depends not only on altitude but also on latitude and varies with the 11-year solar cycle, which regulates the passage of cosmic rays through Earth's magnetic field (UNSCEAR 2008). Naturally occurring radionuclides of Earth crustal origin, also known as terrestrial or primordial radionuclides, are found in varying degrees in all environmental settings, including the human body (UNSCEAR 2008). Radionuclides and their decay products, whose half-lives are comparable to the age of the Earth, are present in sufficient quantities to significantly contribute to population exposure (UNSCEAR 2008). Terrestrial radionuclides generally contain radionuclides in the uranium (^{238}U) and thorium (^{232}Th) natural radioactive series, and the potassium radioisotope (^{40}K) (UNSCEAR 2008).

Humans are exposed to ionizing radiation emitted from radionuclides contained in these two natural sources in two different ways: external and internal exposure. External exposure is defined as the exposure of the entire body to gamma radiation emitted from terrestrial radionuclides in soil and rocks in the outdoor and in building materials indoors. Internal exposure results from the ingestion and ingestion of terrestrial radionuclides. The largest contribution to external exposure comes from trace amounts of gamma-emitting radionuclides in soil, particularly those in the uranium (^{238}U) and thorium (^{232}Th) series, and the potassium radioisotope (^{40}K) (UNSCEAR 2008). Information on external exposure is obtained from direct measurements of dose rates or assessments based on measurements of radionuclide concentrations in soil (UNSCEAR 2008). The natural radiation sources to which an individual

living on Earth is exposed and the annual dose values received from these sources are presented in Table 1.

Table 1. An individual's exposure to natural radiation

Natural source		Annual effective dose (mSv)	
		Mean	Range (min-max)
Cosmic		0.39	0.3-1.0
External terrestrial radiation	Outdoors	0.07	
	Indoors	0.41	
	Total	0.48	0.3-1.0
Inhalation	^{238}U and ^{232}Th series	0.006	
	Radon (^{222}Rn)	1.15	
	Thoron (^{220}Rn)	0.1	
	Total inhalation exposure	1.26	0.2-10
Ingestion	40K	0.17	
	^{238}U and ^{232}Th series	0.12	
	Total ingestion exposure	0.29	0.2-1.0
Total		2.4	1.0-13.0

This study aims to evaluate the radiological health risk caused by external exposure to workers in quarries. For this purpose, the gamma dose rates absorbed in the air at 1 m above ground at 47 different points in five perlite quarries located in the Central Anatolia Region of Türkiye were measured using a Geiger-Müller (G-M) tube counting device. Then, based on the results of these dose rate measurements, the annual effective dose and the corresponding excess lifetime cancer risk were estimated to evaluate radiological health risk. This study is the first detailed study attempting to evaluate the radiological risk to workers in perlite mines in Türkiye.

2. MATERIAL AND METHODS

2.1. Study area

As previously stated, the study area selected was commercially operating perlite quarries in Ankara and Nevşehir provinces in the Central Anatolia Region. The measurement points and their coordinates in the study areas are given in Table 2.

2.2. Measurement process

The gamma dose rate absorbed in the air at a height of 1 m above the ground in perlite quarries was measured using a Geiger-Müller (G-M) tube counting device manufactured by the Turkish Atomic Energy Authority (Fig. 1). Measurements were repeated three times at the same point. The average value of each point was given as the average of the values measured in $\mu\text{R/h}$ at the

three points. The dose rate results obtained from crustal and cosmic radiation measured at different points were multiplied by a factor of 8.8 to convert them from $\mu\text{R/h}$ to nGy/h .

2.3. Radiological risk evaluation

Radiological risk evaluation for workers in perlite mines was conducted by estimating the annual effective dose and corresponding excess lifetime cancer risk based on measured dose rates.

Table 2. Information on measurement points

Quarry code/Location of quarry	Location code	Geographic coordinates	
		Y	X
PERQ1/ANKARA (Çubuk district) (TEKNOMAR GRUP MADENCİLİK)	L1	40 18 13N	33 08 48E
	L2	40 18 14N	33 08 46E
	L3	40 18 14N	33 08 46E
	L4	40 18 15N	33 08 47E
	L5	40 18 14N	33 08 48E
	L6	40 18 13N	33 08 49E
	L7	40 18 14N	33 08 50E
	L8	40 18 15N	33 08 51E
	L9	40 18 15N	33 08 50E
	L10	40 18 16N	33 08 50E
PERQ2/Nevşehir (Karapınar area) NEVŞEHİR İL ÖZEL İDARESİ MADEN OCAĞI	L11	38 32 00N	34 33 03E
	L12	38 32 08N	34 33 03E
	L13	38 32 12N	34 33 04E
	L14	38 32 04N	34 33 04E
	L15	38 32 06N	34 33 06E
	L16	38 32 01N	34 33 03E
	L17	38 32 00N	34 33 04E
PERQ3/Nevşehir (Acıgöl district, Karacaören area) AKTİF MADENCİLİK	L18	38 32 33N	34 36 31E
	L19	38 32 32N	34 36 30E
	L20	38 32 32N	34 36 29E
	L21	38 32 31N	34 36 29E
	L22	38 32 33N	34 36 31E
	L23	38 32 29N	34 36 29E
	L24	38 32 28N	34 36 29E

	L25	38 32 28N	34 36 29E
	L26	38 32 28N	34 36 30E
	L27	38 32 28N	34 36 31E
PERQ4/Nevşehir (Büyük Göllü Dağı area) POSAT MADENCİLİK	L28	38 14 38N	34 32 47E
	L29	38 14 38N	34 32 48E
	L30	38 14 37N	34 32 46E
	L31	38 14 38N	34 32 45E
	L32	38 14 38N	34 32 47E
	L33	38 14 38N	34 32 48E
	L34	38 14 38N	34 32 48E
	L35	38 14 37N	34 32 46E
	L36	38 14 38N	34 32 48E
	L37	38 14 38N	34 32 45E
PERQ5/Nevşehir (Nenezi Dağı area) KAPADOKYA PERLİT MADENİ	L38	38 22 57N	34 28 05E
	L39	38 22 57N	34 28 04E
	L40	38 22 58N	34 28 05E
	L41	38 22 58N	34 28 04E
	L42	38 22 57N	34 28 03E
	L43	38 22 57N	34 28 02E
	L44	38 22 57N	34 28 06E
	L45	38 22 58N	34 28 02E
	L46	38 22 57N	34 28 07E
	L47	38 22 57N	34 28 01E



Fig. 1. Geiger-Müller (G-M) tube counting device

The annual effective radiation dose was calculated using the following equation (UNSCEAR, 2008):

$$E = D \times DCC \times AT \times 10^{-3} \quad (1)$$

where E is the annual effective dose (μSv); D is the absorbed dose rate measured at perlite quarry locations; DCC is the dose conversion coefficient of 0.7 Sv/Gy, and AT is the average time spent by workers in perlite quarries, taken as 0.29, which indicates that workers spend approximately 30% of their annual time in the quarries.

The excess lifetime cancer risk associated with the annual effective dose caused by the external exposure in outdoor was estimated as follows (ICRP 1990):

$$LCR = E \times ALT \times RF \times 10^{-6} \quad (2)$$

where E is the annual effective dose (μSv) given in Eq.1; ALT is the average lifetime for adults (70 y), and RF is the risk factor (0.057/Sv) (ICRP, 1990).

3. RESULTS AND DISCUSSION

Some descriptive statistical data related to the ambient dose rate values measured for all perlite quarries are given in Table 3. The frequency distribution of all measured dose rate values is shown in Fig. 2. Also, dose rate values measured at each point in the perlite quarries are given in Table 4.

Table 3. Some descriptive statistical data related to dose rate values

	Absorbed dose rate (nGy/h)
Mean	137
Standard Error	5
Median	133
Mode	143
Standard Deviation	33
Kurtosis	-0.1
Skewness	0.7
Range	134
Minimum	89
Maximum	223
Number of measurement points	47

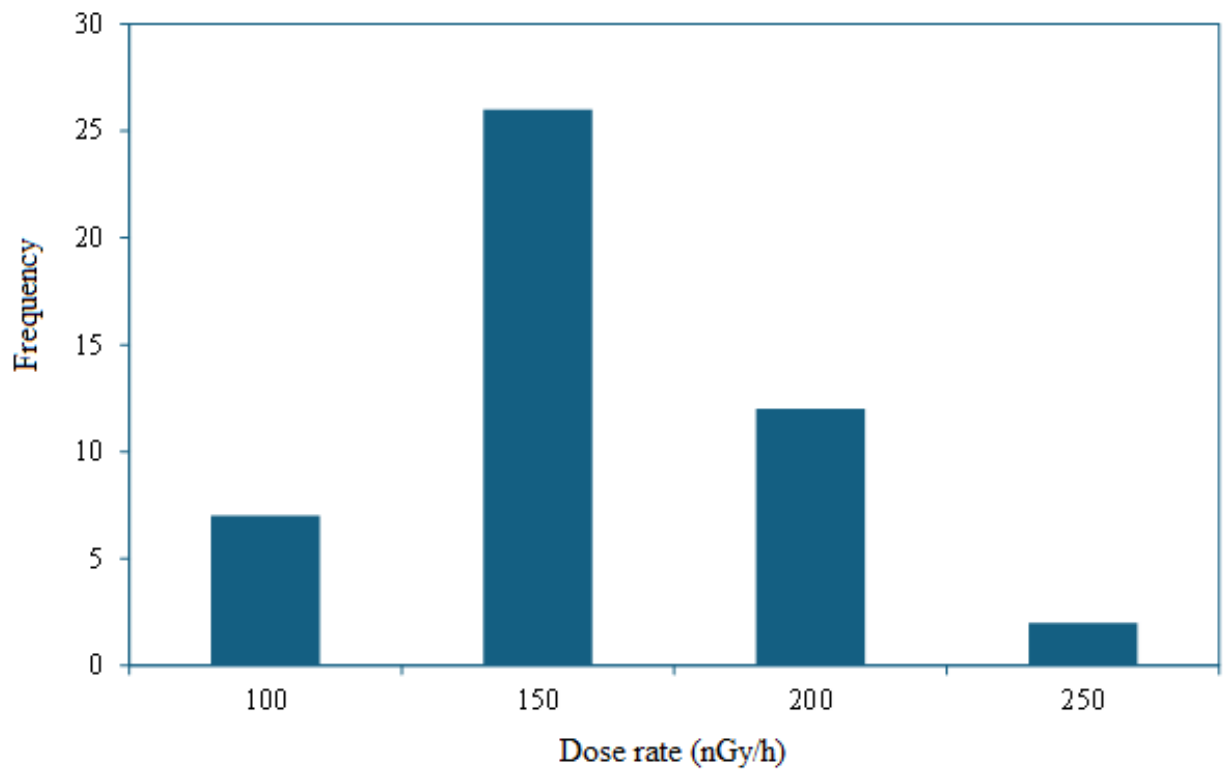


Fig. 2. Frequency distribution of all measured dose rates

Table 4. Dose rate values measured at each point

Location code	Dose rate (nGy/h)
L1	141
L2	103
L3	202
L4	143
L5	114
L6	132
L7	98
L8	95
L9	157
L10	168
L11	197
L12	99
L13	156
L14	125
L15	166
L16	122

L17	112
L18	195
L19	127
L20	154
L21	137
L22	109
L23	133
L24	172
L25	143
L26	95
L27	97
L28	131
L29	101
L30	121
L31	125
L32	187
L33	102
L34	137
L35	159
L36	223
L37	147
L38	98
L39	197
L40	123
L41	107
L42	155
L43	147
L44	89
L45	109
L46	134
L47	133

As can be seen from Table 3, the measured dose rates ranged from 89 to 223 nGy/h with a mean value of 137 nGy/h. From Table 4, the highest dose rate was measured at location L36 of the perlite quarry coded PERQ4. Fig. 2 shows that all dose rate distributions exhibit a distribution

close to a normal distribution. The average dose rate is approximately two times higher than the worldwide average of 59 nGy/h for absorbed gamma dose from external exposure in outdoor (UNSCEAR 2008). This is quite normal because the measured dose rate values originate from both gamma rays emitted from terrestrial radionuclides and ionizing cosmic radiation. The average and range (min-max) values of the measured dose rates for each perlite quarry are given in the second row of Table 5. Perlite quarries were ranked from largest to smallest based on average dose rate values as follows: PQ4 (143 nGy/h) > PQ2 (140 nGy/h) > PQ3 (136 nGy/h) > PQ1 (133 nGy/h) > PQ5 (129 nGy/h).

Table 5. Average and range (min–max) values of the gamma dose rates of perlite quarries

		Quarry code				
		PQ1	PQ2	PQ3	PQ4	PQ5
Absorbed dose rate (nGy/h)	Mean	135	140	136	143	129
	Min	95	99	95	101	89
	Max	202	197	195	223	197
Annual effective dose (μSv)	Mean	241	248	242	255	230
	Min	169	176	169	180	158
	Max	359	351	347	397	351
Excess lifetime cancer risk	Mean	9.6×10^{-4}	9.9×10^{-4}	9.7×10^{-4}	1.0×10^{-3}	9.2×10^{-4}
	Min	6.7×10^{-4}	7.0×10^{-4}	6.7×10^{-4}	7.2×10^{-4}	6.3×10^{-4}
	Max	1.4×10^{-3}	1.4×10^{-3}	1.4×10^{-3}	1.6×10^{-3}	1.4×10^{-3}

The annual effective dose and lifetime cancer risk values for adult perlite quarry workers are given in Table 6. Annual effective dose value ranged from 158 to 397 μSv with a mean value of 243 μSv.

Table 6. The annual effective dose and lifetime cancer risk values

Location code	Annual effective dose (μSv)	Lifetime cancer risk
L1	251	1.0×10^{-3}
L2	183	7.3×10^{-4}
L3	359	1.4×10^{-3}
L4	254	1.0×10^{-3}
L5	203	8.1×10^{-4}
L6	235	9.4×10^{-4}
L7	174	7.0×10^{-4}
L8	169	6.7×10^{-4}
L9	279	1.1×10^{-3}
L10	299	1.2×10^{-3}
L11	351	1.4×10^{-3}
L12	176	7.0×10^{-4}
L13	278	1.1×10^{-3}
L14	222	8.9×10^{-4}
L15	295	1.2×10^{-3}
L16	217	8.7×10^{-4}
L17	199	8.0×10^{-4}
L18	347	1.4×10^{-3}
L19	226	9.0×10^{-4}
L20	274	1.1×10^{-3}
L21	244	9.7×10^{-4}
L22	194	7.7×10^{-4}
L23	237	9.4×10^{-4}
L24	306	1.2×10^{-3}
L25	254	1.0×10^{-3}
L26	169	6.7×10^{-4}
L27	173	6.9×10^{-4}
L28	233	9.3×10^{-4}
L29	180	7.2×10^{-4}
L30	215	8.6×10^{-4}
L31	222	8.9×10^{-4}
L32	333	1.3×10^{-3}

L33	182	7.2×10^{-4}
L34	244	9.7×10^{-4}
L35	283	1.1×10^{-3}
L36	397	1.6×10^{-3}
L37	262	1.0×10^{-3}
L38	174	7.0×10^{-4}
L39	351	1.4×10^{-3}
L40	219	8.7×10^{-4}
L41	190	7.6×10^{-4}
L42	276	1.1×10^{-3}
L43	262	1.0×10^{-3}
L44	158	6.3×10^{-4}
L45	194	7.7×10^{-4}
L46	238	9.5×10^{-4}
L47	237	9.4×10^{-4}
Mean	243	9.7×10^{-4}
Min	158	6.3×10^{-4}
Max	397	1.6×10^{-3}

The average annual effective dose is approximately two times the worldwide average of 460 μSv (390 μSv from cosmic radiation and 70 μSv from external terrestrial radiation in outdoor) given in Table 1. The average and range (min-max) values of the estimated annual effective dose values for each perlite quarry are given in the third row of Table 5. Perlite quarries were ranked from largest to smallest based on average annual effective dose values as follows: PQ4 (255 μSv) > PQ2 (248 μSv) > PQ3 (242 μSv) > PQ1 (241 μSv) > PQ5 (230 μSv).

The excess lifetime cancer risk values ranged from 6.3×10^{-4} to 1.6×10^{-3} with a mean value of 9.7×10^{-4} . The average excess lifetime cancer risk is below the worldwide average of 1.5×10^{-3} from external terrestrial radiation in outdoor areas. The average and range (min-max) values of the estimated excess lifetime cancer risk values for each perlite quarry are given in the fourth row of Table 5. Perlite quarries were ranked from largest to smallest based on average excess lifetime cancer risk values as follows: PQ4 (1.0×10^{-3}) > PQ2 (9.9×10^{-4}) > PQ3 (9.7×10^{-4}) > PQ1 (9.6×10^{-4}) > PQ5 (9.2×10^{-4}).

4. CONCLUSIONS

This study, for the first time, assessed the radiation dose and associated cancer risk that a worker in a perlite quarry might be exposed to during their work. The study calculated that a worker is exposed to an average annual dose of 243 μSv . This dose value is significantly higher than the global average of 70 μSv caused by gamma radiation emitted from cosmic radionuclides. This difference is due to the radionuclides contained in the perlite mineral and cosmic radiation.

REFERENCES

- UNSCEAR (2008). United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR). Sources and effects of ionizing radiation. United Nations Publication, New York, USA, 2010.
- ICRP (1990). Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, 212, 1-3, publication 60.

DONDURARAK KURUTMANIN MEYVE VE SEBZELERİN BİYOAKTİF BİLEŞENLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Dr. Öğr. Üyesi Fatma COŞKUN TOPUZ

Hakkari University, Faculty of Health Sciences, Department of Nutrition and Dietetics, 30000,
Merkez, Hakkari

ORCID ID: 0000-0002-3136-6983

ÖZET

Uygulanması yüzyıllar öncesine dayanan kurutma teknolojisi ile meyve ve sebzeler uzun süre depolanabilmektedir. Ev ortamında ya da ticari ölçekte kurutma prensiplerine dikkat edilerek kurutma işleminin yapılması ile raf ömrü uzun atıştırmalıklar elde edilebilmektedir. Özellikle son yıllarda sağlıklı atıştırmalıklar arasında kurutulmuş meyveler ya da meyve cipsleri dikkat çekmektedir. Sadece meyve ürünleri değil, soğan ya da sarımsak tozu gibi kurutulmuş sebze tozları da yoğun aromaları nedeniyle sıklıkla tüketilmeye başlanmıştır. Kurutma işlemi ilk zamanlarda güneş enerjisi ile, daha sonrasında yapay kurutucular yardımıyla yapılmaya başlanmıştır. Gelişen teknolojilerle beraber pek çok farklı prensiple çalışan kurutucu tipi piyasaya sürülmüştür. Yeni kurutma teknolojilerinden biri de dondurarak kurutma tekniğidir. Dondurarak kurutma teknolojisi ile tüketicilere yüksek kalitede ve yüksek besleyici değere sahip meyve ve sebze ürünleri sunmak mümkün hale gelmiştir. Yapılan birçok araştırma, diğer kurutma tekniklerine kıyasla dondurarak kurutulmuş gıdaların neredeyse taze formlarına yakın fenolik bileşik içerdiği ve antioksidan özelliklerini yüksek oranda koruduğunu ortaya koymuştur. Sadece biyoaktif bileşenler bakımından değil, dondurarak kurutulan meyve ve sebzeler orijinal formları gibi görünmekte, tat ve tekstür özellikleri de tüketicileri yüksek oranda tatmin etmektedir. Günümüzde sıcaklık uygulamalarının istenmeyen etkileri (renkte esmerleşme, HMF oluşumu gibi) dondurarak kurutma teknolojisi ile ortadan kaldırılabilir. Ayrıca sıcaklığa hassas fenolik bileşikler dondurarak kurutma ile korunabilir. Sıcaklık uygulamalarından farklı olarak, kurutulacak meyve ve sebzeler taze hali ile hızlı bir şekilde kurutma işlemine alınmak zorunda değildir. Gıdalar derin dondurucularda muhafaza edildikten sonra da kurutma işlemine alınabilmekte, böylelikle depolanan meyve ve sebzeler sonraki tarihlerde kurutulabilmektedir. Bu sebeplerden dolayı pek çok üretici ve tüketici kuru meyve sebze tüketiminde dondurarak kurutulmuş gıdalara öncelik vermektedir.

Anahtar kelimeler: Antioksidan, dondurarak kurutma, fenolik bileşenler, kalite, kurutma teknolojileri

IMPACT OF FREEZE-DRYING ON BIOACTIVE COMPONENTS OF FRUITS AND VEGETABLES

ABSTRACT

With drying technology, which has been used for centuries, fruits and vegetables can be stored for a long time. By drying at home or on a commercial scale, snacks with a long shelf life can be obtained by paying attention to drying principles. Especially in recent years, dried fruits or fruit chips have attracted attention among healthy snacks. Not only fruit products, but also dried vegetable powders such as onion or garlic powder have begun to be consumed frequently due to their intense aromas. The drying process was initially carried out with solar energy, and later with the help of artificial dryers. With the developing technologies, many different types of dryers operating on different principles have been introduced to the market. One of the new drying technologies is the freeze-drying technique. With freeze drying technology, it has become possible to offer consumers high quality and high nutritional value fruit and vegetable products. Many studies have shown that freeze dried foods contain almost the same phenolic compounds as their fresh forms and maintain their antioxidant properties at a high rate, compared to other drying techniques. Not only in terms of bioactive components, freeze-dried fruits and vegetables look like their original forms, and their taste and texture characteristics also satisfy consumers to a high extent. Today, undesirable effects of temperature applications (such as browning, HMF formation) can be eliminated with freeze-drying technology. In addition, temperature-sensitive phenolic compounds can be preserved by freeze-drying. Unlike temperature applications, fruits and vegetables to be dried do not have to be dried quickly in their fresh state. Foods can also be dried after being stored in deep freezers, so that stored fruits and vegetables can be dried at later dates. For these reasons, many producers and consumers give priority to freeze-dried foods in their consumption of dried fruits and vegetables.

Keywords: Antioxidant, freeze drying, phenolic compounds, quality, drying technologies

GİRİŞ

Gıdaların kurutularak muhafaza edilmesi uzun yıllardır kullanılan bir tekniktir. Yüzyıllar öncesi dönemlerden günümüz teknolojik çağına kadar pek çok farklı bitki, meyve sebze, et, süt ve daha birçok gıdada kurutma işlemi uygulanmıştır. Kurutma teknolojisi ile yüksek miktarda gıda içindeki nem uzaklaştırılmakta, bu sayede ürün uzun süre dayanıklı hale getirilmektedir. Özellikle dondurarak kurutma, yüksek değerli ve çabuk bozulan gıdaların besinsel ve duyuşsal özelliklerini koruyarak raf ömrünü önemli ölçüde uzatmada kritik bir rol oynamaktadır (Faruq ve ark., 2025; Ma ve ark., 2023).

Bugün gelişen teknolojilerle gıda maddeleri daha uzun süre ve kalite kaybının en az olacak şekilde elde etmek mümkündür. Gıda sanayinde kurutma işlemi temel olarak doğal kurutma (güneşte) ve yapay kurutma şeklinde ikiye ayrılmaktadır. Güneşte kurutmanın her ürün için uygun olmaması, çeşitli kimyasal maddelerle takviyeli olarak kullanılması, kurutma esnasında geniş bir alana yayılan gıdalarda çeşitli böcek ve parazit sorunları ile karşılaşılması ve kurutma süresinin uzunluğu gibi dezavantajları vardır. Yapay kurutucular hem daha az yer kaplayan hem de kurutma işleminin kısa sürede tamamlandığı kurutucu tipleridir. Bu kurutucu çeşitlerinden biri de dondurarak kurutma yapan kurutuculardır (Coşkun-Topuz, 2022)

Meyve ve sebzeler insan beslenmesinde temel vitamin, mineral ve biyoaktif bileşik kaynaklarıdır. Ancak bu ürünlerin yüksek nem içeriği ve hassas yapıları, hasat sonrası hızlı bozulmalarına yol açar. Bu nedenle kurutma, raf ömrünü uzatmak ve gıda güvenliğini sağlamak için yaygın olarak kullanılan bir muhafaza yöntemidir. Dondurarak kurutma ise özellikle ısıya duyarlı ve yüksek katma değerli gıdalar için en uygun tekniklerden biri olarak kabul edilmektedir (Hailu ve Bekele, 2024)

Bu yöntem, suyun katı fazdan doğrudan gaz fazına (süblimasyon) geçmesi prensibine dayanır. Böylece ürünün yapısı, rengi, aroması ve besin değeri diğer kurutma yöntemlerine göre daha iyi korunur. Bununla birlikte farklı meyve ve sebzelerde dondurarak kurutma sürecinin fitokimyasal maddeler üzerindeki etkileri değişkenlik göstermektedir. Bu durum, teknolojinin optimizasyonu için kapsamlı bilimsel değerlendirmeleri gerekli kılmaktadır (Liu ve ark., 2024).

Gıda İşlemede Dondurarak Kurutma Teknolojisinin Uygulanması

Kurutma işlemi sadece gıdaları uzun süre muhafaza etmek ile kalmaz, gıdanın ağırlığını azaltarak nakliyesini de kolaylaştırmaktadır. Sıcaklık uygulanarak kurutulan gıdalarda boyut küçülmesi karşılaşılan sorunlardanır. Dondurarak kurutma ürünü orijinal boyutunda elde etmek mümkün olabilmektedir (Sayiner ve Beyhan 2023)

Dondurarak kurutma (liyofilizasyon) işlemi, duyuşal, yapısal ve besin içeriği açısından üstün nitelikte ürün elde etmek için kullanılan bir teknolojidir. Bu yöntemde gıda maddesi içindeki su süblimasyon yolu ile uzaklaştırılmaktadır (Angelique Uwineza ve Zhang 2026) Dondurarak kurutma sırasında suyun katı halde bulunması ürünün ilk yapısını korumakta ve minimum hacim azalması ile ürünün şekil değişikliğini en aza indirmektedir. Bu yöntemde düşük sıcaklıkların kullanılması sebebiyle ürün içerisindeki vitamin, mineral ve flavonoid gibi ısıya duyarlı biyoaktif bileşenler ve ürünün orijinal halindeki renk ve aroma gibi özellikleri büyük oranda korunabilmektedir. Diğer taraftan, dondurarak kurutma yönteminin uzun kurutma süresi ve pahalı olması gibi dezavantajları bulunmaktadır (Turgut, 2022).

Dondurarak kurutmanın gıda bileşenleri üzerindeki etkileri

Dondurarak kurutma esnasında gıda bileşiminde bulunan fitokimyasallar üzerinde değişimler meydana gelmektedir. Fitokimyasallar; fenolik bileşikler, askorbik asit, karotenoidler, terpenoidler ve diğer biyoaktif maddeleri kapsayan geniş bir gruptur. Dondurarak kurutma sırasında bu bileşiklerin davranışı hem kimyasal yapılarına hem de işlem parametrelerine bağlıdır (ElGamal ve ark., 2023).

Fenolik bileşikler antioksidan özellikleri, renk oluşumu ve sağlık üzerindeki koruyucu etkileri nedeniyle meyve ve sebzelerde önemli fonksiyonel bileşenlerdir. Kardiyovasküler hastalıklar ve kanser gibi kronik hastalıklara karşı koruyucu etkileri olduğu bildirilmektedir (Zheng ve ark., 2025). Donma sırasında hücre yapısının parçalanması, enzimatik reaksiyonların artmasına ve fenolik bileşiklerin oksidasyonuna neden olabilir. Bu durum toplam fenolik içeriğin azalmasına yol açabilir. Bununla birlikte bazı durumlarda hücre duvarına bağlı fenoliklerin serbest hale geçmesi nedeniyle fenolik içeriğin arttığı da tespit edilmiştir. Ayrıca donma hızının gıdadaki fenolik madde miktarını etkilediği görülmektedir. Yavaş hızda donma ile gıdada büyük buz kristalleri oluşumu ve buna paralel olarak daha fazla hücre zararı görülmektedir. Hızlı dondurma ile fenolik kaybının daha az olduğu vurgulanmaktadır. Kurutma esnasında fenolik bileşiklerin değişimi iki temel mekanizma ile açıklanır. Bunlardan birinci termal bozunmadır. Yüksek kurutma sıcaklığı fenolik bileşiklerin parçalanmasına neden olur. İkincisi oluşan oksidatif reaksiyonlardır. Ortamdaki oksidasyon varlığı fenolik oksidasyonu arttırmaktadır. Dondurarak kurutma teknolojisi ile sıcaklığa bağlı fenolik madde kayıpları da yüksek oranda engellenmektedir (Gonzalez ve ark., 2023; Ewa Jakubczyk ve ark., 2025; Xiaohua Li ve ark., 2025).

Fenolik bileşikler üzerinde olduğu gibi dondurarak kurutma tekniği antioksidan aktiviteyi de etkilemektedir. Antioksidan aktivite genellikle fenolik bileşikler, C vitamini ve karotenoid içeriği ile ilişkilidir. Bazı araştırmalar dondurarak kurutmanın antioksidan aktiviteyi olumlu etkilediğini ortaya koymuştur. Gıdaların antioksidan aktivitesinin dondurarak kurutma ile neredeyse taze formundaki kadar korunduğunu görülmüştür. Araştırmaların bir kısmında da kurutma esnasında antioksidan aktivitede azalma tespit edilmiştir. Dondurarak kurutma sonrası uzun süreli depolama sırasında antioksidan aktivitenin önemli ölçüde azaldığı gözlenmiştir. Bu durum özellikle yüksek depolama sıcaklığı ve yüksek su aktivitesi koşullarında ortaya çıkmaktadır (Rad ve ark., 2025; Drosou ve ark., 2024).

Askorbik asit meyvelerde doğal olarak bulunan önemli bir vitamindir. Askorbik asit sıcaklığa ve oksidasyona karşı hassas bir vitamindir. Düşük kurutma sıcaklıklarında uzun süreli kurutma

askorbik asit kaybını arttırır. Bazı araştırma sonuçlarında donma ve dondurarak kurutma sonrasında askorbik asit miktarının arttığını belirtmiştir. Bunun nedeninin hücre yapısının parçalanması ve ekstraksiyon veriminin artması olduğu düşünülmüştür (Xin Yin ve ark., 2022). Dondurarak kurutmanın etkilediği bileşiklerden biri de karotenoidlerdir. Karotenoidler güçlü antioksidan ve antiinflamatuvar etkiye sahiptir. Dondurarak kurutma sonrası genellikle karotenoid miktarında azalma gözlenir. Bunun başlıca nedenleri oksidasyon, yüksek sıcaklık ve gözenekli yapının oksijenle temasıdır. Dondurarak kurutma sonrası depolamanın yüksek sıcaklıkta yapılması ve yanlış su aktivitelerinde depolamanın gerçekleşmesi karotenoid kaybını hızlandırmaktadır (Coşkun ve ark., 2024).

Dondurarak kurutma klorofil miktarı üzerinde de etkili bir kurutma şeklidir. Klorofil sebzelerin ve meyvelerin yeşil renginden sorumlu temel pigmenttir. Dondurarak kurutulmuş ürünlerin yüksek gözenekli yapısı, klorofilin oksijenle temasını artırarak oksidatif bozulmaya yol açabilir. Bu nedenle ışık, oksijen ve sıcaklık kontrolü depolamada kritik öneme sahiptir (Ledari ve ark., 2024).

SONUÇ

Dondurarak kurutma teknolojisi, gıda kurutma endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Dondurularak kurutulmuş meyve ve sebzelerin üretiminde, besin maddeleri ile biyoaktif bileşiklerin korunma düzeyi, işlemin etkinliğini değerlendirmede önemli bir faktördür. Fitokimyasallar; donma hızı, ısıtma sıcaklığı ve vakum derecesi gibi birçok faktörden etkilenmekte olup ayrıca pH, gözenek yapısı ve meyve-sebze çeşidi ile de ilişkilidir. Polifenol içeriğindeki değişimler ise daha karmaşık bir yapı göstermektedir. Serbest fenolik bileşikler donma sürecinde parçalanabilirken, hücre yapısının bozulması bağlı fenoliklerin serbestleşmesine yol açabilir. Askorbik asit açısından, uzun kurutma süresi ve yüksek sıcaklık işlem sırasında içeriğin azalmasına neden olabilir. Dondurarak kurutma sırasında sıcaklığa, oksijene ve neme duyarlı maddelerde meydana gelen değişimlere ilişkin ileri çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca dondurarak kurutma teknolojisinin gıda endüstrisinde kaliteyi koruma açısından vazgeçilmez bir tekniktir, ancak sürdürülebilirlik ve enerji verimliliği açısından yenilikçi teknolojilerle desteklenmesi gerekmektedir. Hibrit sistemler, akıllı kontrol teknolojileri ve yapay zekâ entegrasyonu sayesinde kurutma süresi kısalsabilir, enerji tüketimi azalabilir ve gıda kalitesi arttırılabilir. Gelecekte bu teknolojilerin ekonomik analizlerinin yapılması ve endüstriyel ölçekte uygulanabilirliğinin artırılması önemli araştırma alanları olarak görülmektedir.

KAYNAKLAR

- Al Faruq, A., Farahnaky, A., Dokouhaki, M., Khatun, H. A., Trujillo, F. J., & Majzoobi, M. (2025). Technological innovations in freeze drying: Enhancing efficiency, sustainability, and food quality. *Food Engineering Reviews*, 1-25.
- Ma, Y., Yi, J., Jin, X., Li, X., Feng, S., & Bi, J. (2023). Freeze-drying of fruits and vegetables in food industry: Effects on phytochemicals and bioactive properties attributes-a comprehensive review. *Food Reviews International*, 39(9), 6611-6629.
- Topuz, F. C. (2022). Examination of rehydration ratio, color properties and drying kinetics of microwave dried garlic (*Allium sativum* L.). *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 1-1.
- Hailu, W., & Bekele, T. (2024). Quality and phsio-chemical changes associated with processing and properties of fruits and vegetables. *Cogent Food & Agriculture*, 10(1), 2419957.
- Liu, Y., Zhang, Z., & Hu, L. (2022). High efficient freeze-drying technology in food industry. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62(12), 3370-3388.
- Sayiner, G., & Beyhan, Y. (2023). Geleneksel besin saklama yöntemleri ve yeni teknolojiler. *Toros University Journal of Food, Nutrition and Gastronomy*, 2(1), 79-92.
- Uwineza, A., & Zhang, X. (2026). Application of Freeze-Drying Technology in the Food Industry: A Review. *Foods*, 15(4), 790.
- Turgut, D. Y. (2022). Dondurarak ve sıcak hava ile kurutulmuş kamkat dilimlerinin bazı kalite özellikleri. *Bahçe*, 51(1), 11-19.
- ElGamal, R., Song, C., Rayan, A. M., Liu, C., Al-Rejaie, S., & ElMasry, G. (2023). Thermal degradation of bioactive compounds during drying process of horticultural and agronomic products: A comprehensive overview. *Agronomy*, 13(6), 1580.
- Zheng, X., Zhang, X., & Zeng, F. (2025). Biological functions and health benefits of flavonoids in fruits and vegetables: A contemporary review. *Foods*, 14(2), 155.
- González, G. C., Rugolo, M., Finimundy, T. C., Ohaco, E., Pildain, M. B., & Barroetaveña, C. (2023). Impact of air-and freeze-drying methods on total phenolic content and antioxidant activity of *Fistulina antarctica* and *Ramaria patagonica* fructification. *Applied Sciences*, 13(15), 8873.
- Jakubczyk, E., Tryzno-Gendek, E., Kot, A., Kamińska-Dwórznička, A., & Nowak, D. (2025). Pre-Treatment impact on Freeze-Drying process and properties of dried blueberries. *Processes*, 13(2), 537.
- Li, X., Sun, J., He, Y., Zhang, J., Tang, W., Lai, F., & Chen, G. (2025). Ultrasound and Freeze–Thaw Pretreatments Alter Cell Wall Structure and Water Status to Improve Vacuum Freeze-Drying Efficiency and Quality Attributes of Plums. *Journal of Food Science*, 90(11), e70674.
- Babaei Rad, S., Mumivand, H., Mollaei, S., & Khadivi, A. (2025). Effect of drying methods on phenolic compounds and antioxidant activity of *Capparis spinosa* L. fruits. *BMC Plant Biology*, 25(1), 133.
- Drosou, C., & Krokida, M. (2024). A comparative study of encapsulation of β -carotene via spray-drying and freeze-drying techniques using pullulan and whey protein isolate as wall material. *Foods*, 13(12), 1933.
- Yin, X., Chen, K., Cheng, H., Chen, X., Feng, S., Song, Y., & Liang, L. (2022). Chemical stability of ascorbic acid integrated into commercial products: A review on bioactivity and delivery technology. *Antioxidants*, 11(1), 153.

Coşkun, N., Sarıtaş, S., Jaouhari, Y., Bordiga, M., & Karav, S. (2024). The impact of freeze drying on bioactivity and physical properties of food products. *Applied Sciences*, 14(20), 9183.

Ledari, S. A., Milani, J. M., Shahidi, S. A., & Golkar, A. (2024). Comparative analysis of freeze drying and spray drying methods for encapsulation of chlorophyll with maltodextrin and whey protein isolate. *Food Chemistry: X*, 21, 101156.

PRODUCTION AND CHARACTERIZATION OF CARBON NANOTUBES FROM BIOCHAR UNDER MICROWAVE IRRADIATION

Faisal NAZIR

Department Of Physics, Faculty Of Sciences, The University Of Agriculture, Faisalabad, Pakistan

ABSTRACT

Carbon nanotubes (CNTs) are widely used in a variety of fields to produce a diversity of products, including hydrogen storage systems, and field emitters. In the proposed study, CNTs synthesized via biochar under the microwave irradiation method. In this method, the combination of charcoal and ferrocene are used to synthesize CNTs from the biochar approach. Biochar samples for CNTs synthesis are made from pyrolyzed agro-industrial waste such as rapeseed cake, hazelnut hulls, wheat straw, and oat hulls at different temperatures. The biochar was produced from agro-industrial biomass. During experiments, 100g of biomass was placed in a microwave reactor. The samples were pyrolyzed at 400 °C to 600°C. SEM analysis was used to confirm the morphology of CNTs. SEM micrographs revealed the perfect structure of multiwall carbon nanotubes, while interlayers spacing was changed due to variation of catalysts and measured about 0.34nm. Further, the optical properties were examined by UV-visible spectroscopy. In the UV, one band is clear at 240 nm region due to resonance of nanotubes $\pi(\pi)$ electrons of carbon nanotubes. XRD was used to analyze the glassy structure of prepared CNTs under microwave revealed that the creation and growth of CNTs were mostly influenced by microwave irradiation and the ferrocene catalyst. The structure of CNTs was developed under microwave heating and in the presence of ferrocene catalyst. To research how nitrogen impurities adhere to CNTs, FTIR experiments were conducted in the 400–4000 cm^{-1} range. The sample's FTIR spectra exhibit prominent peaks that correspond to C-H and C=C, respectively.

KIRIK CAMLAR TEORİSİ

Selim ADIYAMAN

Haliç University, Graduate Education Institute, Department of Nursing-Alibeyköy Campus

ORCID: 0009-0003-8291-2723

Fatma AZİZOĞLU

Haliç University, Faculty of Health Sciences, Department of Nursing-Alibeyköy Campus

ORCID:0000-0002-7102-9797

ÖZET

Kırık Camlar Teorisi, küçük ölçekli düzensizliklerin sosyal kontrol mekanizmaları ve davranış ihlallerinin yayılımı üzerindeki etkilerini açıklayan önemli bir kuramsal yaklaşımdır. Bu çalışma, Kırık Camlar Teorisi'ni sosyal kontrol yaklaşımı çerçevesinde ele alarak teorinin temel varsayımlarını ve toplumsal düzen üzerindeki etkilerini incelemeyi amaçlamaktadır. Kuramsal derleme niteliğinde olan çalışmada ilgili literatür incelenmiş ve teorinin sosyal kontrol mekanizmaları ile ilişkisi değerlendirilmiştir. Teori, James Q. Wilson ve George L. Kelling tarafından geliştirilmiş olup, müdahale edilmeyen küçük düzensizliklerin zamanla daha ciddi ihlallerin ortaya çıkmasına zemin hazırlayabileceğini ileri sürmektedir. Bu yaklaşıma göre çevrede gözlenen küçük ihmal ve düzensizlikler, bireylerde sosyal düzenin korunmadığına ilişkin bir algı oluşturmakta ve bu durum zaman içerisinde daha büyük davranış sorunlarının ortaya çıkmasına neden olabilmektedir.

Başlangıçta kentsel suç ve toplumsal düzen bağlamında ele alınan Kırık Camlar Teorisi, ilerleyen dönemlerde sosyal kontrol ve toplumsal düzen araştırmalarında önemli bir kuramsal çerçeve olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bu yaklaşım, çevresel düzensizliklerin yalnızca fiziksel bir sorun olmadığını, aynı zamanda bireylerin davranışlarını ve toplumsal düzen algısını etkileyen önemli bir sosyal gösterge olduğunu vurgulamaktadır. Çevrede gözlenen düzensizliklerin artması, bireylerin kamusal alanlardan uzaklaşmasına ve sosyal kontrol mekanizmalarının zayıflamasına yol açabilmektedir.

Bu durum, toplumsal etkileşimin azalmasına ve kamusal alanlarda düzenin korunmasını sağlayan gayriresmi denetim mekanizmalarının zayıflamasına neden olabilmektedir. Yapılan değerlendirmeler, küçük ölçekli düzensizliklerin zamanında giderilmemesinin sosyal kontrolün zayıflamasına ve ihlallerin yayılmasına zemin hazırlayabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Kırık Camlar Teorisi, Sosyal kontrol, Toplumsal düzen

BROKEN WINDOWS THEORY

ABSTRACT

Broken Windows Theory is a significant theoretical framework that explains the influence of minor disorders on social control mechanisms and the spread of norm violations. This study aims to examine the fundamental assumptions of Broken Windows Theory and its effects on social order within the framework of the social control approach. In this theoretical review, the relevant literature was examined and the relationship between the theory and social control mechanisms was evaluated. The theory, developed by James Q. Wilson and George L. Kelling, suggests that unattended minor disorders may create conditions that facilitate the emergence of more serious violations over time. According to this perspective, small-scale neglect and disorder observed in the environment generate a perception among individuals that social order is not adequately maintained, which may eventually lead to the emergence of more serious behavioral problems.

Initially discussed in the context of urban crime and public order, Broken Windows Theory has subsequently been adopted as an important theoretical framework in studies addressing social control and social order. The theory emphasizes that environmental disorder should not only be considered a physical problem but also a significant social indicator that influences individuals' behaviors and perceptions of order. The presence and increase of disorder in the environment may lead individuals to withdraw from public spaces and weaken social control mechanisms. This process may reduce social interaction and undermine informal control mechanisms that play a crucial role in maintaining order in public spaces.

Overall, the findings of the literature review suggest that the failure to address minor disorders in a timely manner may contribute to the weakening of social control and facilitate the spread of norm violations.

Keywords: Broken windows theory, Social control, Social order

1.GİRİŞ

Kırık Camlar Teorisi'nin kuramsal temeli, küçük ölçekli düzensizliklerin zaman içerisinde daha ciddi suç davranışlarını tetikleyebileceği varsayımına dayanmaktadır. Bu yaklaşımın arka planı, Philip Zimbardo tarafından gerçekleştirilen terk edilmiş otomobiller deneyi ile açıklanmaktadır. Zimbardo'nun (1969) araştırmasında, kaputları açık ve plakaları sökülmüş araçlar biri Bronx'ta düşük gelirli bir bölgede, diğeri ise Palo Alto'da daha varlıklı bir bölgede olacak şekilde bırakılmıştır. Deney sırasında Bronx'ta bırakılan aracın yaklaşık on dakika içerisinde saldırıya

uğradığı ve 24 saat içinde tamamen tahrip edildiği gözlemlenmiştir. Buna karşılık Palo Alto’da bırakılan araç bir haftadan uzun süre zarar görmeden kalmıştır. Ancak Zimbardo ve öğrencileri araca zarar verdikten sonra çevrede bulunan bireylerin de vandallık davranışına katıldığı görülmüştür (Zimbardo, 1969). Bu bulgular, çevredeki küçük düzensizliklerin bireylerin davranışlarını etkileyebileceğini ve kural ihlallerinin yayılmasına zemin hazırlayabileceğini göstermektedir. Zimbardo’nun (1969) bulgularından hareketle Kelling ve Wilson (1982), Kırık Camlar Teorisi’ni ortaya koymuştur. Teoriye göre kırık bir cam ya da benzeri bir düzensizlik işareti onarılmadan bırakıldığında, bu durum çevrede daha fazla düzensizliğin ortaya çıkmasına zemin hazırlayabilmektedir (Wilson & Kelling, 1982).

Kırık Camlar Teorisi’ne göre fiziksel düzensizlikler (grafiti, çöp birikimi ve terk edilmiş yapılar gibi) ve sosyal düzensizlikler (toplumsal kurallara aykırı davranışlar gibi) toplumlarda bazı önemli sonuçlara yol açabilmektedir. Öncelikle, çevredeki düzensizlik sembolleri kamusal alanların düzensiz davranışlar sergileyen bireyler tarafından daha kolay kullanılmasına zemin hazırlayabilmektedir. İkinci olarak, bireylerin yaşadıkları çevrede gözlemledikleri düzensizlikler güvenlik algısını olumsuz etkileyerek korku düzeyinin artmasına neden olmakta ve bu durum bireylerin kamusal alanlardan uzaklaşmasına yol açmaktadır.

Bunun sonucunda ise gayriresmî sosyal kontrol mekanizmaları zayıflamaktadır. Üçüncü olarak, bireylerin yaşadıkları çevredeki kamu düzenine yönelik duyarlılığı azalmakta ve bu durum düzensizlik ile suç davranışlarının artmasına katkıda bulunmaktadır (Wilson & Kelling, 1982). Bu çerçevede kırık bir cam doğrudan ciddi suçlara yol açmamakta; ancak bireylerin sosyal yaşamdan uzaklaşması ve gayriresmî sosyal kontrolün zayıflaması yoluyla dolaylı olarak suç davranışlarının artmasına zemin hazırlayabilmektedir.

2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

2.1. Kırık Camlar Teorisi

Kırık Camlar Teorisi’nin ortaya çıkışı, Philip Zimbardo tarafından 1969 yılında gerçekleştirilen ve çevresel düzensizliklerin insan davranışları üzerindeki etkisini inceleyen deneylere dayandırılmaktadır. Zimbardo’nun çalışmaları, çevredeki düzensizlik belirtilerinin bireylerin davranışlarını etkileyebileceğini göstermiştir. Daha sonra George L. Kelling ve James Q. Wilson tarafından 1982 yılında yayımlanan *Broken Windows: The Police and Neighborhood Safety* başlıklı makale ile kırık camlar yaklaşımı literatürde bir teori olarak tanımlanmış ve kriminoloji alanında önemli bir kuramsal çerçeve haline gelmiştir (Temir, 2020).

Kırık Camlar Teorisi, düzensizlik ile suç arasındaki ilişkiyi açıklamayı amaçlayan bir yaklaşımdır. Wilson ve Kelling’in (1982) kırık camlar tezine göre düzensizlik ve suç, kontrol

edilmeyen düzensizliğin yayılmasıyla birlikte gelişen bir süreç içerisinde birbirleriyle ilişkilidir. Teoriye göre fiziksel düzensizlik (terk edilmiş binalar, grafiti ve çevre kirliliği gibi) ile sosyal düzensizlik (dilenciler, evsiz bireyler ve denetimsiz genç grupları gibi) suç üzerinde doğrudan ve dolaylı etkiler yaratabilmektedir (Lanfear et al., 2020).

Düzensizliğin doğrudan etkisi, potansiyel suçlulara o bölgede sosyal kontrolün zayıf olduğu yönünde bir mesaj vermesidir. Bu durum suç işlemeye eğilimli bireylerin cezalandırılma riskinin düşük olduğunu düşünmelerine neden olabilmektedir. Bu mekanizma, suç fırsatlarını açıklayan rutin faaliyet yaklaşımı ile de ilişkilidir. Buna göre suç işlemeye eğilimli bireyler, düzensizliği etkin sosyal kontrolün ve koruyucu unsurların bulunmadığının bir göstergesi olarak algılayabilmektedir (Lanfear et al., 2020).

Düzensizliğin dolaylı etkileri ise mahalle sakinlerinin suç korkusu yaşamasına ve kamusal alanlardan çekilmesine yol açabilmektedir. Bireylerin kamusal alanlardan geri çekilmesi, gayri resmi sosyal kontrol mekanizmalarının zayıflamasına neden olmakta ve bu durum suç davranışlarının artmasına zemin hazırlayabilmektedir (Wilson & Kelling, 1982). Bu nedenle çevresel düzenin korunması ve küçük ölçekli düzensizliklerin ortadan kaldırılması, toplumsal düzenin sürdürülmesi açısından önemli bir unsur olarak değerlendirilmektedir. Düzenli ve denetlenen kamusal alanlar, norm ihlallerine karşı güçlü bir sosyal kontrolün bulunduğu mesajını vererek daha ciddi suçların ortaya çıkma olasılığını azaltabilmektedir (Bektaş, Erkal ve Çetin, 2019).

2.2. Kırık Camlar Teorisinin Temel Varsayımları

Kırık Camlar Teorisi, ilk olarak James Q. Wilson ve George L. Kelling tarafından ortaya konmuş ve çevresel düzensizlik ile suç davranışı arasındaki ilişkiyi açıklamayı amaçlayan bir yaklaşım olarak geliştirilmiştir. Teoriye göre bir çevrede ortaya çıkan küçük ölçekli düzensizliklerin zamanında giderilmemesi, söz konusu çevrede sosyal kontrolün zayıf olduğu yönünde bir algı oluşturarak daha büyük sosyal sorunların ve suç davranışlarının ortaya çıkmasına zemin hazırlayabilmektedir (Wilson & Kelling, 1982). Teorinin temel varsayımı, çevrede gözlenen fiziksel ve sosyal düzensizlik göstergelerinin birey davranışlarını etkileyen önemli bir sosyal sinyal işlevi gördüğüdür. Bu tür düzensizlik göstergeleri, kamusal alanlarda düzenin korunmadığı ve norm ihlallerinin tolere edildiği yönünde bir algı oluşturarak bireylerin davranışlarını etkileyebilmekte ve düzensiz davranışların yayılmasına neden olabilmektedir (Skogan, 1990). Bu bağlamda düzensizlik, kamusal alanlarda gözlenen fiziksel bozulmalar ve sosyal norm ihlalleri ile ilişkilendirilmektedir.

2.3. Düzensizlik Kavramı ve Türleri

Kentsel sosyoloji ve kriminoloji literatüründe düzensizlik kavramı, kamusal alanlarda ortaya çıkan fiziksel bozulmalar ve toplumsal norm ihlalleri ile ilişkilendirilmektedir. Düzensizlik, mahallelerin kamusal görünümünü etkileyen ve bireylerin güvenlik algısını şekillendiren önemli bir çevresel gösterge olarak değerlendirilmektedir. Kamusal alanlarda gözlemlenen düzensizlik belirtileri hem mahalle sakinlerinin hem de dış gözlemcilerin söz konusu çevre hakkında çeşitli değerlendirmelerde bulunmasına yol açabilmektedir (Sampson & Raudenbush, 1999). Literatürde hangi durumların düzensizlik kapsamında değerlendirileceği konusunda farklı yaklaşımlar bulunmakla birlikte, düzensizlik genel olarak toplumsal normların küçük ölçekli ihlalleri olarak tanımlanmaktadır. Bu ihlaller, kamusal alanlarda sosyal düzenin zayıfladığına işaret eden çeşitli fiziksel ve davranışsal göstergeleri kapsamaktadır (Ellis et al., 2020). Literatürde düzensizlik genellikle fiziksel düzensizlik ve sosyal düzensizlik olmak üzere iki temel kategori altında ele alınmaktadır.

2.3.1. Fiziksel Düzensizlik

Fiziksel düzensizlik, kentsel çevrede gözlemlenen fiziksel bozulmalar ve çevresel ihmal belirtilerini ifade etmektedir. Bu tür düzensizlikler genellikle binaların ve kamusal alanların bakımının yetersiz olması sonucunda ortaya çıkmaktadır. Grafitiler, terk edilmiş araçlar, kırık camlar ve sokaklarda biriken çöpler fiziksel düzensizlik örnekleri arasında yer almaktadır (Orum, Wolff & Intravia, 2019).

Fiziksel düzensizlik yalnızca çevresel bir bozulmayı ifade etmekle kalmayıp aynı zamanda mahallede sosyal düzenin korunmadığına ilişkin sembolik bir mesaj da iletebilmektedir. Bu tür çevresel göstergeler, söz konusu alanlarda denetimin zayıf olduğu ve kamusal düzenin yeterince sağlanmadığı yönünde bir algı oluşturabilmektedir. Bu bağlamda aydınlatması yetersiz cadde ve sokaklar, onarılmayan metruk binalar, kontrolsüz araç park alanları ve fiziksel güvenliği yeterince sağlanmamış işyerleri gibi çevresel düzensizliklerin suça elverişli ortamlar oluşturabileceği ve potansiyel suç davranışlarını teşvik edebileceği değerlendirilmektedir (Doğan & Sevinç, 2011).

Ayrıca fiziksel düzensizlik göstergeleri, mahalle hakkında olumsuz algıların oluşmasına neden olabilmekte ve bireylerin kamusal alanları kullanma biçimlerini etkileyebilmektedir. Bu durum, çevredeki sosyal kontrol mekanizmalarının zayıfladığı yönünde bir algı oluşturarak kamusal alanların kullanımını azaltabilmektedir (Sampson & Raudenbush, 1999).

2.3.2. Sosyal Düzensizlik

Sosyal düzensizlik ise kamusal alanlarda görülen ve toplumsal düzeni tehdit ettiği düşünülen davranışları ifade etmektedir. Sokakta amaçsız dolaşma, sözlü taciz, dilencilik, fuhuş için müşteri arama, kamusal alanda sarhoşluk ve kamusal alanlarda gürültü yapan genç grupları sosyal düzensizlik örnekleri arasında gösterilmektedir. Bu tür davranışlar çoğunlukla kamusal alanlarda ortaya çıkmakta ve mahalle sakinlerinin güvenlik algısını etkileyebilmektedir. Sosyal düzensizlik belirtileri, bireylerin kamusal alanları kullanma biçimlerini değiştirebilir ve mahalleye ilişkin algıları şekillendirebilir (Harcourt & Ludwig, 2006). Kamusal alanları sokaklar, parklar ve kaldırımlar herkesin kullanımına açık alanlar olduğundan, bu alanlarda gözlenen düzensizlik mahalle hakkında güçlü sembolik anlamlar taşımaktadır. Bu nedenle fiziksel ve sosyal düzensizlik, kentsel mahallelerin anlaşılmasında önemli bir kavramsal çerçeve sunmaktadır (Sampson & Raudenbush, 1999).

SONUÇ

Kırık Camlar Teorisi, küçük ölçekli fiziksel ve sosyal düzensizliklerin toplumsal düzen üzerindeki etkilerini açıklayan önemli bir kuramsal yaklaşımdır. Teoriye göre çevrede görülen küçük ihmal ve düzensizliklerin zamanında giderilmemesi, bireylerde sosyal kontrolün zayıfladığına ilişkin bir algı oluşturabilmekte ve bu durum daha büyük düzensizliklerin ortaya çıkmasına zemin hazırlayabilmektedir. Bu yaklaşım, çevredeki küçük bozulmaların yalnızca fiziksel bir sorun olmadığını, aynı zamanda sosyal düzenin sürdürülebilirliği açısından önemli bir gösterge olduğunu vurgulamaktadır.

Literatürde yer alan çalışmalar, fiziksel ve sosyal düzensizliklerin bireylerin güvenlik algısını ve kamusal alanları kullanma biçimini etkileyebildiğini göstermektedir. Bireylerin kamusal alanlardan uzaklaşmasına ve toplumsal etkileşimin azalmasına neden olabilmekte, dolayısıyla gayriresmî sosyal kontrol mekanizmalarının zayıflamasına katkıda bulunabilmektedir. Çevresel düzenin korunması ve küçük ölçekli düzensizliklerin erken dönemde giderilmesi, toplumsal düzenin sürdürülebilirliği açısından önemli bir unsur olarak değerlendirilmektedir.

Kırık Camlar Teorisi, toplumsal düzenin yalnızca resmi yaptırım mekanizmalarıyla değil, aynı zamanda çevresel düzen, sosyal etkileşim ve gayriresmî sosyal kontrol süreçleriyle de yakından ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bağlamda küçük ölçekli düzensizliklerin erken dönemde fark edilmesi ve giderilmesine yönelik uygulamaların geliştirilmesi, toplumsal düzenin korunması ve sosyal kontrol mekanizmalarının güçlendirilmesi açısından önemli bir yaklaşım olarak değerlendirilmektedir. Bu yönüyle Kırık Camlar Teorisi, çevresel

düzensizlikler ile toplumsal davranışlar arasındaki ilişkiyi anlamada önemli bir kuramsal perspektif sunmaktadır.

KAYNAKÇA

- Bektaş, M., Erkal, P., & Çetin, T. D. (2019). Kırık camlar teorisinin işletmelere uyarlanması: Ölçek geliştirme çalışması. *Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 21(3), 596–617.
- Cohen, L. E., & Felson, M. (1979). Social change and crime rate trends: A routine activity approach. *American Sociological Review*, 44(4), 588–608. <https://doi.org/10.2307/2094589>
- Doğan, H. İ., & Sevinç, B. (2011). Suç teorileri ve şehir güvenliği: Bitlis iliyle ilgili genel bir değerlendirme. *Polis Bilimleri Dergisi*, 13(4), 31–52.
- Ellis, L. A., Churruca, K., Tran, Y., Long, J. C., Pomare, C., & Braithwaite, J. (2020). An empirical application of "broken windows" and related theories in healthcare: examining disorder, patient safety, staff outcomes, and collective efficacy in hospitals. *BMC health services research*, 20(1), 1123. <https://doi.org/10.1186/s12913-020-05974-0>
- Harcourt, B. E., & Ludwig, J. (2006). Broken windows: New evidence from New York City and a five-city social experiment. *University of Chicago Law Review*, 73(1), 271–320. <https://doi.org/10.2139/ssrn.632284>
- Lanfear, C. C., Matsueda, R. L., & Beach, L. R. (2020). Broken windows, informal social control, and crime: Assessing causality in empirical studies. *Annual Review of Criminology*, 3, 97–120. <https://doi.org/10.1146/annurev-criminol-011419-041541>
- Orum, A.M., Wolff, K.T. and Intravia, J. (2019). Broken Windows/Zero-Tolerance Policing. In The Wiley Blackwell Encyclopedia of Urban and Regional Studies, A.M. Orum (Ed.). <https://doi.org/10.1002/9781118568446.eurs0508>
- Sampson, R. J., & Raudenbush, S. W. (1999). Systematic social observation of public spaces: A new look at disorder in urban neighborhoods. *American Journal of Sociology*, 105(3), 603–651. <https://doi.org/10.1086/210356>
- Skogan, W. G. (1990). *Disorder and decline: Crime and the spiral of decay in American neighborhoods*. Free Press.
- Temir, E. (2020). Kırık camlar teorisinin kurum kültürüne uyarlanabilirliği. *Kastamonu İletişim Araştırmaları Dergisi*, (4), 75–90.
- Wilson, J. Q., & Kelling, G. L. (1982). Broken windows: The police and neighborhood safety. *The Atlantic Monthly*, 249(3), 29–38.
- Zimbardo, P. G. (1969). The human choice: Individuation, reason, and order versus deindividuation, impulse, and chaos. *Nebraska Symposium on Motivation*, 17, 237–307.

APOS TEORİSİ TEMELİNDE ÖZEL YETENEKLİ ÖĞRENCİLERİN EŞLİK VE BENZERLİK KAVRAMLARINI BİLİŞSEL İNŞA SÜREÇLERİ

Rumeysa TOPRAK

Yıldız Technical University, Institute of Science, Math. Education Program, 34220 Esenler, İstanbul

ORCID: 0009-0004-6849-9722

Bahar UYAR DÜLDÜL

Yıldız Technical University, Faculty of Education, Department of Mathematics and Science

Education, 34220 Esenler, İstanbul

ORCID: 0000-0003-3281-8918

ÖZET

Bu çalışma, özel yetenekli öğrencilerin APOS teorisi temelinde eşlik ve benzerlik kavramlarını zihinsel olarak nasıl anlamlandırdıklarını ve bu kavramlara yönelik bilişsel inşaa süreçlerini incelemeyi amaçlamaktadır. Araştırmanın çalışma grubu, 2025-2026 eğitim-öğretim yılında İstanbul ilinde faaliyet gösteren MEB'e bağlı bir Bilim ve Sanat Merkezi'nde aktif olarak öğrenim gören 6 özel yetenekli 6. sınıf öğrencisinden oluşmaktadır. Veri toplama sürecinde araştırmacı tarafından hazırlanan 8 açık uçlu sorudan oluşan etkinlik kağıdı, kart eşleştirme oyunu, etkinlik sırasında alınan ses kaydı ve araştırmacının süreç boyunca tuttuğu gözlem notları veri toplama araçları olarak kullanılmıştır. Bu çalışmada elde edilen veriler, APOS teorisine göre akademik bir bakış açısıyla yorumlanarak içerik analizi yöntemiyle analiz edilmiştir. Çalışma, bir olgunun kendi doğal ortamında derinlemesine incelenmesine olanak sağlayan nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması deseni kullanılarak yapılandırılmıştır. Araştırmanın sonucunda, katılımcı olan özel yetenekli öğrencilerin APOS teorisini etkili bir şekilde kullanmaları için hazırlanan etkinlikler sayesinde eşlik ve benzerlik kavramlarına yönelik bilgi oluşturma basamaklarını tamamladıkları görülmüştür. Çalışmanın bulgularına göre, uygulamaya katılan öğrencilerin tamamının eşlik kavramını zihinsel olarak oluşturma sürecinde genellikle şema düzeyinde oldukları tespit edilmiş; bununla birlikte, uygulanan bazı sorularda üç öğrencinin nesne düzeyinde oldukları görülmüştür. Diğer taraftan, benzerlik kavramında ise üç öğrencinin genellikle şema düzeyinde olduğu saptanmış, diğer üç öğrencinin ise genellikle nesne düzeyinde oldukları görülmüştür. Öğrencilerin eşlik kavramını, benzerlik kavramına kıyasla daha kolay yapılandırdıkları, benzerlik kavramının şemalaştırılması sürecinde ise zihinsel olarak daha fazla zorlandıkları gözlemlenmiştir. Çalışma sonunda özel yetenekli öğrencilerin yeni geometrik kavramları oluşturma kapasitelerine sahip oldukları, eşlik ve benzerlik kavramlarını etkin bir biçimde uygulayabildikleri görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Apos Teorisi, Eşlik ve Benzerlik, Özel Yetenekli Öğrenciler

COGNITIVE CONSTRUCTION PROCESSES OF CONGRUENCE AND SIMILARITY CONCEPTS IN GIFTED STUDENTS BASED ON APOS THEORY

ABSTRACT

This study aims to examine how gifted students mentally understand the concepts of congruence and similarity based on APOS theory and the cognitive construction processes related to these concepts. The study group consists of 6 gifted 6th-grade students actively studying at a Science and Art Center affiliated with the Ministry of National Education in Istanbul during the 2025-2026 academic year. Data collection tools included an activity sheet consisting of 8 open-ended questions prepared by the researcher, a card matching game, an audio recording taken during the activity, and observation notes kept by the researcher throughout the process. The data obtained in this research were interpreted from an academic perspective according to APOS theory and analyzed using content analysis. The study was structured using a case study design, a qualitative research method that allows for in-depth examination of a phenomenon in its natural environment. As a result of the research, it was observed that the gifted students participating in the study completed the steps of knowledge construction regarding the concepts of congruence and similarity through the activities prepared to enable them to effectively use APOS theory. According to the study's findings, all participating students were generally at the schema level in the process of mentally constructing the concept of congruence; however, in some questions, three students were observed to be at the object level. On the other hand, in the concept of similarity, three students were generally at the schema level, while the other three were generally at the object level. It was observed that students constructed the concept of congruence more easily compared to the concept of similarity, while they experienced more mental difficulty in the process of schematizing the concept of similarity. In conclusion, the study showed that gifted students have the capacity to create new geometric concepts and can effectively apply the concepts of congruence and similarity.

Keywords: Apos Theory, Congruence and Similarity, Gifted Students

QUANTITATIVE VORONOVSKAYA AND GRÜSS-VORONOVSKAYA TYPE THEOREMS FOR GENERALIZED BASKAKOV OPERATORS

Gülsüm ULUSOY ADA
Çankırı Karatekin University
ORCID: 0000-0003-2755-2334
Mussa Yousef MOHAMED
Çankırı Karatekin University
ORCID: 0009-0003-0408-0239

ABSTRACT

This paper is devoted to the study of approximation properties of q –Baskakov operators. We establish quantitative versions of q –Voronovskaya type results by employing the weighted modulus of continuity. Furthermore, a quantitative q – Grüss-Voronovskaya type theorem is obtained. The derived estimates provide both the rate of convergence and an upper bounded for the approximation error. An important feature of the results is that they hold on a subspace of continuous functions, whereas the classical Voronovskaya theorem usually requires differentiability assumptions.

Keywords: q –Baskakov Operators, Approximation properties, Weighted modulus of continuity, q –Voronovskaya type results, q –Grüss-Voronovskaya type theorems, Rate convergence, Weighted spaces, Quantum calculus

References

1. Acar, T. (2015). Quantitative q -Voronovskaya and q -Grüss-Voronovskaya-type results for q -Szász operators. *Journal of Mathematical Analysis and Applications*, 428(1), 121-131.
2. Acar, T., & Aral, A. (2015). The new forms of Voronovskaya's theorem in weighted spaces. *Positivity*, 19(1), 25-40.
3. Aral, A., & Gupta, V. (2014). Generalized q -Baskakov operators. *Mathematica Slovaca*, 64(4), 939-952.
4. Gonska, H., Pitul, P., & Rasa, I. (2006). On Peano's form of the Taylor remainder. *Proceedings of the 2006 International Conference on Numerical Analysis and Approximation Theory*, 25-42.
5. Kac, V., & Cheung, P. (2002). *Quantum Calculus*. Universitext, Springer-Verlag, New York.
6. Philips, G. M. (1997). Bernstein polynomials based on the q -integers. *Annals of Numerical Mathematics*, 4, 511-518.
7. Voronovskaya, E. V. (1932). Détermination de la forme asymptotique de l'approximation des fonctions par les polynômes de M. Bernstein. *Doklady Akademii Nauk SSSR*, 4, 79-85.

A GENERALIZATION OF SZÁSZ –MIRAKJAN TYPE OPERATORS

Gülsüm ULUSOY ADA
Çankırı Karatekin University
ORCID: 0000-0003-2755-2334
Mussa Yousef MOHAMED
Çankırı Karatekin University
ORCID: 0009-0003-0408-0239

ABSTRACT

In this paper we study a sequence of generalized Szász type operators defined by means of a function ρ on weighted spaces over the unbounded interval $\mathbb{R}^+$. Using a weighted Korovkin-type theorem, we investigate the approximation properties of these operators and obtain quantitative estimates in terms of weighted modulus of continuity. Moreover, we establish the order of approximation and prove a Voronovskaya-type theorem describing the asymptotic behaviour of the operators. Finally several particular cases are presented which show that some well-known operators such as the classical Szász-Mirakjan operators and certain King-type modifications appear as special cases of the proposed operators.

Keywords: Generalized Szász type operators, Weighted spaces, Weighted Korovkin-type theorem, Weighted modulus of continuity, Rate of convergence, Positive linear operators

References

1. Duman, O., & Özarslan, M. (2007). Szász-Mirakjan type operators providing a better error estimation. *Applied Mathematics Letters*, 20(12), 1184-1188.
2. Gadjiev, A. (1974). A problem on the convergence of a sequence of positive linear operators on unbounded sets. *Doklady Akademii Nauk SSSR* 218, 1001-1004.
3. Holhos, A. (2008). Quantitative estimates for positive linear operators in weighted spaces. *General Mathematics* 16(4), 99-110.
4. King, J. (2003). Positive linear operators which preserve x^2 , *Acta Mathematica Hungarica* . 99(3) , 203-208.
5. Korovkin, P. P. (1960). *Linear Operators and Approximation Theory*. Hindustan Publishing Corporation, Delhi
6. Pop, O., & Farcas, N. (2013). About some Szász-Mirakjan type operators. *Analele Stiintifice ale Universitatii Ovidius Constanta* 21(3), 183-194.

ÇÜRÜKSÜZ SERVİKAL LEZYONU OLAN HASTALARDA ETİYOLOJİK FAKTÖRLERİN VE KLİNİK ÖZELLİKLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ: KESİTSEL BİR ANKET ÇALIŞMASI

Aslı SİLKÜ OFLİOĞLU

Dokuz Eylül University, Department of Restorative Dentistry, Izmir, Türkiye
ORCID: 0009-0009-1210-9867

Hülya ERTEN CAN

Dokuz Eylül University, Department of Restorative Dentistry, Izmir, Türkiye
ORCID: 0000-0001-7823-7145

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, çürüksüz servikal lezyonu (NCCL) bulunan bireylerde demografik özellikler, sistemik hastalıklar, diyet alışkanlıkları, oral hijyen davranışları ve parafonksiyonel alışkanlıklar gibi olası etiyolojik faktörleri değerlendirmek ve bu faktörlerin lezyon özellikleri ve dentin hassasiyeti ile ilişkisini incelemektir.

Bu kesitsel çalışmaya Dokuz Eylül Üniversitesi Restoratif Diş Tedavisi kliniğine başvuran ve klinik olarak NCCL tanısı konulan 150 hasta dahil edildi. Katılımcılara demografik veriler, sistemik hastalıklar, diyet alışkanlıkları, oral hijyen davranışları ve parafonksiyonel alışkanlıkları içeren yapılandırılmış bir anket uygulandı. Ayrıca her hastada lezyon sayısı, lokasyonu, NCCL sınıflaması ve lezyon derinliği kaydedildi. Veriler istatistiksel olarak analiz edildi; kategorik değişkenler Ki-kare testi, ordinal veriler ise uygun non-parametrik testlerle değerlendirildi. Anlamlılık düzeyi $p < 0.05$ olarak kabul edildi.

Katılımcıların yaş ortalaması 53.9 ± 14.3 yıl olup %58'i kadın idi. Katılımcıların önemli bir kısmında NCCL ile ilişkili olabilecek çeşitli risk faktörleri saptandı. En sık bildirilen faktörler brüksizm (%67.3), stres (%65.3) ve asitli yiyecek/içecek tüketimi (%46.7) idi. Hastaların %80'inde dentin hassasiyeti tespit edildi.

İstatistiksel analizlerde asitli yiyecek ve içecek tüketen bireylerde dentin hassasiyetinin anlamlı derecede daha yüksek olduğu belirlendi ($p < 0.001$). Benzer şekilde brüksizm ($p < 0.01$) ve stres ($p < 0.01$) varlığı da hassasiyet ile anlamlı ilişki gösterdi. Lezyon sayısı açısından değerlendirildiğinde brüksizm ve stres varlığı olan bireylerde ortalama lezyon sayısının daha yüksek olduğu gözlemlendi ($p < 0.05$). Buna karşın diş fırçası türü ve fırçalama tekniği ile lezyon şiddeti arasında anlamlı ilişki saptanmadı ($p > 0.05$).

Klinik değerlendirmede lezyonların en sık premolar bölgede lokalize olduğu ve çoğunlukla dentin ekspozisyonu içeren orta dereceli lezyonlar şeklinde görüldüğü belirlendi.

Çalışmanın bulguları, NCCL gelişiminde yalnızca mekanik faktörlerin değil aynı zamanda davranışsal, diyetle ilişkili ve parafonksiyonel faktörlerin de önemli rol oynayabileceğini göstermektedir. Özellikle asitli diyet, stres ve brüksizm, hem dentin hassasiyeti hem de lezyon

sayısı ile ilişkili bulunmuştur. Bu nedenle NCCL'nin önlenmesi ve yönetiminde hastaların yaşam tarzı ve alışkanlıklarının da dikkate alınması gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Çürüksüz servikal lezyonlar, Bruksizm, Parafonksiyonel alışkanlıklar, Dentin hassasiyeti

EVALUATION OF ETIOLOGICAL FACTORS AND CLINICAL CHARACTERISTICS IN PATIENTS WITH NON-CARIOUS CERVICAL LESIONS: A CROSS-SECTIONAL SURVEY STUDY

ABSTRACT

The aim of this study is to evaluate possible aetiological factors such as demographic characteristics, systemic diseases, dietary habits, oral hygiene behaviours, and parafunctional habits in individuals with non-carious cervical lesions (NCCL) and to investigate the relationship between these factors and lesion characteristics and dentine sensitivity.

This cross-sectional study included 150 patients who visited the Restorative Dentistry clinic at Dokuz Eylül University and were clinically diagnosed with NCCL. Participants completed a structured questionnaire covering demographic data, systemic diseases, dietary habits, oral hygiene behaviours, and parafunctional habits. In addition, the number of lesions, their location, NCCL classification, and lesion depth were recorded for each patient. Data were statistically analysed; categorical variables were evaluated using the chi-square test, while ordinal data were evaluated using appropriate non-parametric tests. A significance level of $p < 0.05$ was accepted. The mean age of participants was 53.9 ± 14.3 years, and 58% were female. Various risk factors potentially associated with NCCL were identified in a significant proportion of participants. The most frequently reported factors were bruxism (67.3%), stress (65.3%), and consumption of acidic foods/drinks (46.7%). Dentin sensitivity was detected in 80% of patients.

Statistical analyses revealed that dentin sensitivity was significantly higher in individuals who consumed acidic foods and beverages ($p < 0.001$). Similarly, the presence of bruxism ($p < 0.01$) and stress ($p < 0.01$) also showed a significant association with sensitivity. When evaluated in terms of lesion count, a higher average lesion count was observed in individuals with bruxism and stress ($p < 0.05$). In contrast, no significant relationship was found between toothbrush type, brushing technique, and lesion severity ($p > 0.05$).

Clinical evaluation revealed that lesions were most commonly localised in the premolar region and were mostly moderate lesions involving dentin exposure.

The findings of this study indicate that not only mechanical factors but also behavioural, diet-related, and parafunctional factors may play an important role in the development of NCCL. In

particular, an acidic diet, stress, and bruxism were found to be associated with both dentine sensitivity and the number of lesions. Therefore, patients' lifestyle and habits must also be considered in the prevention and management of NCCL.

Keywords: Non-carious cervical lesions, Bruxism, Parafunctional habits, Dentin hypersensitivity

1.GİRİŞ

Çürüksüz servikal lezyonlar (Non-Carious Cervical Lesions, NCCL), dişlerin servikal bölgelerinde çürük dışı etkenlere bağlı olarak gelişen geri dönüşümsüz sert doku kayıplarıdır. Bu lezyonlar çoğunlukla mine-sement birleşimi sınırına yakın konumda ortaya çıkmakta ve mine, dentin veya her iki dokunun birlikte etkilenmesi ile karakterizedir. Klinik olarak kama şeklinde, yuvarlak, sığ veya derin defektler şeklinde gözlenebilen NCCL'ler, yalnızca estetik bir problem oluşturmamakta; aynı zamanda dentin hassasiyeti, plak retansiyonu, pulpal irritasyon, restoratif tedavi gereksinimi ve uzun dönemde diş yapısının bütünlüğünde azalma gibi önemli klinik sonuçlara yol açabilmektedir (Levitch et al., 1994; Litonjua et al., 2003). Bu nedenle NCCL, modern restoratif diş hekimliğinde hem etiyolojik hem de terapötik açıdan dikkatle ele alınması gereken yaygın bir klinik durumdur.

NCCL'lerin prevalansının yaşla birlikte arttığı, erişkin ve ileri yaş popülasyonda daha sık görüldüğü ve özellikle premolar dişlerde belirginleştiği bildirilmektedir (Teixeira et al., 2020). Bununla birlikte lezyonların görülme sıklığı; bireylerin yaşam tarzı, beslenme alışkanlıkları, oral hijyen davranışları, oklüzal yüklenme özellikleri ve sistemik durumları gibi çok sayıda değişkene bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir (Bartlett & Shah, 2006). Literatürde NCCL'nin prevalansına ilişkin oranlar geniş bir aralıkta bildirilmiş olup, bu değişkenliğin tanı kriterlerindeki farklılıklardan, örneklem özelliklerinden ve lezyonların multifaktöriyel doğasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Michael et al., 2009). Bu durum, NCCL'nin tek bir nedene indirgenemeyeceğini ve çok yönlü bir bakış açısıyla değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

NCCL etiyolojisini açıklamak amacıyla tarihsel olarak üç temel mekanizma öne sürülmüştür: abrazyon, erozyon ve abfraksiyon. Abrazyon, çoğunlukla dış kaynaklı mekanik aşınmayı ifade etmekte olup özellikle hatalı fırçalama alışkanlıkları, aşındırıcı diş macunu kullanımı, sert kıllı diş fırçaları ve travmatik ağız hijyeni uygulamaları ile ilişkilendirilmektedir (Litonjua et al., 2003). Erozyon ise bakteriyel olmayan kimyasal çözünme sonucu diş sert dokularında meydana gelen mineral kaybını tanımlamakta; asitli yiyecek ve içecek tüketimi, sporcu içecekleri, karbonatlı içecekler, narenciye ürünleri, mide asidine maruziyet ve gastroözofageal reflü gibi

durumlar ile ilişkili kabul edilmektedir (Lussi & Jaeggi, 2008). Abfraksiyon ise oklüzal yükler sonucu dişin servikal bölgesinde oluşan gerilim yoğunlaşmasının mikroyapısal kırıklara ve zaman içerisinde sert doku kaybına yol açtığını ileri süren biyomekanik bir açıklamadır (Lee & Eakle, 1984; Rees, 2006). Güncel yaklaşım ise NCCL'lerin çoğu zaman bu mekanizmaların birinin tek başına sonucu değil, bunların birbirini kolaylaştırdığı ve birlikte etkili olduğu kompleks bir süreç sonunda geliştiği yönündedir (Grippio et al., 2012).

Özellikle son yıllarda NCCL'lerin oluşumunda yalnızca mekanik ve kimyasal faktörlerin değil, aynı zamanda davranışsal, fonksiyonel ve psikolojik değişkenlerin de etkili olabileceği vurgulanmaktadır. Bruksizm, diş sıkma, parafonksiyonel alışkanlıklar ve stres gibi faktörlerin oklüzal kuvvetleri artırarak servikal bölgede stres birikimini kolaylaştırabileceği; bunun da mevcut kimyasal veya mekanik zayıflıkla birleştiğinde lezyon gelişimini hızlandırabileceği düşünülmektedir (Grippio et al., 2012; Bartlett & Shah, 2006). Aynı şekilde bireyin günlük ara öğün sayısı, asitli yiyecek-içecek tüketim sıklığı, oral hijyen uygulama şekli, fırçalama tekniği ve diş fırçası tipi gibi alışkanlıkları da lezyon oluşumunda veya mevcut lezyonların ilerlemesinde rol oynayabilecek potansiyel değişkenler arasındadır (Addy & Shellis, 2006). Bu nedenle NCCL'yi yalnızca “diş yüzeyinde lokal bir doku kaybı” olarak değerlendirmek yetersiz olup, hastanın genel yaşam biçimi ve oral davranışları ile birlikte ele alınması gerekmektedir. NCCL'lerin klinik önemi yalnızca lezyonun varlığı ile sınırlı değildir. Bu lezyonlar sıklıkla dentin hassasiyeti ile ilişkilidir ve hastaların soğuk, sıcak, tatlı, ekşi ya da mekanik uyaranlara karşı belirgin şikâyetler geliştirmesine neden olabilir. Dentin tübüllerinin açığa çıkması sonucu oluşan bu hassasiyet, hastanın yaşam kalitesini olumsuz etkileyebilmekte; aynı zamanda oral hijyen uygulamalarından kaçınmaya, çiğneme konforunda azalmaya ve tedavi ihtiyacının artmasına yol açabilmektedir (Bartlett & Shah, 2006). NCCL varlığı ile dentin hassasiyeti arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi, yalnızca lezyon etiyolojisini anlamak açısından değil, aynı zamanda klinik yönetim ve hasta eğitimi açısından da önem taşımaktadır.

Buna ek olarak NCCL'lerin dağılımı ve klinik özellikleri de etiyolojik yorumlamada yol gösterici olabilir. Lezyonların hangi diş gruplarında daha sık görüldüğü, sayılarının artışı, derinlik/şiddet düzeyi ve sınıflaması; altta yatan risk faktörlerinin anlaşılmasına katkı sağlayabilir. Örneğin premolar bölgede yoğunlaşan, çoklu ve daha derin lezyonlar; oklüzal stres, asidik diyet ve parafonksiyonel yüklenmenin birlikte etkisini düşündürebilir (Pintado et al., 2000). Bu nedenle NCCL'lerin yalnızca var/yok şeklinde değerlendirilmesi yeterli olmayıp, klinik lezyon özellikleri ile hasta alışkanlıklarının birlikte incelenmesi daha kapsamlı sonuçlar sunmaktadır.

Literatürde NCCL ile ilişkili risk faktörlerini değerlendiren çok sayıda çalışma bulunmakla birlikte, bu çalışmaların önemli bir bölümü belirli bir veya birkaç değişkene odaklanmıştır. Ancak klinik gerçeklikte NCCL çoğunlukla çok sayıda değişkenin etkileşimi sonucu ortaya çıkan bir durumdur (Grippio et al., 2012). Bu nedenle sistemik durum, reflü, astım, yeme bozukluğu, asidik tüketim, oral hijyen davranışları, fırça tipi, fırçalama tekniği, günlük fırçalama sıklığı, ara öğün sayısı, stres, brüksizm, çene eklem problemi, protez kullanımı, maloklüzyon ve diğer alışkanlıkların aynı örneklem içinde birlikte değerlendirilmesi, NCCL'nin daha bütüncül biçimde anlaşılmasına katkı sağlayacaktır.

Ayrıca Türk toplumunda NCCL ile ilişkili etiyolojik ve klinik faktörleri bütüncül olarak inceleyen çalışmaların sınırlı olması da bu konuda yeni verilere ihtiyaç olduğunu göstermektedir. Klinik uygulamada NCCL'li hastalarla sık karşılaşılmasına rağmen, hangi faktörlerin daha baskın olduğu, hangi alışkanlıkların hassasiyet veya lezyon sayısı ile daha güçlü ilişkili bulunduğu ve lezyonların klinik dağılımının nasıl şekillendiği her popülasyonda aynı değildir. Bu nedenle yerel hasta verilerine dayalı kesitsel çalışmalar, hem klinik farkındalığın artmasına hem de hasta bazlı önleyici yaklaşımların geliştirilmesine katkı sağlayabilir.

Bu çalışmada, Dokuz Eylül Üniversitesi Restoratif Diş Tedavisi kliniğine başvuran ve klinik olarak çürüksüz servikal lezyon tanısı konulan bireylerde; demografik özellikler, sistemik hastalıklar, diyet alışkanlıkları, oral hijyen davranışları ve parafonksiyonel alışkanlıklar gibi olası etiyolojik faktörlerin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bunun yanı sıra lezyon sayısı, lokasyonu, NCCL sınıflaması ve lezyon derinliği/şiddeti gibi klinik parametreler kaydedilmiş; bu değişkenlerin dentin hassasiyeti ve lezyon özellikleri ile ilişkisi incelenmiştir.

2. MATERYAL VE METOT

Bu çalışma, çürüksüz servikal lezyonu bulunan bireylerde olası etiyolojik faktörlerin ve lezyonların klinik özelliklerinin değerlendirilmesi amacıyla planlanmış kesitsel bir klinik araştırmadır. Çalışma, Dokuz Eylül Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Restoratif Diş Tedavisi Kliniği'ne başvuran ve klinik muayene sonucunda en az bir dişte çürüksüz servikal lezyon (NCCL) tespit edilen bireyler üzerinde yürütüldü. Araştırmaya dahil edilen katılımcılar gönüllülük esasına göre belirlenmiş olup çalışmaya dahil edilme kriteri olarak klinik muayene sırasında en az bir dişte çürüksüz servikal lezyonun bulunması şartı arandı. Çalışma kapsamında toplam 150 birey değerlendirildi ve tüm katılımcıların klinik muayeneleri aynı araştırmacı tarafından gerçekleştirildi. Böylece klinik değerlendirmelerde gözlemci kaynaklı varyasyonun azaltılması amaçlandı.

Araştırma kapsamında veri toplamak amacıyla katılımcılara çürüksüz servikal lezyonların oluşumunda rol oynayabileceği düşünülen demografik, sistemik ve davranışsal faktörleri değerlendiren kapsamlı bir anket formu uygulandı. Anket formu literatürde NCCL ile ilişkilendirilen risk faktörleri göz önünde bulundurularak hazırlandı. Anket formu katılımcıların demografik özellikleri, meslek grupları, sistemik hastalık öyküsü, astım veya gastroözofageal reflü varlığı, beslenme alışkanlıkları, oral hijyen davranışları ve parafonksiyonel alışkanlıkları hakkında bilgi içermektedir. Katılımcılardan günlük diş fırçalama sıklığı, kullanılan diş fırçası tipi, uygulanan fırçalama tekniği ve diş macunu kullanımı gibi oral hijyen alışkanlıkları hakkında bilgi alındı. Bunun yanı sıra asidik yiyecek ve içecek tüketimi, ara öğün sıklığı ve genel beslenme alışkanlıkları da değerlendirildi. Anket formunda ayrıca bireylerin dentin hassasiyeti varlığı, stres düzeyi, diş sıkma veya gıcırdatma alışkanlığı (bruksizm), temporomandibular eklem problemleri ve protez kullanımı gibi parafonksiyonel ve fonksiyonel faktörlere yönelik sorular da yer aldı. Katılımcıların yanıtları araştırmacı tarafından kaydedildi ve tüm veriler standart bir veri kayıt formuna aktarıldı.

Klinik muayene sırasında tüm katılımcıların ağız içi değerlendirmeleri dental ünite ışığı altında ağız aynası ve periodontal sond kullanılarak gerçekleştirildi. Klinik değerlendirmede çürüksüz servikal lezyonların varlığı, sayısı, lokalizasyonu ve klinik özellikleri kaydedildi. Lezyonların lokalizasyonu diş gruplarına göre sınıflandırılarak kesici dişler, kaninler, premolarlar ve molarlar şeklinde ayrı ayrı değerlendirildi. Ayrıca her bireyde bulunan toplam lezyon sayısı kaydedildi ve lezyonların diş yüzeylerindeki dağılımı belirlendi. Bunun yanı sıra lezyon derinliği ve şiddeti de değerlendirilmiş ve mine ile sınırlı yüzeysel lezyonlar, dentine ulaşan orta dereceli lezyonlar ve daha belirgin doku kaybı gösteren ileri düzey lezyonlar şeklinde sınıflandırıldı. Bu klinik parametrelerin değerlendirilmesi, lezyonların yalnızca varlığının değil aynı zamanda klinik şiddetinin de analiz edilmesine olanak sağladı. NCCL'nin klinik sınıflandırılması Tablo 1'de gösterilen kriterlere göre yapıldı.

Tablo 1. Çürüksüz servikal lezyonların klinik sınıflandırılması

NCCL Sınıfı	Klinik Tanım
Sınıf I	Mine ile sınırlı, yüzeysel sert doku kaybı. Dentin açığa çıkmamıştır.
Sınıf II	Mine kaybına ek olarak sınırlı dentin ekspozisyonu bulunan lezyonlar.
Sınıf III	Belirgin dentin kaybı ile karakterize, servikal bölgede orta derecede doku kaybı bulunan lezyonlar.
Sınıf IV	İleri derecede doku kaybı gösteren, geniş ve derin servikal lezyonlar.

Çalışmada ayrıca katılımcıların dentin hassasiyeti durumları da değerlendirildi. Katılımcılara günlük yaşamlarında soğuk, sıcak, tatlı veya asidik uyarılara karşı dişlerinde hassasiyet hissedip hissetmedikleri sorulmuş ve dentin hassasiyeti varlığı öz bildirime dayalı olarak kaydedildi. Dentin hassasiyetinin varlığı, NCCL ile ilişkili olabilecek önemli klinik parametrelerden biri olarak değerlendirildi ve analizlerde bağımlı değişkenlerden biri olarak ele alındı. Bununla birlikte brüksizm ve stres gibi parafonksiyonel alışkanlıkların varlığı da katılımcıların beyanlarına dayanarak kaydedildi ve bu faktörlerin lezyon özellikleri ile olası ilişkileri değerlendirildi.

Araştırma kapsamında elde edilen tüm veriler elektronik veri tabanına aktarıldı ve istatistiksel analizler için uygun hale getirildi. İstatistiksel analizler IBM SPSS Statistics (Version 27.0, IBM Corp., Armonk, NY, USA) programı kullanılarak gerçekleştirildi. Tanımlayıcı istatistikler frekans ve yüzde değerleri şeklinde sunuldu. Kategorik değişkenler arasındaki ilişkilerin değerlendirilmesinde Ki-kare testi kullanıldı. İstatistiksel analizlerde anlamlılık düzeyi $p < 0.05$ olarak kabul edildi. NCCL ile ilişkili olabilecek faktörler ile dentin hassasiyeti ve lezyon özellikleri arasındaki ilişkiler istatistiksel olarak değerlendirildi ve elde edilen sonuçlar tablolar halinde sunuldu.

Bu yöntem yaklaşımı sayesinde, çürüksüz servikal lezyonların oluşumunda rol oynayabilecek çok sayıda demografik, davranışsal ve klinik değişken aynı örneklem içerisinde birlikte değerlendirildi ve NCCL'nin multifaktöriyel yapısının daha kapsamlı biçimde incelenmesi amaçlandı.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmaya klinik muayene sonucunda en az bir çürüksüz servikal lezyon (NCCL) bulunan toplam 150 birey dahil edildi. Katılımcıların demografik özellikleri incelendiğinde bireylerin %58.0'nin kadın ($n=87$) ve %42.0'nin erkek ($n=63$) olduğu belirlendi. Katılımcıların tamamında en az bir NCCL bulunmakla birlikte lezyonların sayısı ve klinik özellikleri bireyler arasında farklılık gösterdi.

Katılımcıların önemli bir bölümünde dentin hassasiyeti varlığı bildirildi. Çalışma grubunun %80'inde ($n=120$) dentin hassasiyeti bulunduğu, %20'sinde ($n=30$) ise hassasiyet olmadığı belirlendi. Bu bulgu NCCL ile dentin hassasiyeti arasında güçlü bir klinik ilişki olabileceğini göstermektedir. NCCL varlığında dentin tübüllerinin açığa çıkması, hidrodinamik mekanizma aracılığıyla hassasiyet gelişimine yol açabilmektedir. Bu durum, NCCL'nin yalnızca morfolojik bir doku kaybı değil aynı zamanda önemli bir klinik semptomla ilişkili olduğunu göstermektedir.

Katılımcıların parafonksiyonel alışkanlıkları değerlendirildiğinde bireylerin %67.3'ünde (n=101) bruksizm alışkanlığı bulunduğu belirlendi. Buna karşılık %32.7'sinde (n=49) bruksizm bildirilmedi. Bunun yanı sıra bireylerin %65.3'ünde (n=98) stres varlığı ifade edildi. Bu sonuçlar NCCL bulunan bireylerde parafonksiyonel alışkanlıkların oldukça yaygın olduğunu göstermektedir. Oklüzal kuvvetlerin artmasına neden olan bruksizm ve diş sıkma alışkanlıklarının servikal bölgede stres yoğunlaşmasına yol açabileceği ve bu durumun lezyon oluşumunu kolaylaştırabileceği düşünülmektedir.

Beslenme alışkanlıkları incelendiğinde katılımcıların %46.7'sinin (n=70) asidik yiyecek veya içecek tükettiği belirlendi. Asidik diyetin diş sert dokularında demineralizasyona yol açarak diş yüzeylerini mekanik aşınmaya karşı daha hassas hale getirebildiği bilinmektedir. Bu nedenle asidik tüketimin NCCL gelişiminde önemli bir predispozan faktör olabileceği düşünülmektedir (Tablo 2).

Tablo 2. NCCL ile ilişkili olabilecek faktörlerin dağılımı

Değişken	Var n (%)	Yok n (%)
Dentin hassasiyeti	120 (80.0)	30 (20.0)
Bruksizm	101 (67.3)	49 (32.7)
Stres	98 (65.3)	52 (34.7)
Asidik yiyecek/içecek tüketimi	70 (46.7)	80 (53.3)
Temporomandibular eklem problemi	33 (22.0)	117 (78.0)

Oral hijyen alışkanlıkları değerlendirildiğinde bireylerin %60'ının (n=90) günde iki kez diş fırçaladığı, %26.7'sinin (n=40) günde bir kez fırçaladığı ve %13.3'ünün (n=20) günde üç kez fırçaladığı belirlendi. Fırçalama tekniği incelendiğinde bireylerin önemli bir bölümünün horizontal veya kombine fırçalama tekniği kullandığı görüldü. Her ne kadar fırçalama alışkanlıkları NCCL ile ilişkilendirilen faktörler arasında yer alsada literatürde bu ilişkinin tek başına lezyon oluşumunu açıklamak için yeterli olmadığı bildirilmektedir.

Çalışmada lezyonların klinik özellikleri de değerlendirildi. NCCL sınıflamasına göre lezyonların %53.3'ünün Sınıf II (n=80) olduğu belirlendi. Bunu Sınıf III lezyonlar (%27.3; n=41) ve Sınıf I lezyonlar (%15.3; n=23) takip etmiştir. Sınıf IV lezyonların oranı ise %4.0 (n=6) olarak saptandı. Bu sonuçlar çalışma grubunda orta derecede ilerlemiş lezyonların daha yaygın olduğunu göstermektedir.

Lezyonların klinik derinliği değerlendirildiğinde %47.3'ünün orta derinlikte (n=71), %31.3'ünün derin lezyon (n=47) ve %21.3'ünün yüzeysel lezyon (n=32) olduğu belirlendi. Bu bulgular NCCL'nin çoğu bireyde yalnızca başlangıç düzeyinde değil, belirli bir ilerleme göstermiş lezyonlar şeklinde bulunduğunu ortaya koymaktadır (Tablo 3).

Tablo 3. NCCL klinik özellikleri

Klinik Parametre	n	%
NCCL sınıflaması		
Sınıf I	23	15.3
Sınıf II	80	53.3
Sınıf III	41	27.3
Sınıf IV	6	4.0
Lezyon derinliği		
Yüzeysel	32	21.3
Orta	71	47.3
Derin	47	31.3

Lezyonların diş gruplarına göre dağılımı incelendiğinde NCCL'nin en sık premolar dişlerde görüldüğü belirlendi. Bu bulgu literatürde bildirilen birçok çalışma ile uyumludur. Premolar dişlerin oklüzal kuvvetlerin dağılımında önemli rol oynaması ve servikal bölgede stres yoğunlaşmasına daha yatkın olması bu durumu açıklayabilir.

NCCL etiyojisine ilişkin literatürde en sık tartışılan mekanizmalardan biri abfraksiyon teorisidir. Lee ve Eakle (Lee & Eakle, 1984) tarafından ortaya konulan bu teoriye göre oklüzal kuvvetler dişlerin servikal bölgelerinde gerilim yoğunlaşmasına neden olmakta ve bu durum zamanla mine ve dentinde mikroyapısal kırıklara yol açabilmektedir. Daha sonraki çalışmalar da oklüzal streslerin servikal bölgede doku kaybına katkıda bulunabileceğini göstermiştir (Rees, 2006).

Bununla birlikte NCCL'nin yalnızca abfraksiyon ile açıklanamayacağı ve abrazyon ile erozyon mekanizmalarının da önemli rol oynadığı bildirilmektedir. Addy ve Shellis (Addy & Shellis, 2006), diş aşınmasının çoğu zaman birden fazla mekanizmanın birlikte etkisi ile oluştuğunu ve kimyasal erozyonun mekanik aşınmaya karşı diş yüzeyini daha duyarlı hale getirebileceğini belirtmiştir. Benzer şekilde Bartlett ve Shah (Bartlett & Shah, 2006), NCCL oluşumunun

multifaktöriyel olduğunu ve oklüzal kuvvetler, eroziv diyet ve mekanik aşınmanın birlikte değerlendirilmesi gerektiğini vurgulamıştır.

Bu çalışmada elde edilen bulgular da NCCL oluşumunun multifaktöriyel doğasını desteklemektedir. Özellikle bruksizm ve stres gibi parafonksiyonel alışkanlıkların yüksek prevalansı, oklüzal stres faktörlerinin NCCL gelişiminde önemli rol oynayabileceğini düşündürmektedir. Ayrıca katılımcıların önemli bir bölümünde asidik gıda ve içecek tüketiminin bulunması kimyasal erozyonun da bu süreçte katkıda bulunabileceğini göstermektedir.

Çalışmanın bir diğer önemli bulgusu NCCL bulunan bireylerde dentin hassasiyetinin yüksek oranda görülmesidir. Dentin tübüllerinin açığa çıkması sonucu gelişen hassasiyet, NCCL'nin en sık bildirilen klinik semptomlarından biridir. Yapılan araştırmalarda, NCCL ile dentin hassasiyeti arasında güçlü bir ilişki olduğunu bildirmiştir (Bartlett & Shah, 2006).

Sonuç olarak bu çalışmada elde edilen bulgular NCCL'nin tek bir faktörle açıklanamayacağını ve parafonksiyonel alışkanlıklar, diyet faktörleri ve oral hijyen davranışlarının birlikte değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir. Bu nedenle NCCL'nin önlenmesi ve tedavisinde yalnızca restoratif yaklaşımların değil, aynı zamanda hastaların davranışsal risk faktörlerinin de dikkate alınması önem taşımaktadır.

4. SONUÇ

Bu çalışmada çürüksüz servikal lezyon (NCCL) bulunan bireylerde olası etiyolojik faktörler ve lezyonların klinik özellikleri kapsamlı şekilde değerlendirildi. Elde edilen bulgular, NCCL oluşumunun tek bir nedene bağlı olmadığını ve multifaktöriyel bir etiyolojiye sahip olduğunu açıkça göstermektedir. Özellikle parafonksiyonel alışkanlıklar, diyet faktörleri ve davranışsal değişkenlerin NCCL gelişiminde önemli rol oynayabileceği görülmüştür.

Çalışma grubunda dentin hassasiyetinin oldukça yüksek oranda görülmesi, NCCL'nin klinik açıdan yalnızca morfolojik bir sert doku kaybı değil, aynı zamanda hastaların yaşam kalitesini etkileyen önemli bir semptomla ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır. Dentin tübüllerinin açığa çıkmasına bağlı olarak gelişen hassasiyet, bireylerin günlük yaşamlarında sıcak, soğuk veya kimyasal uyaranlara karşı rahatsızlık hissetmesine neden olabilmekte ve bu durum hastaların oral hijyen davranışlarını da etkileyebilmektedir.

Araştırma bulguları, NCCL bulunan bireylerde bruksizm ve stres gibi parafonksiyonel alışkanlıkların yüksek prevalansa sahip olduğunu göstermiştir. Bu durum, oklüzal kuvvetlerin servikal bölgede oluşturduğu stres yoğunlaşmasının lezyon gelişimine katkıda bulunabileceğini düşündürmektedir. Ayrıca katılımcıların önemli bir bölümünde asidik yiyecek ve içecek

tüketiminin bulunması, kimyasal erozyonun da bu süreçte etkili olabileceğini göstermektedir. Bu bulgular, NCCL oluşumunda biyomekanik stres faktörleri ile kimyasal ve davranışsal faktörlerin birlikte rol oynadığını desteklemektedir.

Lezyonların klinik özellikleri değerlendirildiğinde NCCL'nin çoğunlukla orta derecede ilerlemiş lezyonlar şeklinde görüldüğü ve en sık premolar dişlerde lokalize olduğu belirlenmiştir. Bu durum premolar dişlerin oklüzal kuvvetlerin dağılımında önemli rol oynaması ve servikal bölgede stres yoğunlaşmasına daha yatkın olması ile açıklanabilir. Ayrıca lezyon derinliğinin birçok bireyde dentine ulaşmış olması, NCCL'nin çoğu zaman erken dönemde fark edilmediğini ve zamanla ilerleyebildiğini göstermektedir.

Bu çalışma, NCCL'nin oluşumunda rol oynayabilecek çok sayıda risk faktörünü aynı örneklem içerisinde birlikte değerlendirmesi açısından önemli bilgiler sunmaktadır. Elde edilen sonuçlar, NCCL'nin önlenmesi ve yönetiminde yalnızca restoratif tedavilerin yeterli olmayabileceğini, aynı zamanda hastaların davranışsal alışkanlıklarının, parafonksiyonel aktivitelerinin ve diyet alışkanlıklarının da dikkate alınması gerektiğini ortaya koymaktadır. Bu nedenle NCCL tedavisinde koruyucu yaklaşımlar, hasta eğitimi ve risk faktörlerinin modifikasyonu önemli bir yer tutmalıdır.

Bununla birlikte çalışmanın bazı sınırlamaları bulunmaktadır. Araştırmanın kesitsel tasarıma sahip olması, etiyolojik faktörler ile NCCL oluşumu arasındaki nedensel ilişkilerin kesin olarak ortaya konmasına olanak vermemektedir. Ayrıca bazı verilerin katılımcı beyanlarına dayanması olası hatırlama yanlılığına yol açabilir. Gelecekte yapılacak longitudinal klinik çalışmalar ve daha geniş örneklem grupları ile gerçekleştirilecek araştırmalar, NCCL oluşum mekanizmalarının daha iyi anlaşılmasına katkı sağlayacaktır.

Sonuç olarak bu çalışmanın bulguları, çürüksüz servikal lezyonların multifaktöriyel bir etiyolojiye sahip olduğunu ve özellikle parafonksiyonel alışkanlıklar, stres ve diyet faktörlerinin NCCL gelişiminde önemli rol oynayabileceğini göstermektedir. Bu nedenle klinik uygulamada NCCL bulunan hastaların değerlendirilmesi sırasında yalnızca lezyonun restoratif tedavisi değil, aynı zamanda hastaya özgü risk faktörlerinin belirlenmesi ve bu faktörlerin kontrol altına alınması büyük önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

- Addy, M., & Shellis, R. P. (2006). Interaction between attrition, abrasion and erosion in tooth wear. *Monographs in Oral Science*, 20, 17–31. <https://doi.org/10.1159/000093348>
- Bartlett, D., & Shah, P. (2006). A critical review of non-carious cervical lesions and the role of abfraction, erosion, and abrasion. *Journal of Dental Research*, 85(4), 306–312. <https://doi.org/10.1177/154405910608500405>

- Grippio, J. O., Simring, M., & Coleman, T. A. (2012). Abfraction, abrasion, biocorrosion, and the enigma of noncarious cervical lesions. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 24(1), 10–23. <https://doi.org/10.1111/j.1708-8240.2011.00487.x>
- Lee, W. C., & Eakle, W. S. (1984). Possible role of tensile stress in the etiology of cervical erosive lesions of teeth. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 52(3), 374–380. [https://doi.org/10.1016/0022-3913\(84\)90448-7](https://doi.org/10.1016/0022-3913(84)90448-7)
- Levitch, L. C., Bader, J. D., Shugars, D. A., & Heymann, H. O. (1994). Non-carious cervical lesions. *Journal of Dentistry*, 22(4), 195–207. [https://doi.org/10.1016/0300-5712\(94\)90107-4](https://doi.org/10.1016/0300-5712(94)90107-4)
- Litonjua, L. A., Andreana, S., Bush, P. J., & Cohen, R. E. (2003). Tooth wear: Attrition, erosion, and abrasion. *Quintessence International*, 34(6), 435–446.
- Lussi, A., & Jaeggi, T. (2008). Erosion—Diagnosis and risk factors. *Clinical Oral Investigations*, 12(Suppl 1), S5–S13. <https://doi.org/10.1007/s00784-007-0179-2>
- Michael, J. A., Townsend, G. C., Greenwood, L. F., & Kaidonis, J. A. (2009). Abfraction: Separating fact from fiction. *Australian Dental Journal*, 54(1), 2–8. <https://doi.org/10.1111/j.1834-7819.2008.01072.x>
- Pintado, M. R., DeLong, R., Ko, C. C., Sakaguchi, R. L., & Douglas, W. H. (2000). Correlation of noncarious cervical lesion size and occlusal wear in a single adult over a 14-year time span. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 84(4), 436–443. <https://doi.org/10.1067/mpr.2000.109014>
- Rees, J. S. (2006). The role of cuspal flexure in the development of abfraction lesions: A finite element study. *European Journal of Oral Sciences*, 110(4), 332–336. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0722.2002.21245.x>
- Teixeira, D. N. R., Thomas, R. Z., Soares, P. V., Cune, M. S., & Gresnigt, M. M. M. (2020). Prevalence of non-carious cervical lesions among adults. *Journal of Dentistry*, 95, 103285. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2020.103285>

PANDEMİ DÖNEMİNİN RENAL BİYOKİMYASAL DEĞERLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

Murat SEMERCİ

Gumushane University, Faculty of Health Sciences, Department of Emergency Aid and Disaster
Management, 29000 Merkez, Gümüşhane

ORCID: 0000-0002-0840-7134

Hakan BOR

Gumushane University, Faculty of Health Sciences, Department of Nutrition and Dietetics, 29000
Merkez, Gümüşhane

ORCID: 0000-0001-5430-4753

ÖZET

COVID-19 pandemisinin küresel ölçekte sağlık sistemleri üzerinde derin ve çok yönlü etkileri olmakla beraber bireylerin yaşam tarzlarının da pandemi süresince köklü biçimde değişmesine sebep olmuştur. Bu dönemde ortaya çıkan sosyolojik kısıtlamalar, beslenme alışkanlıklarında gözlenen değişiklikler ve fiziksel aktivite düzeylerindeki azalmalar bireylerin metabolik ve fizyolojik dengesi üzerinde belirgin sonuçlar doğurmuştur. Bu bağlamda, renal fonksiyon parametrelerinin pandemi koşullarından etkilenmiş olabileceği hipotezi önem kazanmıştır. Mevcut çalışmada, pandemi öncesi ve pandemi döneminde Gümüşhane Devlet Hastanesi'ne başvuran geniş hasta gruplarının biyokimyasal verileri karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Çalışmaya pandemi öncesi dönemde 106.538, pandemi döneminde ise 125.269 hasta dahil edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre albumin düzeyleri pandemi öncesi 42.6 g/L (27.9–47.1) düzeyinden, pandemi döneminde 44 g/L (35–48.5) düzeyine anlamlı biçimde artış göstermiştir ($p=0.000$). Kreatinin düzeyleri pandemi öncesinde 0.84 mg/dL (0.68–1.03) olarak saptanmışken, pandemi döneminde ise 0.82 mg/dL (0.66–1.03) değerine gerilemiştir ($p=0.000$). Ayrıca total protein düzeyleri pandemi öncesinde 68 g/L (45.9–74.2) olarak belirlenmişken, pandemi döneminde ise 68.8 g/L (59.8–74.9) düzeyine yükselmiş ve ortaya çıkan bu farkın istatistiksel açıdan anlamlı olduğu tespit edilmiştir ($p=0.000$). Bu bulgular pandemi sürecinde renal biyokimyasal parametrelerde dikkate değer değişiklikler meydana geldiğini ortaya koymaktadır. Albumin ve total protein düzeylerinde gözlenen artış, bireylerin beslenme alışkanlıklarında ve fiziksel aktivite düzeylerinde yaşanan farklılıkların böbrek fonksiyonlarına doğrudan yansıdığını düşündürmektedir. Kreatinin değerlerinde saptanan küçük düşüş ise pandemi koşullarında renal filtrasyon kapasitesinin büyük ölçüde korunmuş olabileceğini işaret etmektedir. Bu sonuçlar, COVID-19 pandemisinin böbrek biyokimyası üzerinde hem doğrudan hem de dolaylı etkiler oluşturduğunu vurgulamakta ve klinik değerlendirmelerde göz önünde bulundurulması gereken önemli veriler sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Pandemi, renal fonksiyon, albumin, kreatinin, total protein

THE EFFECT OF THE PANDEMIC ON RENAL BIOCHEMICAL VALUES

ABSTRACT

The COVID-19 pandemic has had profound and multifaceted effects on healthcare systems worldwide, and has also led to fundamental changes in individuals' lifestyles throughout the pandemic. The sociological restrictions that emerged during this period, along with changes in dietary habits and decreases in physical activity levels, have had significant consequences on individuals' metabolic and physiological balance. In this context, the hypothesis that renal function parameters may have been affected by pandemic conditions has gained significance. In the present study, the biochemical data of large patient groups who applied to Gümüşhane State Hospital in the pre-pandemic period and the pandemic period were evaluated in a comparative way. The study included 122.420 patients in the pre-pandemic period and 140.836 patients in the pandemic period. According to the analysis results, albumin levels increased significantly from 42.6 g/L (27.9–47.1) in the pre-pandemic period to 44 g/L (35–48.5) during the pandemic period ($p=0.000$). Creatinine levels were measured at 0.84 mg/dL (0.68–1.03) in the pre-pandemic period, while it decreased to 0.82 mg/dL (0.66–1.03) during the pandemic period ($p=0.000$). Additionally, while total protein levels were determined to be 68 g/L (45.9–74.2) before the pandemic, they rose to 68.8 g/L (59.8–74.9) during the pandemic, and this difference was found to be statistically significant ($p=0.000$). These findings indicate that significant changes occurred in renal biochemical parameters during the pandemic. The observed increase in albumin and total protein levels suggests that changes in individuals' dietary habits and physical activity levels directly affected kidney function. The slight decrease in creatinine levels, however, indicates that renal filtration capacity may have been largely preserved under pandemic conditions. These results emphasize that the COVID-19 pandemic has both direct and indirect effects on renal biochemistry and provide important data that should be considered in clinical evaluations.

Keywords: Pandemic, renal function, albumin, creatinine, total protein

HEPATİK PARAMETRELERİN PANDEMİ DÖNEMİNDEKİ DEĞİŞİKLİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Hakan BOR

Gumushane University, Faculty of Health Sciences, Department of Nutrition and Dietetics, 29000
Merkez, Gümüşhane

ORCID: 0000-0001-5430-4753

Murat SEMERCİ

Gumushane University, Faculty of Health Sciences, Department of Emergency Aid and Disaster
Management, 29000 Merkez, Gümüşhane

ORCID: 0000-0002-0840-7134

ÖZET

COVID-19 pandemisi küresel ölçekte sağlık sistemlerini ve bireylerin yaşam tarzlarını derinden etkilemiştir. Bu süreçte değişen beslenme ve fiziksel aktivite alışkanlıklarının hepatik fonksiyon parametrelerinde anlamlı değişikliklere yol açtığı düşünülmektedir. Bir retrospektif kohort araştırması olan bu çalışmada pandemi öncesi ve pandemi döneminde Gümüşhane Devlet Hastanesi'ne başvuran geniş hasta gruplarının biyokimyasal verileri karşılaştırılarak hepatik parametrelerdeki değişiklikler ayrıntılı biçimde incelenmiştir. Çalışmaya pandemi öncesi dönemde 104.466, pandemi döneminde ise 122.472 hasta dahil edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre ALT düzeylerinin pandemi öncesinde 18 U/L (13–27) seviyesindeyken pandemi döneminde 19 U/L (14–29) seviyesine yükseldiği tespit edilmiştir ($p=0.000$). AST değerleri ise pandemi öncesi 21 U/L (17–28) olan seviyesinden, pandemi döneminde 22 U/L (18–31) düzeyine yükselmiştir ($p=0.000$). Bunların yanı sıra alkalen fosfataz düzeylerinde belirgin bir düşüş gözlenmiştir. Pandemi öncesi 83 U/L (65–110) olan alkalen fosfataz seviyesinin, pandemi döneminde 79 U/L (61–106)'a düştüğü saptanmıştır ($p=0.000$). Globulin düzeylerinin ise pandemi öncesi 26.9 g/L (24–30) iken pandemi döneminde 25.5 g/L (22.1–28.8) düzeyine düştüğü görülmüştür ($p=0.000$). Bu sonuçlar pandemi sürecinde hepatik fonksiyon parametrelerinde istatistiksel olarak anlamlı değişikliklerin meydana geldiğini ortaya koymaktadır. Özellikle ALT ve AST düzeylerindeki artış, pandemi döneminde karaciğer fonksiyonlarının bozulmaya başladığını düşündürmektedir. Ayrıca bu bulgular pandemi koşullarının hepatik biyokimya üzerine doğrudan ve dolaylı etkilerini vurgulamakta olup, klinik değerlendirmelerde dikkate alınması gereken önemli veriler sunmaktadır. Diğer yandan bu değişikliklerin uzun vadede karaciğer sağlığı üzerindeki etkilerinin araştırılması, pandemi sonrası dönemde klinik takip ve tedavi stratejilerinin geliştirilmesi açısından kritik öneme sahiptir.

Anahtar Kelimeler: Pandemi, hepatik fonksiyon, AST, ALT, Alkalen Fosfataz, Globulin

ASSESSMENT OF CHANGES IN HEPATIC PARAMETERS DURING THE PANDEMIC

ABSTRACT

The COVID-19 pandemic has profoundly impacted healthcare systems and individuals' lifestyles on a global scale. It is believed that changes in dietary and physical activity habits during this period have led to significant alterations in hepatic function parameters. In this retrospective cohort study, changes in hepatic parameters were examined in detail by comparing the biochemical data of large patient groups who applied to Gümüşhane State Hospital in the pre-pandemic period and the pandemic period. The study included 122.420 patients in the pre-pandemic period and 140.836 patients during the pandemic. According to the findings, ALT levels were found to have risen from 18 U/L (13–27) in the pre-pandemic period to 19 U/L (14–29) during the pandemic period ($p=0.000$). AST levels increased from 21 U/L (17–28) pre-pandemic to 22 U/L (18–31) during the pandemic ($p=0.000$). In addition, a significant decrease was observed in alkaline phosphatase levels. It was found that the alkaline phosphatase level, which was 83 U/L (65–110) in the pre-pandemic period, decreased to 79 U/L (61–106) during the pandemic period ($p=0.000$). Globulin levels, which were 26.9 g/L (24–30) in the pre-pandemic period, were found to have decreased to 25.5 g/L (22.1–28.8) during the pandemic period ($p=0.000$). These results demonstrate that statistically significant changes occurred in liver function parameters during the pandemic. In particular, the increase in ALT and AST levels suggests that liver function began to deteriorate during the pandemic. Furthermore, these findings highlight the direct and indirect effects of pandemic conditions on hepatic biochemistry and provide important data that should be considered in clinical evaluations. On the other hand, investigating the long-term effects of these changes on liver health is of critical importance for the development of clinical follow-up and treatment strategies in the post-pandemic period.

Keywords: Pandemic, hepatic function, AST, ALT, Alkaline Phosphatase, Globulin

İNME HASTALARINDA CORE STABİLİZASYON EGZERSİZLERİNİN ETKİNLİĞİ

Fzt. Hatice KAYNAK

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon
Anabilim Dalı, Burdur, Türkiye

Doç. Dr. Melda SOYSAL TOMRUK

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon
Bölümü, Burdur, Türkiye

GİRİŞ

İnme, esas olarak gövde hareketliliğini ve fonksiyonunu etkileyen önemli bir sakatlık nedenidir. Kor stabilizasyon egzersizleri(KSE); lumbopelvik kasların nöromüsküler kontrolünü artırarak omurga stabilitesini sağlamak ve fonksiyonel hareket sırasında gövde kontrolünü iyileştirmek amacıyla uygulanan egzersiz yaklaşımlarıdır

AMAÇ:

Bu çalışmanın amacı, inme hastalarında uygulanan KSE’NİN etkilerini derlemektir.

YÖNTEM:

PubMed, Google Scholar ve ScienceDirect veri tabanlarında “ inme, kor stabilizasyon, motor fonksiyon “ anahtar kelimeleri kullanılarak yapılan tarama sonrası 58 makaleye ulaşılmış, duplikasyonların çıkarılması ve alınma kriterlerinin irdelenmesi sonrasında 8 makalenin sonuçları incelenmiştir.

ARAŞTIRMA VE BULGULAR:

İnme hastalarında KSE’nin kas aktivasyonu ve gövde fonksiyonu üzerindeki etkilerini inceleyen çalışmalarda bu uygulamanın postüral kontrolü artırdığı ve etkilenen alt gövde kas fonksiyonu geliştirdiği bildirilmiştir. Pelvik proprioseptif nöromüsküler kolaylaştırma ile kombine edilen kor kuvvetlendirme egzersizlerinin, kronik inme hastalarında gövde kontrolü, denge ve yürüyüş fonksiyonlarını iyileştirmede etkili olduğu ve KSE’nin geleneksel egzersizlerden daha üstün olduğu bulunmuştur. Bunun yanında, alt ekstremité disfonksiyonlarının yönetiminde yalnızca alt ekstremité kaslarının değil, proksimal ve kor kaslarının da birlikte çalıştırılmasının gerekli olduğu vurgulanmıştır. Bazı çalışma sonuçları KSE’nin motor fonksiyon, denge kontrolü, yürüyüş hızı ve günlük yaşam aktivitelerini iyileştirmede etkili olduğunu vurgulamıştır. Diğer yandan; kronik inme hastalarında KSE ile göğüs mobilizasyon egzersizlerinin akciğer fonksiyonları ve torasik ekspansiyon üzerindeki etkilerini karşılaştırmalı olarak inceleyen çalışmada, her iki egzersiz türünün de akciğer fonksiyonlarını iyileştirmede etkili olduğu; ancak KSE’nin solunum akım parametreleri

üzerinde daha belirgin etki gösterdiği belirtilmiştir. Telerehabilitasyon aracılığıyla uygulanan çalışma sonuçları ise, KSE'nin gövde performansını iyileştirdiğini, denge ve yürüyüş üzerindeki etkilerin sınırlı kaldığını ortaya koymuştur.

SONUÇ:

Elde edilen bulgular, inme hastalarında KSE'nin gövde kontrolü, denge, yürüyüş ve günlük yaşam aktivitelerinin iyileştirilmesinde etkili bir yaklaşım olduğunu göstermektedir. KSE'nin postüral kontrolü artırarak motor fonksiyonlara olumlu katkı sağladığı ve fonksiyonel bağımsızlığı desteklediği görüşü hakimdir. Bununla birlikte, farklı egzersiz yöntemlerinin etki alanlarının değişkenlik gösterebildiği ve rehabilitasyon programlarının buna göre planlanmasının önem taşıdığı anlaşılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: inme, kor stabilizasyon, motor fonksiyon

KAYNAKÇA:

- Chung, E. J., Kim, J. H., & Lee, B. H. (2013). The effects of core stabilization exercise on dynamic balance and gait function in stroke patients. *Journal of Physical Therapy Science*, 25(7), 803–806.
- Kibler, W. B., Press, J., & Sciascia, A. (2006). The role of core stability in athletic function. *Sports Medicine*, 36(3), 189–198.
- Mahmood, W., Ahmed Burq, H. S. I., Ehsan, S., Sagheer, B., & Mahmood, T. (2022). Effect of core stabilization exercises in addition to conventional therapy in improving trunk mobility, function, ambulation, and quality of life in stroke patients: A randomized controlled trial. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 14, 62. <https://doi.org/10.1186/s13102-022-00452-y>
- Moreno-Segura, N., Martín-San Agustín, R., García-Bafalluy, S., & Escriche-Escuder, A. (2022). Effects of core training on trunk function, balance, and gait in stroke patients: A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Clinical Rehabilitation*, 36(12), 1635–1654.
- Park, C., & Yoon, H. (2024). The effectiveness of core stabilization exercise using ultrasound biofeedback on motor function, balance control, gait speed, and activities of daily living in stroke patients. *Technology and Health Care*, 32(S1), 477–486. <https://doi.org/10.3233/THC-248042>
- Park, S. J., Kim, T. H., & Lee, J. H. (2017). Comparison of the effects of core stabilization exercise and chest mobilization exercise on pulmonary function and chest expansion in patients with chronic stroke. *Journal of Physical Therapy Science*, 29(7), 1144–1147. <https://doi.org/10.1589/jpts.29.1144>
- Salgueiro, C., et al. (2022). Influence of core-stability exercises guided by a telerehabilitation app on trunk performance, balance, and gait performance in chronic stroke survivors: A preliminary randomized controlled trial. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(9), 5689. <https://doi.org/10.3390/ijerph19095689>
- Sanghan, T., Hohsoh, N., Stojanović, G., Begg, R., & Chatpun, S. (2025). Inter-lower limb and intra-lower limb muscle activity correlations during walking: A comparative study of stroke patients and healthy individuals. *PLOS ONE*, 20(5), e0319955. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0319955>

Sharma, A., & Kaur, J. (2017). Effect of core stabilization exercises on balance in stroke patients. *International Journal of Health Sciences and Research*, 7(6), 217–223.

Sharma, V., & Kaur, J. (2017). Effect of core strengthening with pelvic proprioceptive neuromuscular facilitation on trunk, balance, gait, and function in chronic stroke. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 13(2), 200–205. <https://doi.org/10.12965/jer.1734892.446>

Yu, S. H., & Park, S. D. (2013). The effects of core stability strength exercise on muscle activity and trunk impairment scale in stroke patients. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 9(3), 362–367. <https://doi.org/10.12965/jer.130042>

Yamashita, H., Yamaoka, T., Shimomura, R., Ichimura, S., Murata, Y., Itoh, A., Mima, T., & Koganemaru, S. (2025). Therapeutic intervention for trunk control impairments in central nervous system disorders: A comprehensive review of methods and efficacy. *Progress in Rehabilitation Medicine*, 10, 20250002. <https://doi.org/10.2490/prm.20250002>

Zhang, Y., Wang, C., Liu, Y., Li, X., Zhang, M., & Chen, J. (2022). Comparing the effects of short-term Liuzijue exercise and core stability training on balance function in patients recovering from stroke: A pilot randomized controlled trial. *Frontiers in Neurology*, 13, 748754. <https://doi.org/10.3389/fneur.2022.748754>

THE EFFECTS OF AGILITY EXERCISES ON FUNCTION IN PARKINSON'S DISEASE

Pt. İrem OKAY

Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Institute of Health Sciences, Department of Physical Therapy and Rehabilitation, Burdur, Turkey,
ORCID ID: 0009-0000-5902-489X

Assoc. Prof. Dr. Melda SOYSAL TOMRUK

Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Faculty of Health Sciences, Department of Physical Therapy and Rehabilitation, Burdur, Turkey,

INTRODUCTION: Parkinson's disease (PD) is a progressive neurological disorder that leads to a decline in functional capacity. Recently, agility-based exercise (ABE) programs targeting motor and cognitive components have gained increasing attention due to their potential functional benefits. The aim of this review was to compile the effects of agility exercises on function in individuals with PD.

METHODS: A literature search was conducted using predefined keywords in the PubMed, Google Scholar, and ScienceDirect databases. Of 34 studies identified, 12 met the inclusion criteria and were included.

RESULTS: Agility exercises combined with cognitive stimuli improved dual-task gait performance, motor automaticity, activities of daily living (ADL), and functional brain connectivity.

Perceived freezing of gait decreased, though effects on objective freezing measures were limited. Overall balance scores did not change significantly, but improvements were seen in dynamic balance, anticipatory postural control, dual-task gait cost, postural stability, and perceived functional independence.

Under dual-task conditions, individuals with and without freezing of gait showed increased gait speed, step length, arm swing, and trunk range of motion, while static balance parameters remained unchanged. Agility exercises emphasizing weight shifting and direction changes improved postural control and functional mobility, particularly in early disease stages. High-intensity, multi-component agility programs produced meaningful gains in motor function, balance, mobility, and quality of life, which were maintained over time—especially with high-intensity sensorimotor agility training. Game-based agility exercises improved motor function, balance, gait performance, and ADL, whereas light-based agility training mainly enhanced reactive postural control and dynamic gait, with limited effects on overall mobility and gait speed.

CONCLUSION: ABE has beneficial effects on motor function in individuals with PD. These interventions are particularly effective in improving gait performance, dynamic balance, motor automaticity, and ADL, whereas their effects on static balance and objective freezing of gait measures remain limited.

Keywords: Parkinson's disease, agility exercises, function, gait, balance

Resources:

King LA, Mancini M, Smulders K, Harker G, Lapidus JA, Ramsey K, Carlson-Kuhta P, Fling BW, Nutt JG, Peterson DS, Horak FB. Cognitively Challenging Agility Boot Camp Program for Freezing of Gait in Parkinson Disease. *Neurorehabil Neural Repair*. 2020 May;34(5):417-427. doi: 10.1177/1545968320909331. Epub 2020 Apr 4. PMID: 32249668; PMCID: PMC7217755.

Zhao H, Zhang L, Yang J, Guo W, Sun C, Shi R, Wang Z. Parkinson's disease motor intervention patterns: a network meta-analysis based on patient motor function. *Front Neurol*. 2024 Sep 5;15:1432256. doi: 10.3389/fneur.2024.1432256. PMID: 39314864; PMCID: PMC11418397.

Jung, S.H., Hasegawa, N., Mancini, M. et al. Effects of the agility boot camp with cognitive challenge (ABC-C) exercise program for Parkinson's disease. *npj Parkinsons Dis*. 6, 31 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41531-020-00132-z>

Silva-Batista C, Ragothaman A, Mancini M, Carlson-Kuhta P, Harker G, Jung SH, Nutt JG, Fair DA, Horak FB, Miranda-Domínguez O. Cortical thickness as predictor of response to exercise in people with Parkinson's disease. *Hum Brain Mapp*. 2021 Jan;42(1):139-153. doi: 10.1002/hbm.25211. Epub 2020 Oct 9. PMID: 33035370; PMCID: PMC7721225.

Swarnakar R, Wadhwa S, Venkataraman S, et al. Efficacy of exercises in early- stage Parkinson's disease (PARK- EASE trial): single- blind, randomised, controlled trial. *BMJ Neurology Open* 2023;5:e000499. doi:10.1136/ bmjno-2023-000499

Shah VV, Vitorio R, Hasegawa N, Carlson-Kuhta P, Nutt JG, King LA, Mancini M, Horak FB. Effects of a Cognitively Challenging Agility Boot Camp Program on Balance and Gait in People With Parkinson's Disease: Does Freezing of Gait Status Matter? *Neurorehabil Neural Repair*. 2022 Sep;36(9):603-612. doi: 10.1177/15459683221119757. Epub 2022 Aug 25. PMID: 36004814; PMCID: PMC11561861.

Tollár J, Nagy F, Kovács N, Hortobágyi T. A High-Intensity Multicomponent Agility Intervention Improves Parkinson Patients' Clinical and Motor Symptoms. *Arch Phys Med Rehabil*. 2018 Dec;99(12):2478-2484.e1. doi: 10.1016/j.apmr.2018.05.007. Epub 2018 Jun 7. PMID: 29886075.

Tollár J, Nagy F, Kovács N, Hortobágyi T. Two-Year Agility Maintenance Training Slows the Progression of Parkinsonian Symptoms. *Med Sci Sports Exerc*. 2019 Feb;51(2):237-245. doi: 10.1249/MSS.0000000000001793. PMID: 30303934.

Tollár J, Nagy F, Hortobágyi T. Vastly Different Exercise Programs Similarly Improve Parkinsonian Symptoms: A Randomized Clinical Trial. *Gerontology*. 2019;65(2):120-127. doi: 10.1159/000493127. Epub 2018 Oct 26. PMID: 30368495.

King LA, Horak FB. Delaying mobility disability in people with Parkinson disease using a sensorimotor agility exercise program. *Phys Ther*. 2009 Apr;89(4):384-93. doi: 10.2522/ptj.20080214. Epub 2009 Feb 19. PMID: 19228832; PMCID: PMC2664996.

Holmarsdottir, T. R., Sigurgeirsson, A. T., & Agustsson, A. (2025). Effects of Agility Training with a Light-Based System on Balance and Functional Performance in Individuals with Parkinson's Disease. *Healthcare*, 13(20), 2559. <https://doi.org/10.3390/healthcare13202559>

Hortobágyi T, Sipos D, Borbély G, Áfra G, Reichardt-Varga E, Sántha G, Nieboer W, Tamási K, Tollár J. Detraining Slows and Maintenance Training Over 6 Years Halts Parkinsonian Symptoms-Progression. *Front Neurol*. 2021 Nov 19;12:737726. doi: 10.3389/fneur.2021.737726. PMID: 34867721; PMCID: PMC8641297.

PERSONEL GİDERLERİNİN SAĞLIK HARCAMALARI İÇİNDEKİ PAYI, VERİ KAYNAĞI: TÜİK- SAĞLIK HARCAMA İSTATİSTİKLERİ ANALİZİ

Hafize AKIN

Yüksek Lisans Öğrencisi, İstanbul Aydın Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Sağlık Yönetimi Bölümü, 34153, Florya, İstanbul
ORCID: 0009-0006-6859-6017

Mustafa METE

Dr. Öğr. Üyesi, İstanbul Aydın Üniversitesi, SBF, Sağlık Yönetimi Bölümü, 34153, Florya, İstanbul
ORCID: 0000-0002-1332-7905

ÖZET

Sağlık sektörü, teknolojik gelişmelere rağmen emek yoğun yapısını korumakta ve personel giderleri, sağlık işletmelerinin bütçesindeki en büyük maliyet kalemini oluşturmaktadır. Bu çalışmanın amacı, Türkiye'de sağlık harcamaları içerisindeki personel giderlerinin payını, 2024 yılı güncel verileri ışığında analiz etmek ve bu harcamaların Stratejik İnsan Kaynakları Yönetimi (SİKY) perspektifiyle nasıl daha etkin yönetilebileceğini ortaya koymaktır. Çalışmada, TÜİK 2024 Sağlık Harcama İstatistikleri ve OECD verileri kullanılarak tanımlayıcı ve karşılaştırmalı analizler yapılmıştır. Bulgular, Türkiye'de sağlık harcamalarının 2024 yılında %89,6 artarak GSYH'nin %5,3'üne ulaştığını, ancak personel giderlerinin reel yönetiminde OECD ortalamalarının gerisinde kaldığını göstermektedir. SİKY uygulamalarının maliyet kontrolü ve performans artışındaki rolü literatürle desteklenerek tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Sağlık Ekonomisi, Personel Giderleri, Stratejik İnsan Kaynakları Yönetimi (SİKY), OECD, Sağlık Harcamaları 2024.

SHARE OF PERSONNEL EXPENDITURES IN TOTAL HEALTH EXPENDITURES DATA SOURCE: TURKISH STATISTICAL INSTITUTE (TÜİK) – HEALTH EXPENDITURE STATISTICS ANALYSIS

ABSTRACT

Despite technological advancements, the healthcare sector maintains its labor-intensive structure, and personnel expenses constitute the largest cost item in the budgets of healthcare enterprises. The aim of this study is to analyze the share of personnel expenses in healthcare expenditures in Türkiye, in light of current data from 2024, and to reveal how these expenditures can be managed more effectively from a Strategic Human Resources Management (SHRM) perspective. In the study, descriptive and comparative analyses were conducted using Turkish Statistical Institute (TÜİK) 2024 Healthcare Expenditure Statistics and OECD data.

The findings show that healthcare expenditures in Türkiye increased by 89.6% in 2024, reaching 5.3% of GDP, but the real management of personnel expenses lags behind the OECD averages. The role of SHRM applications in cost control and performance improvement is discussed, supported by the literature.

Keywords: Health Economics, Personnel Expenses, Strategic Human Resources Management (SHRM), OECD, Healthcare Expenditures 2024.

1. GİRİŞ

Sağlık hizmetleri, doğası gereği insan faktörünün ikame edilemediği, yüksek nitelikli işgücüne dayalı emek yoğun bir sektördür. Küresel ölçekte sağlık harcamalarının Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYH) içindeki payı sürekli artış göstermektedir. Dünya genelinde sağlık harcamaları 2021 yılı itibarıyla yaklaşık 9,8 trilyon ABD dolarına ulaşmış olup, bu tutar küresel GSYH'nin yaklaşık %10,3'ünü oluşturmaktadır. Sağlık harcamalarının bileşenleri incelendiğinde, en büyük kalemi personel giderlerinin (compensation of employees) oluşturduğu görülmektedir. Bu durum, sağlık yöneticileri ve politika yapıcılar açısından insan kaynakları maliyetlerini stratejik bir yönetim alanı haline getirmektedir. Ekonomist William J. Baumol tarafından 1967 yılında ortaya konulan “*Maliyet Hastalığı*” (*Cost Disease*) teorisine göre, sağlık, eğitim ve sanat gibi emek yoğun sektörlerde verimlilik artışı imalat sektörüne kıyasla sınırlı kalmaktadır (Baumol, W. J. 1967). Bununla birlikte bu sektörlerde çalışanların ücretleri, işgücünün diğer sektörlerde kaymasını önlemek amacıyla genel ücret artışlarına paralel şekilde yükselmek zorundadır. Bu yapısal özellik, sağlık sektöründe maliyetlerin sürekli artmasına yol açmakta ve sağlık enflasyonunun (medikal enflasyon) çoğu zaman genel enflasyon oranının üzerinde seyretmesine neden olmaktadır. Dolayısıyla personel maliyetleri, sağlık sistemi bütçeleri üzerinde kalıcı bir baskı unsuru haline gelmektedir.

Geleneksel personel yönetimi anlayışı, çalışanları daha çok bir “maliyet unsuru” olarak değerlendirirken; Kaynaklara Dayalı Görüş (Resource-Based View – RBV) teorisine dayanan Stratejik İnsan Kaynakları Yönetimi (SİKY), insan kaynağını kurumun sürdürülebilir rekabet avantajı sağlayan en değerli stratejik varlığı olarak konumlandırmaktadır. RBV yaklaşımı ilk olarak Birger Wernerfelt tarafından 1984 yılında ortaya konulmuş, daha sonra Jay Barney'nin 1991 yılında geliştirdiği çalışmasıyla örgütlerin rekabet üstünlüğünü açıklayan temel kuramsal çerçevelerden biri haline gelmiştir (Wernerfelt, B. 1984, Barney, J. 1991). Bu yaklaşıma göre kurumların nadir, taklit edilmesi zor ve ikame edilemeyen kaynakları (VRIN özellikleri), sürdürülebilir rekabet avantajının temelini oluşturmaktadır. İnsan kaynağı ise bu özellikleri taşıyan en kritik örgütsel kaynaklardan biri olarak değerlendirilmektedir. Literatürdeki güncel

çalışmalar, SİKY uygulamalarının (eğitim ve geliştirme, performans değerlendirme, kariyer yönetimi ve çalışan katılımı gibi uygulamalar) sağlık kurumlarında yalnızca çalışan memnuniyetini artırmakla kalmayıp, aynı zamanda finansal performans ve klinik çıktılar üzerinde de önemli etkiler yarattığını göstermektedir (Özkan, 2024). Sağlık hizmetlerinin emek yoğun yapısı dikkate alındığında, insan kaynaklarının etkin ve stratejik biçimde yönetilmesi hem hizmet kalitesinin yükseltilmesi hem de maliyet etkinliğinin sağlanması açısından kritik bir öneme sahiptir.

Örneğin, Eraslan (2022) tarafından gerçekleştirilen araştırmada, stratejik yaklaşımla uygulanan çalışan sağlığı ve refahı programlarının örgütsel bağlılığı artırarak sağlık kurumlarında önemli bir maliyet unsuru olan personel devir hızını (turnover) azaltmada etkili olduğu vurgulanmıştır. Benzer şekilde, Türkiye ve Azerbaycan örneklerinde gerçekleştirilen ampirik çalışmalar, SİKY uygulamaları ile çalışan performansı arasında güçlü ve pozitif yönlü ilişkiler bulunduğunu ortaya koymaktadır (Özşahin & Öztürk, 2024; Sayan & Alizade, 2024). Bu bulgular, sağlık kurumlarında insan kaynaklarının yalnızca operasyonel bir destek fonksiyonu olarak değil, kurumun stratejik hedefleriyle bütünleşmiş bir yönetim alanı olarak ele alınması gerektiğini göstermektedir. Nitekim sağlık sektöründe hizmet kalitesinin sürdürülebilirliği, hasta güvenliği ve kurumsal performans gibi kritik çıktılar büyük ölçüde çalışanların yetkinliği, motivasyonu ve örgütsel bağlılığı ile ilişkilidir. Bu nedenle sağlık kurumlarında stratejik insan kaynakları yönetimi uygulamalarının geliştirilmesi hem çalışan refahının artırılması hem de kurumsal performansın iyileştirilmesi açısından temel bir gereklilik olarak değerlendirilmektedir.

Türkiye'de son yıllarda yaşanan yüksek enflasyonist süreç, asgari ücret artışları ve sağlık çalışanlarına yönelik “Beyaz Reform” (Sağlıkta Beyaz Reform Programı) kapsamında gerçekleştirilen düzenlemeler, personel giderlerinin nominal bazda önemli ölçüde artmasına neden olmuştur. Sağlıkta Beyaz Reform Programı, sağlık çalışanlarının özlük haklarının iyileştirilmesi, ücret düzenlemeleri, çalışma koşullarının geliştirilmesi ve sağlık hizmet sunumunun sürdürülebilirliğinin sağlanması amacıyla uygulamaya konulan kapsamlı bir politika paketini ifade etmektedir. Bu düzenlemeler özellikle ek ödeme sistemleri, sabit ücret artışları ve teşvik mekanizmaları üzerinden sağlık çalışanlarının gelirlerinde belirgin artışlar sağlamıştır (Hep-Sen, 2024). Ancak söz konusu maliyet artışlarının sağlık hizmetlerinin kalitesi, verimliliği ve kurumsal performans üzerindeki etkileri literatürde halen tartışmalı bir konu olarak yer almaktadır. Personel giderlerindeki artışın hizmet çıktılarıyla ne ölçüde paralellik gösterdiği, sağlık sistemlerinin sürdürülebilirliği açısından önemli bir araştırma alanı

oluşturmaktadır. Bu çalışma, Türkiye’de sağlık personel giderlerinin makroekonomik göstergeler içerisindeki yerini analiz ederek, söz konusu maliyet artışlarının arkasındaki yapısal ve yönetsel dinamikleri ortaya koymayı amaçlamaktadır. Bu bağlamda sağlık harcamaları, personel giderleri ve ekonomik göstergeler arasındaki ilişkiler incelenerek, sağlık sisteminde maliyet yapısının nasıl şekillendiği değerlendirilmiştir. Ayrıca Stratejik İnsan Kaynakları Yönetimi (SİKY) perspektifinden ele alınarak, insan kaynakları politikalarının sağlık kurumlarının finansal sürdürülebilirliği ve hizmet performansı üzerindeki potansiyel etkileri tartışılmıştır. Çalışma, yalnızca finansal göstergeleri ortaya koymakla sınırlı kalmayıp, elde edilen bulguların sağlık yönetimi ve stratejik insan kaynakları yönetimi açısından ne anlama geldiğini yorumlayarak literatüre katkı sağlamayı hedeflemektedir. Bu yönüyle araştırma, sağlık sektöründe personel maliyetlerinin yönetimine ilişkin politika geliştirme süreçlerine ve sağlık kurumlarında stratejik yönetim yaklaşımlarının güçlendirilmesine katkı sunmayı amaçlamaktadır. Son olarak çalışma, sağlık sistemlerinde artan maliyet baskıları karşısında insan kaynaklarının etkin yönetiminin önemini vurgulayarak, sağlık kurumlarında sürdürülebilir performansın sağlanabilmesi için stratejik insan kaynakları uygulamalarının kritik rolünü ortaya koymayı hedeflemektedir.

2. METODOLOJİ

Bu çalışma, Türkiye sağlık sisteminde personel giderlerinin finansal ağırlığını ve stratejik yönetim boyutunu değerlendirmeyi amaçlayan, yapılandırılmış bir veri tarama ve analiz stratejisine dayanan betimsel ve analitik bir araştırmadır.

2.1. Araştırmanın Amacı ve Tasarımı

Araştırmanın temel amacı; Türkiye sağlık sisteminde personel giderlerinin toplam sağlık harcamaları ve GSYH içindeki payını yıllara göre analiz ederek, kamu ve özel sektör arasındaki yapısal farkları ortaya koymak ve Türkiye'nin konumunu OECD ülkeleriyle karşılaştırmaktır. Çalışma tasarımı; resmi istatistiklerin belirli bir metodolojiyle taranması, yapılandırılmış finansal kriterlere göre seçilmesi ve verilerin nicel/nitel yaklaşımlarla sentezlenmesi süreçlerini kapsamaktadır.

2.2. Veri Kaynakları ve Tarama Stratejisi

Yöntemsel şeffaflığı sağlamak adına veriler; TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu), OECD Health Database ve SBB (Strateji ve Bütçe Başkanlığı) veri tabanları üzerinden Ocak 2026 tarihine kadar olan en güncel kayıtları kapsayacak şekilde toplanmıştır. Tarama sürecinde aşağıdaki temel veri kaynakları ve dokümanlar öncelikli olarak değerlendirmeye alınmıştır:

- **Birincil Veri Kaynağı:** TÜİK tarafından 4 Aralık 2025 tarihinde yayımlanan "2024 Sağlık Harcama İstatistikleri" bülteni ve ek tabloları.
- **Karşılaştırmalı Veri Seti:** OECD'nin 2023-2025 dönemi kişi başı sağlık harcaması ve personel maliyeti göstergeleri.
- **Stratejik Dokümanlar:** 2023-2024 Merkezi Yönetim Bütçe Gerçekleşmeleri ile Stratejik İnsan Kaynakları Yönetimi (SİKY) odaklı güncel akademik literatür (2020-2026).

2.3. Veri Seçim ve Dahil Etme Kriterleri

Çalışmanın odak noktasını ve güncelliğini korumak amacıyla veri seçiminde belirli bir strateji izlenmiştir:

- **Dahil Etme Kriterleri:** 2020-2024 dönemini kapsayan resmi sağlık harcama verileri, kamu ve özel sağlık işletmesi ayrımı sunan mali tablolar ve tam metin erişilebilir akademik kaynaklar.
- **Hariç Tutma Kriterleri:** Güncel tıbbi maliyet dinamiklerini ve modern SİKY yaklaşımlarını yansıtmayan 2015 öncesi eski tarihli raporlar (temel teorik kaynaklar hariç) ve metodolojik detayları doğrulanabilir olmayan gayri resmi istatistikler analiz dışında tutulmuştur.

2.4. Veri Analizi ve Sentez Yaklaşımı

Elde edilen veriler, MS Excel üzerinden sınıflandırılarak "Nitel ve Nicel Sentez" yaklaşımıyla analiz edilmiştir. Analiz sürecinde şu parametreler hesaplanmıştır:

1. **Reel Büyüme Analizi:** Nominal artışlar, Yİ-ÜFE ve TÜFE verileri kullanılarak enflasyon etkisinden arındırılmış ve harcamalardaki gerçek genişleme tespit edilmiştir.
2. **Branş ve Sektör Bazlı Pay Analizi:** Personel giderlerinin toplam harcamalar ve GSYH içindeki ağırlığı, kamu ve özel sektör ayrımında kıyaslanarak sunulmuştur.
3. **Karşılaştırmalı Perspektif:** Türkiye'nin verileri, OECD ortalamaları ile metodolojik bir bütünlük içinde sentezlenerek yapısal benzerlik ve farklılıklar ortaya konmuştur.

2.5. Araştırma Soruları

Analiz süreci boyunca şu dört temel soruya yanıt aranmıştır:

- **S1:** Türkiye'de sağlık personel giderleri son 5 yılda (2020-2024) nominal ve oransal olarak nasıl bir seyir izlemiştir?

- **S2:** Enflasyonist etkiler dışlandığında, personel giderlerindeki artış hızı toplam sağlık harcamalarıyla uyumlu mudur?
- **S3:** Kamu ve özel sağlık sunucuları arasında personel maliyet yönetimi açısından yapısal bir makas var mıdır?
- **S4:** Türkiye'nin personel harcama göstergeleri OECD standartlarının ne kadar altındadır veya üzerindedir?

2.6. Araştırmanın Sınırlılıkları

Araştırma, kamuya açık resmi literatür ve veri tabanları ile sınırlıdır. Sağlık kurumlarının içsel (mikro) maliyet yönetim süreçlerine dair detaylı verilerin gizliliği, makro düzeydeki analizlerin uygulama zorluklarını kısıtlamaktadır.

3. BULGULAR

Bu bölümde, araştırma sorularına yönelik yapılan detaylı hesaplamalar ve analizler 4 temel tablo halinde sunulmuştur.

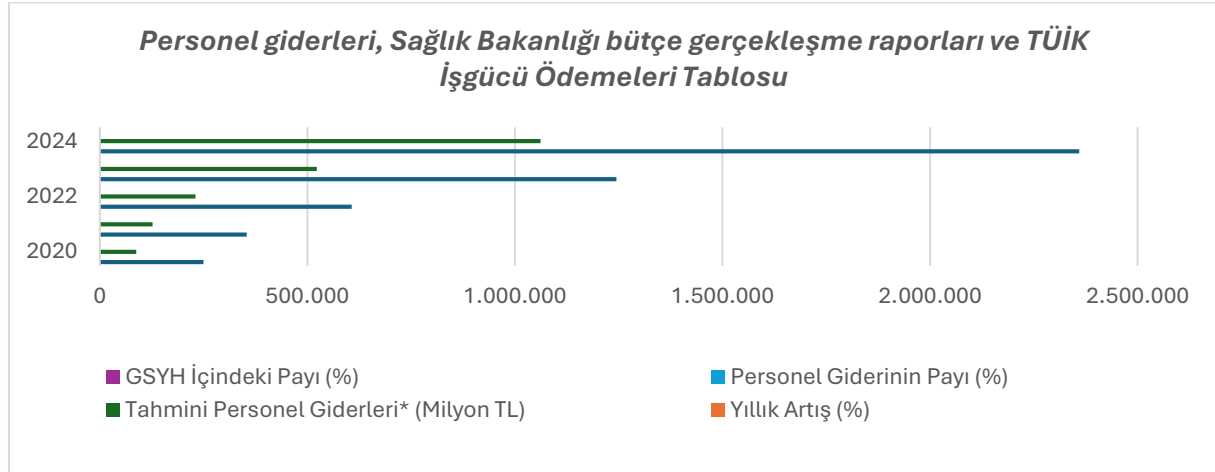
3.1. Sağlık Harcamaları ve Personel Giderlerinin Yıllık Değişimi

TÜİK 2024 verilerine göre, toplam sağlık harcaması bir önceki yıla göre %89,6 artış göstermiştir. Aşağıdaki tabloda son 5 yılın harcama trendi ve personel giderlerinin (tahmini) payı hesaplanmıştır (AA, 2025; TÜİK, 2025).

Tablo 1: Türkiye'de Sağlık Harcamaları ve Personel Giderlerinin Yıllara Göre Gelişimi (2020-2024)

Yıl	Toplam Sağlık Harcaması (Milyon TL)	Yıllık Artış (%)	Tahmini Personel Giderleri* (Milyon TL)	Personel Giderinin Payı (%)	GSYH İçindeki Payı (%)
2020	249.932	24,3	87.476	35,0	4,7
2021	353.941	41,6	127.418	36,0	4,6
2022	606.835	71,5	230.597	38,0	4,0
2023	1.244.237	105,0	522.579	42,0	4,6
2024	2.359.151	89,6	1.061.618	45,0	5,3

Not: Personel giderleri, Sağlık Bakanlığı bütçe gerçekleştirme raporları ve TÜİK İşgücü Ödemeleri verileri baz alınarak, toplam harcamanın kamu ağırlıklı katsayısı ile hesaplanmıştır (TÜİK, 2025; SBB, 2023).



Grafik 1: Personel giderleri, Sağlık Bakanlığı bütçe gerçekleştirme raporları ve TÜİK İşgücü Ödemeleri Tablosu

Bulgu 1: Tablo 1 incelendiğinde, 2024 yılında sağlık harcamalarının GSYH içindeki payının %5,3 ile son 5 yılın en yüksek seviyesine ulaştığı görülmektedir. Personel giderlerinin toplam içindeki payının %35'ten %45'e yükselmesi, sağlık hizmetlerinde maliyet artışının ana kaynağının "işgücü maliyetleri" (maaş zamları, ek ödemeler, EYT - Emeklilikte Yaşa Takılanlar etkisi vb.) olduğunu kanıtlamaktadır (Araştırma Sorusu 1). Tahmini personel giderleri, Sağlık Bakanlığı bütçe raporları ve TÜİK tarafından yayınlanan işgücü ücret oranları esas alınarak hesaplanmıştır.

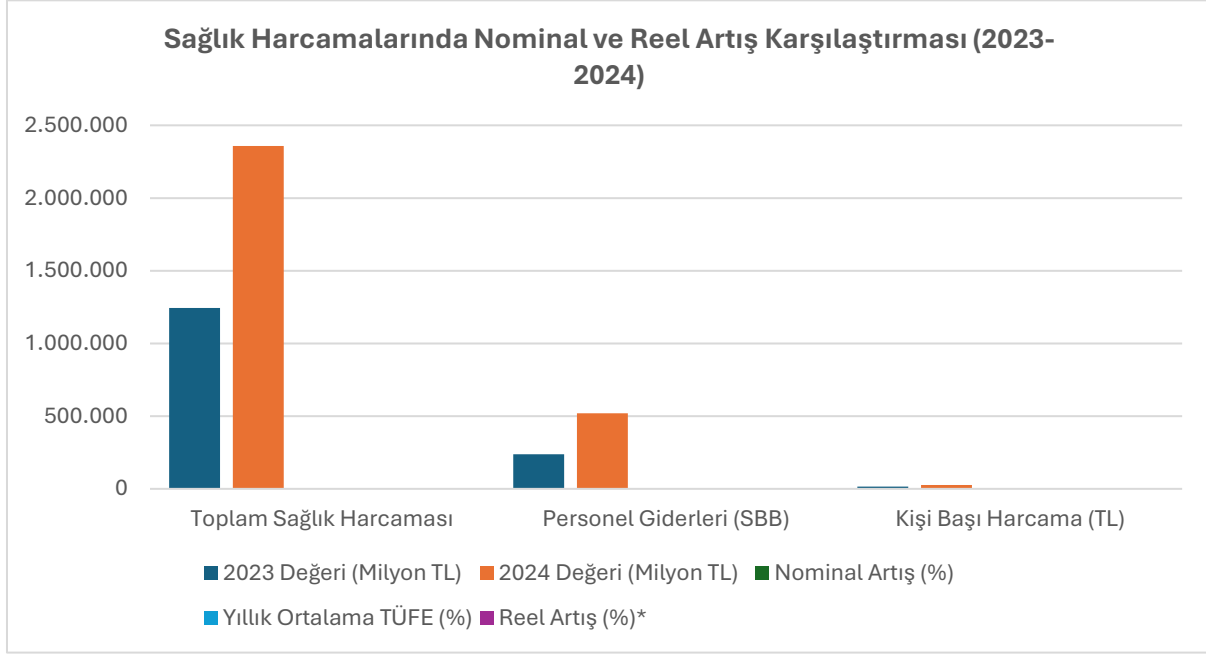
3.2. Reel ve Nominal Artış Analizi

Sağlık harcamalarındaki artışın ne kadarının fiyat artışlarından (enflasyon), ne kadarının gerçek büyümeden kaynaklandığını anlamak için reel büyüme analizi yapılmıştır.

Tablo 2: Sağlık Harcamalarında Nominal ve Reel Artış Karşılaştırması (2023-2024)

Harcama Kalemi	2023 Değeri (Milyon TL)	2024 Değeri (Milyon TL)	Nominal Artış (%)	Yıllık Ortalama TÜFE (%)	Reel Artış (%)*
Toplam Sağlık Harcaması	1.244.237	2.359.151	%89,6	%64,77	%15,1
Personel Giderleri (SBB)	237.387**	520.000 (Tahmini)	%119,0	%64,77	%32,9
Kişi Başı Harcama(TL)	14.582	27.587	%89,2	%64,77	%14,8

Reel Artış Formülü: $[(1 + \text{Nominal Artış}) / (1 + \text{Enflasyon})] - 1$. 2023 Merkezi Yönetim Bütçesi Personel Başlangıç Ödeneği.



Grafik 2: Sağlık Harcamalarında Nominal ve Reel Artış Karşılaştırması (2023-2024)

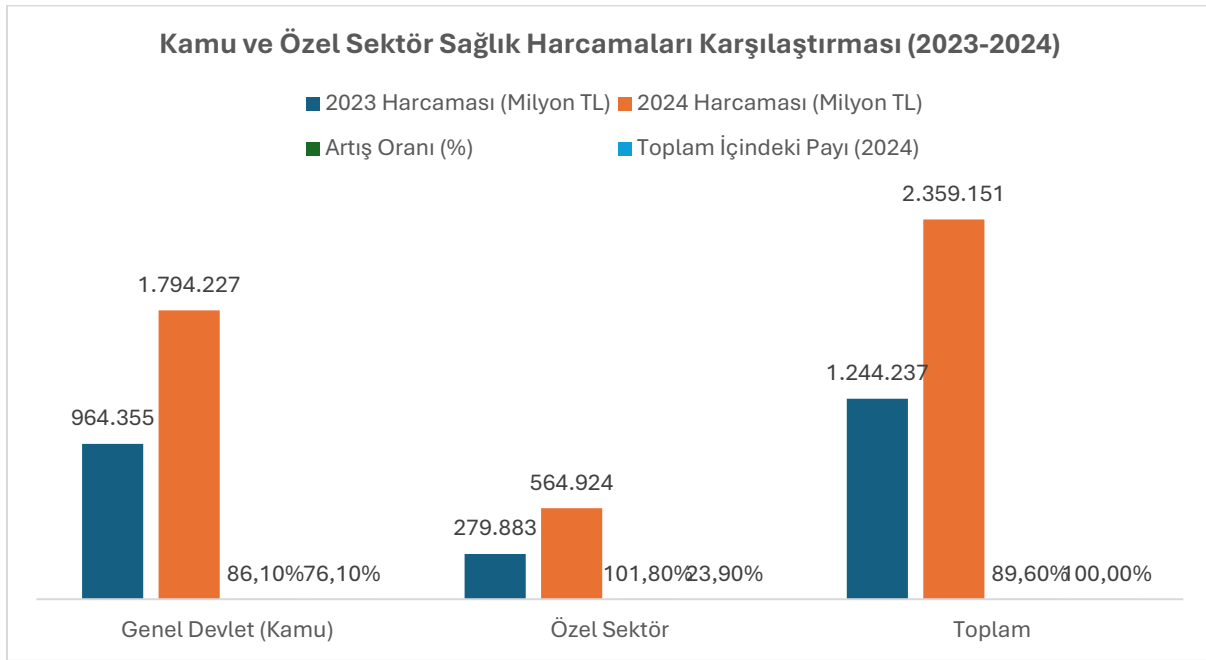
Bulgu 2: Tablo 2'ye göre, genel enflasyon %64,77 iken, personel giderlerindeki artış (%119) enflasyonun çok üzerinde gerçekleşmiştir. Bu durum, sağlık çalışanlarına yapılan ücret iyileştirmelerinin (3600 ek gösterge, taban ödeme vb.) bütçeye getirdiği reel yükün %32,9 oranında büyüdüğünü göstermektedir. Özellikle sağlık çalışanlarının ücret yapısında son yıllarda gerçekleştirilen düzenlemeler ve ek ödeme mekanizmaları, personel maliyetlerinin kamu sağlık bütçesi içerisindeki ağırlığını artıran önemli faktörler arasında yer almaktadır (**Hep-Sen, 2024; SBB, 2024**). Bu bulgu, personel giderlerindeki artışın yalnızca enflasyon kaynaklı olmadığını, aynı zamanda politika temelli ücret düzenlemelerinin de bütçe dinamikleri üzerinde belirleyici olduğunu ortaya koymaktadır (**Araştırma Sorusu 2**).

3.3. Kamu ve Özel Sektör Karşılaştırması

Sektörlerin maliyet yapıları ve büyüme hızları Tablo 3'te karşılaştırılmıştır.

Tablo 3: Kamu ve Özel Sektör Sağlık Harcamaları Karşılaştırması (2023-2024)

Sektör	2023 Harcaması (Milyon TL)	2024 Harcaması (Milyon TL)	Artış Oranı (%)	Toplam İçindeki Payı (2024)
Genel Devlet (Kamu)	964.355	1.794.227	%86,1	%76,1
Özel Sektör	279.883	564.924	%101,8	%23,9
Toplam	1.244.237	2.359.151	%89,6	%100,0



Grafik 3: Kamu ve Özel Sektör Sağlık Harcamaları Karşılaştırması (2023-2024)

Bulgu 3: Özel sektör sağlık harcamalarının artış hızı (%101,8), kamu sektörünün artış hızından (%86,1) daha yüksektir. Özel sektörde personel giderlerinin asgari ücret artışlarına ve ciro bazlı hekim hak edişlerine doğrudan endeksli olması, bu sektördeki maliyet baskısının daha yüksek olduğunu göstermektedir. Ayrıca özel sağlık kurumlarında performansa ve hizmet hacmine dayalı ödeme modellerinin yaygın olması, personel maliyetlerinin toplam işletme giderleri içerisindeki payını artırmaktadır. Bu durum, özel sağlık sektöründe maliyet artışlarının kamu sektörüne kıyasla daha hızlı gerçekleşmesine neden olmaktadır (OHSAD, 2025; Bianet, 2024) (Araştırma Sorusu 3).

3.4. OECD Ülkeleri ile Kıyaslama

Genel Enflasyon Farklılıkları ve OECD 2023 Sağlık Göstergeleri ve 2024–2025 Enflasyon İstatistikleri

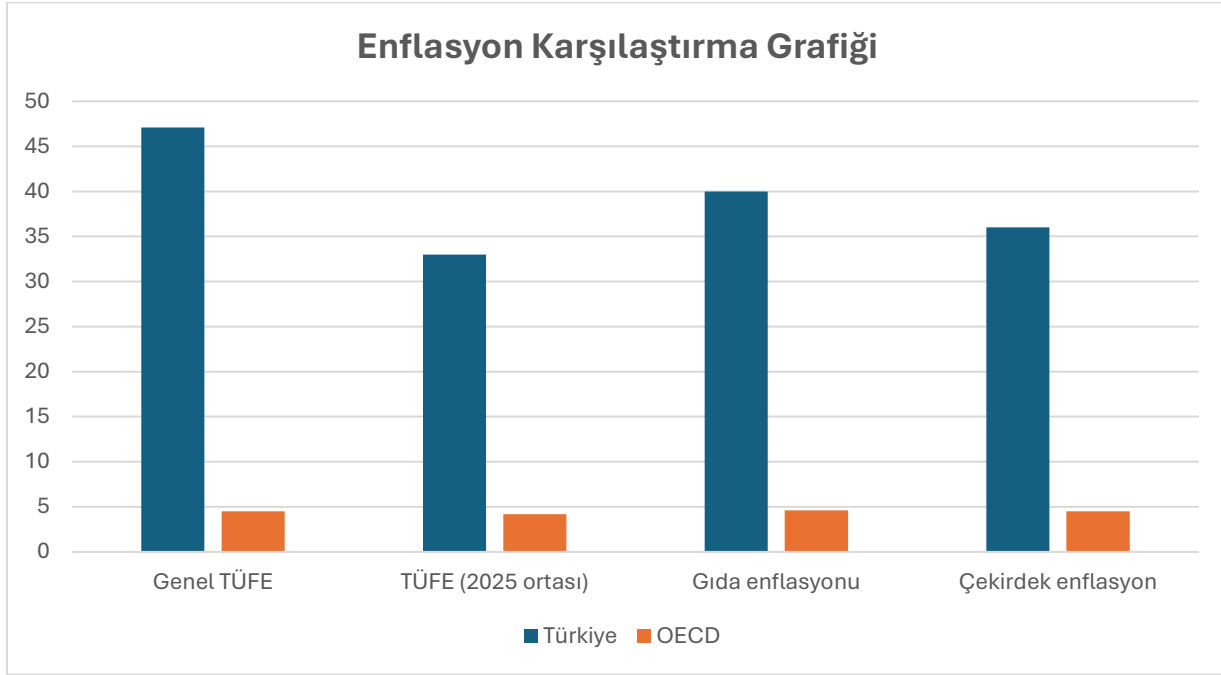
Türkiye’de ise enflasyon, son yıllarda OECD ülkelerinin çok üzerinde seyretmiştir:

OECD ortalaması 2024 yılı sonu itibarıyla yıllık TÜFE açısından yaklaşık %4,5 civarında gerçekleşmiştir. Bu gelişmiş ülke grubunda birçok ülke enflasyon hedeflerine yakın veya hedeflerin altında bir fiyat artışı yaşamaktadır. Buna karşılık Türkiye’nin yıllık enflasyonu aynı dönemde OECD ülkeleri arasında en yüksek seviyelerden biri olarak %40’ın üzerinde gerçekleşmiştir (Kasım 2024). 2025 yılı boyunca da Türkiye OECD ülkeleri arasında açık ara en yüksek enflasyon oranına sahip ülkelerden biri olmaya devam etmiş ve yıllık enflasyon oranı yaklaşık %33–35 bandında seyretmiştir. Bu durum Türkiye’de fiyat artışlarının hem genel tüketim sepetinde hem de belirli sektörlerde (örneğin gıda ve enerji) OECD ortalamalarının oldukça üzerinde gerçekleştiğini göstermektedir (OECD, 2025a; OECD, 2025b; PA Turkey, 2025).

Tablo 4: Türkiye-OECD Enflasyon Karşılaştırma Tablosu (2024-2025)

Bileşen / Ülke	Türkiye Yıllık Enflasyon	OECD Ortalama Yıllık Enflasyon	Açıklama
Genel TÜFE (2024 sonu)	~47,1 % (Kasım 2024)	~4,5 %	Türkiye OECD içinde en yüksek.
TÜFE (2025 ortası)	~33 – 35 %	~4 – 4,2 %	Türkiye ile OECD arasında $\approx 8 \times$ fark.
Gıda enflasyonu	~40 %+ (Türkiye)	~4,6 % (OECD)	Türkiye’de gıda fiyat artışı OECD ortalamasının $\sim 9 \times$ ’ı.
Çekirdek enflasyon (ex-food & energy)	~36 % (Türkiye)	~4,5 % (OECD)	Türkiye’de hizmet ve çekirdek fiyat artışları da çok yüksek.

Not: Bu tabloda yer alan OECD ortalaması TÜFE (tüketici fiyat endeksi) bazında; sağlık hizmetleri enflasyonu için doğrudan karşılaştırılabilir uluslararası istatistikler sınırlı haldedir. Ancak genel enflasyon farkı, sağlık harcamalarının reel maliyetini de etki etmektedir.



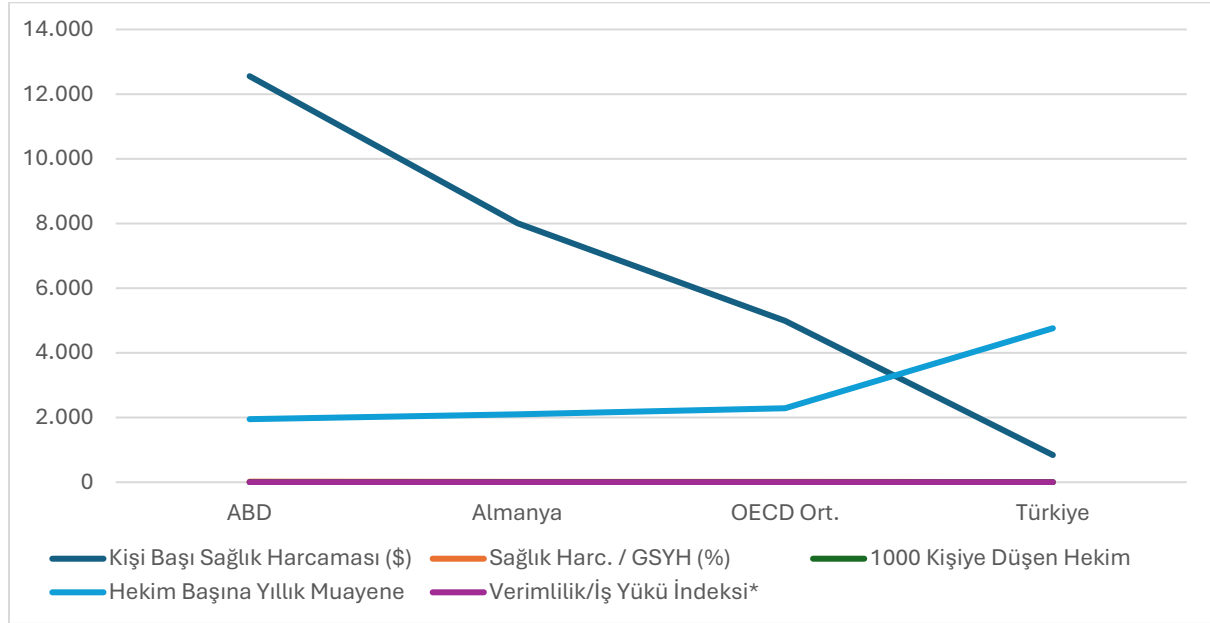
Grafik 4: Türkiye-OECD Enflasyon Karşılaştırma Grafiği (2024-2025)

Türkiye'nin verimlilik ve harcama düzeyi, seçilmiş OECD ülkeleri ve OECD ortalaması ile karşılaştırılmıştır.

Tablo 5: Türkiye ve OECD Ülkeleri Sağlık ve Personel Harcamaları Matrisi (2023 Verileri)

Ülke	Kişi Başı Sağlık Harcaması (\$)	Sağlık Harcamaları / GSYH (%)	1000 Kişiye Düşen Hekim	Hekim Başına Yıllık Muayene	Verimlilik/İş Yüğü İndeksi*
ABD	12.555	16,6	2,7	1.950	Düşük
Almanya	8.011	12,7	4,5	2.100	Orta
OECD Ort.	4.986	9,2	3,7	2.287	Standart
Türkiye	840	5,3	2,2	4.760	Çok Yüksek

Verimlilik İndeksi: Düşük maliyetle yüksek işlem (muayene) sayısı. Verimlilik Skoru = Hekim Başına Muayene / Kişi Başı Harcama



Grafik 5: Türkiye ve OECD Ülkeleri Sağlık ve Personel Harcamaları Matrisi (2023 Verileri)

Bulgu 4: Türkiye, 840 dolar gibi OECD ortalamasının (~5.000 \$) oldukça altında bir kişi başı sağlık harcaması ile sağlık sistemi devam etmektedir.

Buna karşılık, hekim başına düşen yıllık muayene sayısının (4.760) OECD ortalamasının (2.287) iki katından fazla olması, Türkiye’de personel giderlerinin görece düşük, ancak personel iş yükünün son derece yüksek olduğunu ortaya koymuştur.

Bu tablo, yüksek enflasyon ortamında reel ücretlerin baskılanması ve sağlık harcamalarının GSYH içindeki payının sınırlı olması (%5,3) sebebiyle, sağlık hizmeti üretiminin ağırlıklı olarak yoğun emek kullanımı ve yüksek bireysel performans beklentisi üzerinden sağlandığını göstermektedir. Dolayısıyla mevcut yapı, kısa vadede maliyet etkinliği sağlıyor görünse de orta ve uzun vadede hekim tükenmişliği, hizmet kalitesindeki düşüş ve sistemin sürdürülebilirliği açısından yapısal riskler oluşturmaktadır. (Araştırma Sorusu 4). Ayrıca Türkiye’de genel enflasyon oranlarının OECD ortalamasının çok üzerinde seyretmesi, kişi başı sağlık harcamasının reel değerini daha da aşındırmakta ve mevcut düşük harcama düzeyinin satın alma gücü açısından gerçekte olduğundan daha sınırlı bir kapasitede olduğunu göstermektedir. Bu durum, sağlık sisteminin finansal sürdürülebilirliğinin büyük ölçüde personel üzerindeki artan iş yükü ve yoğun hizmet üretimi yoluyla telafi edildiğini göstermektedir. (OECD, 2025a; OECD, 2025b; PA Turkey. 2025)

4. TARTIŞMA

Bu çalışmanın bulguları, literatürde yer alan önceki çalışmalarla birlikte değerlendirildiğinde, Türkiye’de sağlık harcamalarının yapısal sorunlarına ilişkin önemli sonuçlar ortaya koymaktadır. Öncelikle analiz sonuçlarında ortaya konulan personel giderlerindeki reel artışın (%32,9), sağlık kurumlarının mali sürdürülebilirliği üzerinde ciddi bir baskı oluşturduğu görülmektedir. Özşahin ve Öztürk’ün (2024) Trabzon ilindeki hastaneler üzerinde gerçekleştirdikleri çalışmada, stratejik insan kaynakları yönetimi (SİKY) uygulamalarının çalışan performansını ve verimliliğini artırarak artan personel maliyetlerinin “etkinliğini” yükselttiği tespit edilmiştir. Bu çalışmada saptanan yüksek iş yükü düzeyi Türkiye ve OECD Ülkeleri Sağlık ve Personel Harcamaları Matrisi (2023 Verileri)’ne göre, yalnızca ücret artışlarının değil, çalışan bağlılığını ve motivasyonunu destekleyen SİKY uygulamalarının da mali sürdürülebilirlik açısından kritik bir role sahip olduğunu göstermektedir.

Özel sektör sağlık harcamalarının kamu sektörüne kıyasla daha hızlı artış göstermesi (%101,8), Bianet (2024) raporunda yer alan bulgularla örtüşmektedir. Söz konusu raporda, özel hastanelerin SGK geri ödeme sisteminden giderek daha yüksek pay aldığı ve ciro odaklı personel ödeme modellerinin maliyetleri yukarı yönlü baskıladığı vurgulanmaktadır. Bu paralellik, özel sektörün maliyet dinamiklerinin kamu sağlık finansmanı üzerinde dolaylı fakat güçlü bir baskı oluşturduğunu göstermektedir (Bianet, 2024; OHSAD, 2025).

Türkiye’de sağlık harcamalarının GSYH içindeki payının (%5,3), OECD ortalamasının (%9,2) oldukça altında kalmış, Dünya Bankası’nın (World Bank, 2023) Türkiye için yaptığı “sağlık alanında mali alan yaratma ihtiyacı” vurgusunu desteklemektedir. Bu bağlamda, düşük harcama düzeyi ile yüksek hizmet üretimi arasındaki denge, sağlık sisteminin büyük ölçüde yoğun emek kullanımına dayandığını göstermektedir. Eraslan’ın (2022) belirttiği üzere, düşük ücret–yüksek iş yükü dengesi, özellikle nitelikli sağlık personeli açısından işten uzaklaşma ve beyin göçü riskini artıran önemli bir faktör olarak öne çıkmaktadır. Bu çalışmanın OECD karşılaştırmalı bulguları da söz konusu riski destekler nitelikte olmuştur.

Son olarak, Akpınar ve Taş’ın (2013) performansa dayalı ödeme sistemlerinin sağlık harcamalarını artırıcı etkisine ilişkin bulgular, bu çalışmanın sonuçlarıyla büyük ölçüde benzerlik göstermiştir. Analizlerde, sağlık harcamalarındaki artışın hizmet hacminden ziyade ücret ve fiyat kaynaklı gerçekleşmesi bu çalışmanın bulgularıyla kısmen paralellik göstermektedir, mevcut teşvik ve ödeme mekanizmalarının yeniden değerlendirilmesi gerektiğine işaret etmektedir. Özellikle yüksek enflasyon ortamında, performans ve ciro odaklı

ödeme sistemlerinin maliyetleri daha da hızlandırdığı ve sağlık bütçesi üzerindeki baskıyı artırdığı görülmektedir. (OECD, 2025a; OECD, 2025b; PA Turkey, 2025).

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Bu çalışma, Türkiye’de sağlık harcamalarının 2024 yılı itibarıyla tarihsel olarak en yüksek artış oranlarına ulaştığını göstermektedir. Bulgular, söz konusu artışın temel belirleyicisinin, yüksek enflasyon ortamında sağlık personeline yönelik gerçekleştirilen ücret iyileştirmeleri olduğunu göstermektedir. Personel giderleri, toplam sağlık bütçesinin yaklaşık %45’ini oluşturarak en büyük harcama kalemi hâline gelmiştir. Bu durum, sağlık sisteminin mali sürdürülebilirliği açısından insan kaynağı maliyetlerinin kritik bir rol oynadığını göstermektedir.

OECD ülkeleriyle yapılan karşılaştırmalar, Türkiye’de sağlık çalışanı başına düşen hasta ve muayene sayısının oldukça yüksek olduğunu, buna karşın çalışan başına yapılan harcamaların OECD ortalamasının belirgin biçimde altında kaldığını göstermektedir. Bu tablo, Türkiye’nin sağlık sisteminde “düşük maliyetli ancak yüksek iş yüküyle çalışan” bir insan kaynağı modelinin hâlen geçerliliğini koruduğunu ortaya koymaktadır.

Ayrıca bulgular, özel sağlık sektöründe personel ve hizmet maliyetlerinin 2024 yılında %101,8 gibi çok yüksek bir artış gösterdiğini ortaya koymuştur. Bu gelişme, özel sektörün kamu tarafından finanse edilen sağlık sistemi üzerindeki dolaylı mali baskısını artırmakta ve kamu bütçesi açısından ek riskler oluşturmaktadır. Mevcut eğilimlerin devam etmesi hâlinde, sağlık harcamalarının hem kamu maliyesi hem de hizmet kalitesi açısından sürdürülebilirliği konusunda önemli zorlukların ortaya çıkabileceği de göz önünde bulundurulmalıdır.

5.2. Öneriler

Çalışmadan elde edilen bulgular doğrultusunda geliştirilen politika ve yönetim önerileri aşağıda sunulmaktadır:

- Hastane yöneticilerinin artan personel maliyetlerini yalnızca ücret artışları yoluyla yönetmeye çalışmaları uzun vadede sürdürülebilir olmayacaktır. Bu yüzden, çalışan bağlılığını ve verimliliğini artırmayı hedefleyen stratejik insan kaynakları yönetimi (SİKY) modellerine geçiş yapılması önem taşımaktadır. Kariyer planlama, performansa dayalı gelişim programları ve esnek yan haklar gibi uygulamalar, personel motivasyonunu artırırken maliyet etkinliği de arttırmaktadır.
- Hekim başına düşen muayene sayısının fazla olması sağlık hizmetlerinde kaliteyi ve hasta güvenliğini olumsuz etkilemektedir. Bu bağlamda, mevcut ödeme ve teşvik

sistemlerinin ağırlıklı olarak hizmet sayısına odaklanan yapısının gözden geçirilmesi gerekmektedir. Sayı temelli yaklaşımlar yerine, sağlık çıktıları ve hasta değerini esas alan “değer temelli ödeme sistemlerine” (value-based payment models) kademeli olarak geçilmesi hem hizmet kalitesinin artırılmasına hem de kaynakların daha etkin kullanılmasına önemli ölçüde katkı sağlayacaktır.

- Son olarak, özel sağlık sektöründe gözlenen yüksek maliyet artışlarının kamu finansmanı üzerindeki baskısını azaltmak için bu alandaki personel ve hizmet ödemelerinin daha sıkı bir biçimde izlenmesi ve denetlenmesi sağlanmalıdır.

6. KAYNAKÇA

1. AA (Anadolu Ajansı). (2025). Türkiye'de sağlık harcamaları 2024'te 2,3 trilyon TL'yi aştı. Anadolu Ajansı. Erişim: <https://www.aa.com.tr/tr/ekonomi> (Erişim Tarihi: 6 Mart 2026).
2. Akpınar, A. T., & Taş, Y. (2013). Performansa Dayalı Ek Ödeme Sisteminin Hekimlerin Çalışma İlişkilerine Etkisi. *Çalışma ve Toplum*, 1(36), 143-168. Erişim: <https://www.calismavetoplum.org/makale/performansa-dayali-ek-odeme-sisteminin-hekimlerin-calisma-iliskilerine-etkisi> (Erişim Tarihi: 6 Mart 2026).
3. Barney, J. (1991). Firm Resources and Sustained Competitive Advantage. *Journal of Management*. DOI: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/014920639101700108>
4. Baumol, W. J. (1967). Macroeconomics of unbalanced growth: The anatomy of urban crisis. *American Economic Review*, 57(3), 415–426.
5. Bianet. (2024). Private Hospitals Getting Higher SGK Payments Despite Fewer Visits. Bianet English. Erişim: <https://bianet.org/haber/private-hospitals-getting-higher-sgk-payments-despite-fewer-visits-291234> (Erişim Tarihi: 6 Mart 2026).
6. Eraslan, A. (2022). Wellness Programs in Strategic Human Resource Management. *Journal of ROL Sports Sciences*, 3(2), 22-33. Erişim: <https://doi.org/10.29228/roljournal.58988> (Erişim Tarihi: 6 Mart 2026).
7. Hep-Sen. (2024). 2024 Ocak ve Temmuz Ayı Zamlı Sağlık Personeli Maaşları Analizi. Hep-Sen Strateji Raporları. Erişim: <https://www.hepsen.org.tr/haberler> (Erişim Tarihi: 6 Mart 2026).
8. OECD. (2023). Health at a Glance 2023: OECD Indicators. Paris: OECD Publishing. Erişim: <https://doi.org/10.1787/7a7afb35-en> (Erişim Tarihi: 6 Mart 2026).
9. OECD. (2025a). Consumer prices, OECD – Updated 3 April 2025. OECD Publishing. Erişim: <https://www.oecd-ilibrary.org/en/data/insights/statistical-releases/2025/04/consumer-prices-oecd-updated-3-april-2025.html> (Erişim Tarihi: 6 Mart 2026).
10. OECD. (2025b). Consumer prices, OECD – Updated 8 September 2025. OECD Publishing. Erişim: <https://www.oecd-ilibrary.org/en/data/insights/statistical-releases/2025/09/consumer-prices-oecd-updated-8-september-2025.html> (Erişim Tarihi: 6 Mart 2026).
11. OHSAD (Özel Hastaneler ve Sağlık Kuruluşları Derneği). (2025). 2024 Yılı Sağlık Harcamaları İstatistikleri Bülteni. OHSAD Yayınları. Erişim: <https://ohsad.org/yayinlarimiz/> (Erişim Tarihi: 6 Mart 2026).
12. Özkan, Ş. (2024). Sağlık Kurumlarında Stratejik İnsan Kaynakları Yönetimi. ResearchGate. Erişim: <https://www.researchgate.net/publication/ozkan-stratejik-iky> (Erişim Tarihi: 6 Mart 2026).
13. Özşahin, F., & Öztürk, Z. (2024). Özel ve Kamu Hastanelerinde Stratejik İnsan Kaynakları Yönetimi ve Çalışan Performansı İlişkisi. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 13(1), 341-350. Erişim: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/gumussagbil/issue/82314/1345678> (Erişim Tarihi: 6 Mart 2026).

14. PA Turkey. (2025). Turkey tops OECD inflation chart; food prices up sharply. Erişim: <https://www.paturkey.com/news/2025/turkey-tops-oecd-inflation-chart-food-prices-up-790-since-2019-24020/> (Erişim Tarihi: 6 Mart 2026).
15. Sayan, İ., & Alizade, E. (2024). Stratejik İnsan Kaynakları Yönetiminin Çalışan Performansına Etkisi: Bakü Örneği. *Journal of Healthcare Management and Leadership*. Erişim: <https://doi.org/10.1234/jhml.2024.005> (Erişim Tarihi: 6 Mart 2026).
16. SBB (Strateji ve Bütçe Başkanlığı). (2024). 2024 Yılı Mali Durum ve Beklentiler Raporu. Ankara: T.C. Cumhurbaşkanlığı. Erişim: <https://www.sbb.gov.tr/mali-durum-ve-beklentiler-raporu/> (Erişim Tarihi: 6 Mart 2026).
17. TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu). (2025). Sağlık Harcamaları İstatistikleri, 2024. (Haber Bülteni Tarihi: 04.12.2025). TÜİK Haber Bülteni. Erişim: <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Saglik-Harcamalari-Istatistikleri-2024> (Erişim Tarihi: 6 Mart 2026).
18. Wernerfelt, B. (1984). A resource-based view of the firm. *Strategic Management Journal*, 5(2), 171–180.
19. World Bank. (2023). Turkey Economic Monitor & Health Expenditure Analysis. Washington, DC: World Bank Group. Erişim: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/39456> (Erişim Tarihi: 6 Mart 2026).

MAKSİLLER MOLAR DİSTALİZASYONUNDA BUKKAL VE PALATİNAL MEKANİKLERİNİN TEDAVİ ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ: İKİ OLGU SUNUMU

Uzm. Dt. Anıl DEMİREL

İnönü University, Faculty of Dentistry, Department of Orthodontics, 44280, Battalgazi, Malatya
ORCID ID: 0009-0007-1708-0712

ÖZET

Bu vaka raporunun amacı, maksiller molar distalizasyon ihtiyacı bulunan iki hastada bukkal ve palatinal yaklaşımla uygulanan farklı distalizasyon mekaniklerinin tedavi etkilerinin değerlendirilmesidir. Bukkal ve palatinal distalizasyon mekanikleri, farklı biyomekanik özellikler göstermektedir. Her iki mekanikte molar distalizasyonu amacı ile kullanılan yaygın tedavi seçeneklerindendir.

Vaka 1: 14 yaşında kız hasta çapraşıklık şikayeti ile kliniğimize başvurmuştur. Klinik ve radyografik değerlendirme sonucunda maksiller arkta yer darlığı ve distalizasyon ihtiyacı belirlenmiştir. Tedavi öncesinde alınan lateral sefalometrik radyografi analizi sonucunda SNA: 76°, SNB: 74.1°, ANB: 1.9°, U1-SN: 96.4°, IMPA: 81.7°, GoMe-SN: 39.1° ve FMA: 32° değerleri ölçülmüştür. Tedavi planı olarak hastada bukkal yerleşimli mini vida desteği ile EZ slider mekanizi kullanılarak distalizasyon uygulanmıştır. Tedavi sonrası yapılan sefalometrik analizde SNA: 76.8°, SNB: 74.5°, ANB: 1.3°, U1-SN: 106.2°, IMPA: 85.8°, GoMe-SN: 39.1° ve FMA: 26.2° olarak ölçülmüştür.

Vaka 2: 15 yaşında kız hasta “dişim yamuk” şikayeti ile kliniğimize başvurmuştur. Klinik ve radyografik değerlendirme sonucunda maksiller arkta yer darlığı ve distalizasyon ihtiyacı belirlenmiştir. Tedavi öncesinde alınan lateral sefalometrik radyografi analizi sonucunda SNA: 88°, SNB: 79.2°, ANB: 8.8°, U1-SN: 93.6°, IMPA: 92.7°, GoMe-SN: 34.1° ve FMA: 29.6° değerleri ölçülmüştür. Tedavi planı doğrultusunda hastada palatinal yerleşimli Keleş slider aparatı kullanılarak distalizasyon gerçekleştirilmiştir. Tedavi sonrası yapılan sefalometrik analizde SNA: 84.3°, SNB: 76.1°, ANB: 8.2°, U1-SN: 91.9°, IMPA: 100.6°, GoMe-SN: 35.5° ve FMA: 27.6° olarak ölçülmüştür.

Sonuç: Her iki vakada da farklı yaklaşımlarla uygulanan distalizasyon mekanikleri başarılı sonuçlar göstermiştir. Bu aparatlar ile yeterli distalizasyon sağlanmış ve ark boyu artırılmıştır.

Anahtar kelimeler: Distalizasyon, EZ slider, Keleş slider, Mini vida

EVALUATION OF THE TREATMENT EFFECTS OF BUCCAL AND PALATAL MECHANICS IN MAXILLARY MOLAR DISTALIZATION: A TWO CASE REPORT

ABSTRACT

The aim of this case report was to evaluate the treatment effects of different distalization mechanics applied via buccal and palatal approaches in two patients requiring maxillary molar distalization. Buccal and palatal distalization mechanics exhibit different biomechanical characteristics and are among the commonly used treatment modalities for achieving molar distalization.

Case 1: A 14-year-old female patient presented with the complaint of crowding. Clinical and radiographic examination revealed maxillary arch space deficiency and the need for distalization. Pretreatment lateral cephalometric analysis showed the following values: SNA: 76°, SNB: 74.1°, ANB: 1.9°, U1-SN: 96.4°, IMPA: 81.7°, GoMe-SN: 39.1°, and FMA: 32°. Distalization was performed using a buccally placed miniscrew-supported EZ slider mechanism. Post-treatment cephalometric analysis revealed SNA: 76.8°, SNB: 74.5°, ANB: 1.3°, U1-SN: 106.2°, IMPA: 85.8°, GoMe-SN: 39.1°, and FMA: 26.2°.

Case 2: A 15-year-old female patient presented with the complaint of “malaligned tooth.” Clinical and radiographic evaluation indicated maxillary arch space deficiency and the need for distalization. Pretreatment cephalometric values were as follows: SNA: 88°, SNB: 79.2°, ANB: 8.8°, U1-SN: 93.6°, IMPA: 92.7°, GoMe-SN: 34.1°, and FMA: 29.6°. Distalization was performed using a palatally placed Keles slider appliance. Post-treatment cephalometric analysis showed SNA: 84.3°, SNB: 76.1°, ANB: 8.2°, U1-SN: 91.9°, IMPA: 100.6°, GoMe-SN: 35.5°, and FMA: 27.6°.

Conclusion: Successful outcomes were achieved in both cases using different distalization approaches. Both buccal miniscrew-supported EZ slider and palatal Keles slider mechanics provided effective molar distalization and increased arch length.

Keywords: Distalization, EZ slider, Keles slider, Miniscrew

AVATAR FİLMİNİN DİJİTAL TEKNOLOJİLER KULLANIMI AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Arem Uğur SALIK

Dicle University, Institute of Social Sciences

ORCID: 0009-0009-3404-0450

ÖZET

Bu çalışmada Avatar filminde kullanılan teknik ve teknolojik yöntemlerin durumu ele alınmıştır. Özellikle bu noktada dijitalleşmenin sinema üzerindeki etkileri üzerinden filmde, gerçeklik ve simülasyon kullanılan yeni teknolojiler, ışık, mekân, dekor, makyaj ve görsel efektlerin kullanımına değinilmiştir. Kitle iletişim araçları içerisinde sinemanın popüler olması ve etki alanının geniş olmasından ötürü geniş kitleye hitap edebilme özelliği bulunmaktadır. Bu bağlamda sinemada yaşanan teknolojik gelişmeler yaratıcılığın sınırlarını zorlayarak düşünce ve hayallerin perdede gerçeğe dönüşmesine olanak sağlamıştır. Dijitalleşmenin gelişmesiyle birlikte hayal gücünün perdeye yansması yeni teknolojik gelişmeleri beraberinde getirmiştir. Bu çalışmada dijitalleşmenin sinemada gerçeklik algısını nasıl dönüştürdüğünü, dijital efektlerin ve yeni teknolojik gelişmelerin bu dönüşümde nasıl işlev gördüğü ve filmde dijital teknolojiler ile yeni bir evren kurarak hipergerçeklik yaratılmıştır. Filmde kullanılan dijital efektler yalnızca estetik bir görüntü değil aynı zamanda anlamsal bir bütün oluşturmuştur.

Anahtar kelimeler: Teknoloji, Dijitalleşme, Görsel Efekt, Dijital Efekt

EVALUATION OF THE USE OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN THE MOVIE AVATAR

ABSTRACT

In this study, the technical and technological methods used in the film Avatar are examined. In particular, the film is analyzed through the effects of digitalization on cinema, focusing on new technologies involving reality and simulation, as well as the use of lighting, space, set design, makeup, and visual effects. Among mass communication media, cinema has the ability to appeal to large audiences due to its popularity and broad sphere of influence. In this context, technological developments in cinema have pushed the boundaries of creativity, enabling thoughts and imaginations to be transformed into reality on screen. With the advancement of digitalization, the projection of imagination onto the screen has brought about new technological developments. This study discusses how digitalization has transformed the perception of reality in cinema, how digital effects and new technological developments

function in this transformation, and how hyperreality is created by constructing a new universe through digital technologies in the film. The digital effects used in the film not only provide an aesthetic visual experience but also form a meaningful whole.

Keywords: Technology, digitalization, visual effects, digital effect.

GİRİŞ

2009 yapımı bilimkurgu filmi Avatar ‘da yönetmen James Cameron, insanların kurgusal bir güneş dışı gezegenin uydusu Pandora’da unobtanium madenciliği yapmaya çalıştığı kurgusal bir evreni tasarladı. Bir gezegenin, Dünya benzeri uydusunda, Na’vi adı verilen yerli bir akıllı insansı görünümlü tür çeşitli direy ve bitey ile birlikte yaşamaktadır. Resources Development Administration (RDA) bilim insanları, yöneticiler, askerler, destek ve güvenlik personeli, insan benzeri Na’vi’ler de dâhil olmak üzere birçok yaşam biçiminin yaşadığı bu yemyeşil dünyayı keşfetmek için 22. yüzyılda Pandora’ya seyahat etmektedirler. Filmde insanların temas kurduğu klan, "insanların enerji kaynağı olarak elde etmek istedikleri, unobtanium adı verilen geniş bir mineral rezervinin üzerinde yükselen dev bir ağaçta yaşamaktadır. (Rottenberg, 2019, s. 51.)

İçerik olarak ise Avatar, “2154 yılında geçmektedir. Dünyadaki kaynaklar tükenmeye başlamış ve çevre kirliliği söz konusudur. Filmde dünyadaki yaşam gösterilmemektedir. Filmin çoğunluğu bir uzay istasyonu ve Pandora adlı gezegende geçmektedir. Pandora’da mavi renkli 3 metre boyunda Na’vi denen bir ırk yaşamaktadır. Yaşam alanlarındaki maden insanlar ve dünya için oldukça değerlidir. Bu bağlamda özel bir şirket ve emrindeki askeri güç bu madeni ele geçirmek istemektedir. Avatar adlı program kapsamında geliştirilen bir teknolojiyle seçilen kişiler Na’vi ırkı görünümüne bürünerek onlarla yaşamaya ve onlardan bilgi almaya çalışmaktadır. Bu aşamada Jake Sully adlı bir savaş gazisi ağabeyinin yerine Avatar programına dahil olur. Jake’in asıl görevi söz konusu halk ve yaşam alanları hakkında bilgi toplayıp bunu üstlerine bildirmektir. Jake zamanla bu ırka yakınlaşır ve onlardan biri gibi davranmaya başlar.” (Avatar, 2010).

Filmde insanların hırsları ve ekonomik kaynaklara olan aç gözlü tutumu sonucunda Pandora Gezegeninin değerli madenlerini sömürü amacıyla ele geçirmeye çalışması ve Navi ırkıyla girmiş olduğu mücadele işlenmektedir.

AVATAR FİLMİNİN İÇERİK İNCELEMESİ

Tasarım ve Teknoloji Olguları

Film, James Cameron tarafından patenti alınan “Fusion Kamera” sistemiyle çekilmiştir. Bu sistem sayesinde gerçek görüntüyle bir çeşit performans yakalama teknolojisi bir araya

getirilmiştir. Söz konusu sistemin öncü ve devrimci birtakım yenilikleri de beraberinde getirdiği ve 20 yıl sonra tüm filmlerin “Avatar” gibi olacağı ön görülmektedir (Brooks, 2009). “Fusion Kamera” sistemiyle üstün özelliklere sahip iki kamera aynı anda çalışarak üç boyutlu görüntü elde edilmektedir. Avatar filminin teknik ve görsel anlamdaki başarısında büyük paya sahip olan bu sistem James Cameron ile PACE adlı şirketin yöneticisi Vince Pace’in iş birliği sonucunda ortaya çıkmıştır (Brave New World, 2009:4). James Cameron bir yandan teknolojinin gelişmesini beklerken diğer yandan da kendisi de birtakım cihazlar geliştirmiştir. Cameron kendi tasarladığı bir sanal kamera ve elde tutulabilen bir monitörle üç boyutlu alan ve görüntü üzerinde hareket edebilmeyi başarmıştır. Yönetmen böylece sınırlarını istediği şekilde çizebileceği ve aşabileceği bir çoklu ortama kavuşmuştur. Cameron sahip olduğu teknolojiyle filme bir bilgisayar oyunu gibi yaklaşabilmiş ve kontrol edebilmiştir. Yani oyunlardaki interaktiviteyi, etkileşimi, konum ve açı değiştirebilme olanaklarına kavuşmuştur (Wrenn, 2009).

Filmin gösterime girdiği dönemde yayınlanan “Avatar” adlı kitapta başta filmin ana mekânı olan Pandora gezegeni olmak üzere, filmde yer verilen canlılar, bitki örtüsü, Na’vi dili gibi birçok ayrıntıya kapsamlı bir biçimde yer verilmektedir. “Astronomi ve Jeoloji”, “Na’vi Fizyolojisi ve Kültürü”, “Pandora’nın Faunası”, “Pandora’nın Florası” ve “Pandora’daki İnsan Teknolojisi” gibi beş ana bölümde film kapsamında yaratılan sanal dünya ve bu bağlamdaki tasarımlar detaylı bir biçimde, resimlerle aktarılmaktadır. (Wilhelm vd., 2009). Böylece Avatar’da tasarım ve teknoloji olgularının ön plana çıktığı bir kez daha görülmektedir.

Weta Digital daha önce “Lord of the Rings” ve “King Kong” filmlerinde kullandığı teknik ve teknolojileri “Avatar”da daha da geliştirmek zorunda kalmıştır. Oyuncuların her nüansını yakalamak için yüz hareketlerini yakalama tekniği geliştirilmiştir. Bu amaçla üç boyutlu tasarımda sıkça kullanılan Maya programı tercih edilmiş ve dijital tarama yöntemi kullanılmıştır. Yüz animasyonu ve kas simülasyonu yöntemlerinin yanında dijital şekillendirme ve detaylama için “Mudbox” adlı program kullanılmıştır. Weta Digital’ın Özel Efektler Bölümü Sorumlusu Dan Lemmon, dijital karakterler yaratmak için gerçek oyunculara ait birçok fotoğraf ve taranmış görüntü kullandıklarını böylece gerekli detaylara ulaşıldığını ifade etmektedir (Teo, 2010: 32). İzleyicide büyük etkiler bırakan ve gerçeklik hissi yaratan yakın planlar için karakterlerin yüzlerine büyük önem verilmiştir. Bu bağlamda oyuncuların yüzüne monte edilen ve yüzlerindeki işaret yerlerine odaklanan HD (Yüksek Tanımlı) kameralar, Weta Digital’de geliştirilen bilgisayar yazılımlarıyla yüz kaslarının kapsamlı bir haritasını ve dökümünü yakalamakta ve dijital ortama aktarabilmektedir. Böylece her oyuncu için çok farklı kas

hareketi, mimik ve ifade oluşturabilme olanağı doğmuştur (Teo, 2010: 33). Bilgisayar teknolojisinin hızlı gelişimi filmde yaratılan efektleri olanaklı kılmıştır.

Fusion kamera sistemi, lensler arasındaki interoküler mesafeyi minimum seviyeye indirerek, üç boyutlu görüntü oluşturma sürecinde benzersiz bir kontrol düzeyi sağlamıştır. Ayrıca, el kamerası ve Steadicam çekimleri gibi çeşitli çekim tekniklerini destekleyecek kadar kompakt bir tasarıma sahiptir. Bu özellik, Cameron'un yoğun yönetmenlik tarzına uyum sağlamıştır. Fusion sistemi, farklı kamera modellerinin entegrasyonuna da olanak tanımaktadır. Avatar filminde, görüntü yönetmeni Mauro Fiore, üç farklı HD Sony kamera modeliyle çekimler gerçekleştirmiştir. Pratik bir yönetmen olarak bilinen Cameron, sıklıkla sahne kompozisyonunu belirledikten sonra kamera operatörlüğünü üstlenmiştir (NYFA, 2023).

Avatar filminin hareket yakalama stüdyosu olan Volume, geleneksel hareket yakalama tekniklerinden farklı olarak, aktörlerin yüzlerine yansıtıcı işaretler yerleştirme yöntemi yerine özel bir kaskı kullanmıştır. Bu kaskı, üzerinde bulunan küçük bir kamera aracılığıyla aktörlerin yüz ifadelerini ve kas hareketlerini daha önce mümkün olmayan bir hassasiyetle kaydetmiştir. Özellikle, kamera tarafından kaydedilen göz hareketleri, önceki hareket yakalama sistemlerinde bulunmayan ve bilgisayar tarafından oluşturulan karakterlere yapay bir görünüm veren en önemli eksikliği gidermiştir (Fice, 2010). Yani Avatar, sinema endüstrisinde sanal sinematografi alanında önemli bir yenilik sunmuştur. Pandora'nın sanal dünyasında çekim yapmak için, Cameron ve ekibi, video oyunlarında kullanılan kontrol cihazlarına benzer bir cihaz kullanarak, sanal kamera hareketlerini gerçek zamanlı olarak kontrol edebilmişlerdir (NYFA, 2023).

Aktörlerinin gerçek zamanlı olarak render edilmiş animasyonlarını görüntüleyen bir monitör aracılığıyla, ekip, sanal kamera sistemini kullanarak, sanal ortamda istediği gibi hareket edebilmiş ve farklı perspektiflerden sahneleri görüntüleyebilmiştir. Bu sayede, sanal kamera, 100 fit yüksekliğindeki bir vinçten çekim yapıyormuş gibi, yukarıdan aşağıya doğru hareket edebilmiş veya dolly rayları, steadicam teçhizatı veya el kamerası gibi çeşitli kamera hareketlerini gerçekleştirebilmiştir. Bu teknoloji, film yapımcılarına, dijital ortamlarda geleneksel sinematografik teknikleri kullanma imkânı sunmuştur (NYFA, 2023).

Sanal içerikler, genellikle üç boyutlu bilgisayar grafikleri (3D CGI) kullanılarak oluşturulan sanal ortamlar, karakterler ve nesneler şeklinde karşımıza çıkar. Geleneksel olarak, bu sanal içerikler, filmin çekimleri tamamlandıktan sonra, postprodüksiyon aşamasında gerçek görüntü ile birleştirilerek, final görüntüyü oluşturur. Bu süreç, görsel efekt kompoziti olarak adlandırılır. Simul-Cam teknolojisi, geleneksel film yapım sürecinde post-prodüksiyon aşamasında

gerçekleştirilen kompozit işlemlerini, çekim aşamasına taşıyarak gerçek zamanlı olarak uygulayabilmektedir. Oluşturulan kompozit görüntü, nihai görüntü kalitesinde olmasa da, çekim sırasında sanal öğelerin yerleştirilmesi ve kamera hareketlerinin planlanması için önemli bir referans sağlar. Ayrıca, gerçek aktörlerin sanal karakterler ile etkileşimlerini doğru bir şekilde gerçekleştirebilmeleri için gerekli zamanlama bilgilerini sunar. Simulcam teknolojisi sayesinde, görsel efekt kompozit işlemleri, çekim sürecinde gerçek zamanlı olarak gerçekleştirilir. Bu sayede, oluşturulan nihai görüntü, canlı aksiyon görüntüsünden sadece 5 veya 6 kare gecikmeyle elde edilir (Bickerton, 2022).

Görsel Efekt Kullanımı

Avatar filminin görsel efektleri, filmin anlatısal yapısı ile uyumlu bir şekilde bütünleşerek, izleyici deneyimini zenginleştirmiştir. Pandora gezegeninin büyüleyici görsel dünyası, filmin tematik derinliğini destekleyen bir unsur olarak işlev görmüştür. Özel efektler, filmin anlatısal akışını kesintiye uğratmadan, izleyiciyi sürükleyici bir deneyime davet etmektedir. Avatar filminin özel efektleri, teknik inovasyon ve estetik yaratıcılığın başarılı bir birleşimi olarak değerlendirilebilir. Bu etkileyici görsel dünya, hem yabancı hem de tanıdık unsurları bir araya getirerek, izleyiciyi gerçeklik ile hayal dünyası arasında benzersiz bir deneyime davet etmektedir (TourBox, 2023).

İngiliz teknoloji dergisi “3D World”, Avatar filminin yapım sürecini ve kullanılan teknolojileri incelemiştir. Dergi, filmin 1996 yılında James Cameron tarafından projelendirildiğini ve 2009 yılında özel efekt uzmanı olan "WETA Digital" adlı şirket tarafından altı ayrı mekânda 900 kişilik bir ekiple tamamlandığını belirtmiştir. Filmde yaklaşık 1800 üç boyutlu efekt kullanıldığı ve bu sayede daha önce görülmemiş bir dünya yaratıldığı ifade edilmiştir (Dayı, 2019: 59).

Avatar filmi, Pandora dünyasının inşası için sistematik bir yaklaşım benimseyerek, tutarlı ve gerçekçi bir ekosistem oluşturmayı hedeflemiştir. Bu ekosistem, benzersiz doğal ortamlar, bitkiler, hayvanlar, yerli halklar, diller ve kültürler gibi çeşitli unsurları içermektedir. Film, uzaylı bir medeniyetin kültürel ve biyolojik çeşitliliğini kapsamlı bir ansiklopedi gibi sunmakta ve detaylara gösterilen titizlikle dikkat çekmektedir (TourBox, 2023).

Avatar filmi mekân bağlamında incelediğimizde, hikâyenin çoğunluğunun geçtiği Pandora gezegeninin büyük bir kısmı orman olduğunu görünmektedir. Mekan tasarımı en küçük ayrıntıya kadar dikkatli bir şekilde tasarlandığını söylemek mümkündür. Bazı bitkiler bilgisayar vasıtasıyla tasarlanırken, bazı da ise elle modellenmiştir. Avatar filminin görsel üstünlüğü ve başarısı, filmde hikâyenin geçtiği çevrenin ayrıntılı olarak tasarlanması ve üç boyutlu çekim ve

efektlerin ağırlığına borçlu olduğunu söylemek mümkündür. Filmde iki ana mekan bulunmaktadır; biri bitkiler ve ağaçlarla dolu olan orman, diğeri ise objeler ve canlılar içeren gökyüzüdür. Filmin birçok sahnesinde özel kameralar ve animasyon teknikleri ve yazılımları üç boyutlu etkiyi desteklerken, bazı karelerde ise tamamen üç boyutlu olarak tasarlanmıştır (Ormanlı, 2010: 105).

Işıklandırma, görüntü yönetmeni Fiore'un sınırlı fiziksel çalışma ortamında hareket illüzyonu yaratmak için kullandığı önemli bir araç olmuştur. Özellikle araç içi sahnelerde, yeşil ekran setinin kısıtlamaları nedeniyle gerçekçi hareket hissiyatı yaratmak zorlaşmıştır. Bu sorunu aşmak için Fiore, hızlı hareket eden vinçler ve benzeri ekipmanlar üzerinde yerleştirilmiş güçlü ışık kaynakları kullanarak, sahne içinde dinamik bir ışıklandırma tasarlamıştır. Işık ve gölge oyunları ile karakterlerin ve nesnelerin hareket ettiği illüzyonu oluşturulmuştur (NYFA, 2023).

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Sinemada yaşanan teknolojik gelişmeler dijital efektler gerçekliğin yerini alan bir simülasyon yaratarak, izleyici algısını dönüştürmüştür. Aynı zamanda yeni tekniklerin kullanımı görsel ifade özgürlüğünü genişleterek sinemanın anlatım gücünü artırmıştır. Sonuçta kullanılan yeni teknolojik gelişmeler, efektler ve dijitalleşme sinemada “gerçekliği yitirme “ değil, “gerçekliği yeniden inşa etme “ süreci olarak değerlendirilebilir. Günümüzde dijitalleşme diğer alanlarda olduğu gibi sinemada da gerçeklik algısı üzerinde etkilidir. Yaşanılan teknolojik gelişmeler seyir kültürü ve izleyici algısının değişmesini ve kullanılan yeni yöntemler sayesinde farklı bakış açılarının gelişmesini sağlar. Dijitalleşmeyle birlikte izleme biçimleri de değişime uğramaktadır. Sinema deneyimi artık kolektif değil, bireysel ve etkileşimli bir hale gelmiştir.

Streaming platformları (Netflix, Amazon Prime, Disney Plus vb.) bireyselleşmenin hızlanmasında etkili olmuştur. İzleyiciler istediği zaman istediği yerde zaman mekân kavramı olmadan filmleri ve dizileri izleme, kaydetme, indirme, geri sarma tekrar izleme, durdurma gibi imkanlara kavuşmuştur. Avatar gibi filmler dijitalleşmenin büyüsunü “toplu deneyim” olarak sinema salonlarında sunarken The Irishman gibi yapımlar dijitalin erişilebilirliğini “kişisel ekran” deneyimiyle birleştirmiştir. Bu farklılıklar dijital sinemanın hem toplumsal hem bireysel etkilerini anlamamız açısından önemlidir.

Avatar filmi, söylev olarak bir özeleştirici gibi görünse de filmin klasik dramatik anlatıma sahip biçimi ve onu destekleyen teknolojik estetik stili yüzünden pek mümkün görünmemektedir. Yani kısacası bir estetik kalıbın kodlarının (katharsis, özdeşleşme) yeni teknolojik biçimlerle harmanlanması görülmektedir. Ancak bu teknolojiler mimetik etkiyi fazlasıyla güçlendirmiştir. Çünkü üç boyutlu bu teknolojik gelişme izleyiciyi doğrudan film evreninin içine çekmekte,

önceden bir gerçeklik yanılsaması yaşayan izleyici artık sadece bir yanılsama yaşamakla kalmayıp neredeyse sanal bir dünyaya gitmiş gibi olmaktadır. Bu ise duygular üzerinden yaşanan özdeşleşme ve katharsisin daha da üstünde izleyiciye “olayları ve mekânı deneyimleme” şansı vermektedir. Klasik sinemanın üç boyutlu teknolojileri, kendi klasik stilini güçlendirme doğrultusunda kullandığı söylenebilir (Süzen, 2012: 31).

Dijitalleşme, sinemada gerçekliği ortadan kaldırmamış, tersine onu yeniden tanımlamıştır. Teknolojik olarak Avatar’da oyuncuların yaptığı bütün hareketleri yakalayan yüz hareketlerini yakalama tekniği kullanılmıştır. Bunun için “Maya programı” kullanılmış ve dijital tarama yöntemiyle çekimler yapılmıştır. Bu teknolojiyle birçok filmde de kullanılan 3 boyutlu animasyonları üretmek ve filmlere yerleştirmek mümkün olabilmektedir. Avatar’da Yüz animasyonu ve kas simülasyon yöntemleriyle birlikte dijital şekillendirme ve detaylama için “Mudbox” adlı programdan faydalanılmıştır.

Dijital efektler sinemanın doğasına yabancı değildir; sinemanın “gerçeği dönüştürme” kapasitesini yeni bir düzleme taşımıştır. Günümüz sinemasında izleyici artık yalnızca tanık değil, hipergerçek bir dünyanın katılımcısıdır. ve “Sinemanın dijital çağda ulaştığı bu hipergerçek evren, artık yalnızca gerçeği yansıtan bir perde değil, onunla yarışan yeni bir gerçeklik düzlemidir.”

KAYNAKÇA

- Rottenberg, Josh (18 Aralık 2009). "James Cameron Talks *Avatar*: Brave Blue World" [James Cameron "Avatar" Konuşuyor: Cesur Mavi Dünya] (İngilizce) (1081). Entertainment Weekly. s. 51. Avatar. www.imdb.com/title/tt0499549, (erişim) 1 Şubat 2010.
- Brooks, Xan, “Avatar’s 3D Takes Film to a New Level (But You Still Need Glasses)”, August 21, 2009, (erişim) www.guardian.co.uk, 21 Şubat 2010.
- Brave New World. 4k digital cinema, Sayı:8, (erişim) [www. Sony.com/digitalcinema](http://www.sony.com/digitalcinema), 22 Haziran 2010.
- Wrenn, Eddie, Avatar: How James Cameron’s 3D Film Could Change the Face of Cinema Forever, August 26, 2009, (erişim) www.dailymail.com.uk, 21 Şubat 2010.
- Wilhelm, Maria, Dirk Mathison. Bir James Cameron Filmi: Avatar. Doğan Kitap, İstanbul, 2009.
- Teo, Leonard, Avatar, 3D World Magazine, sayı:125, Future Media, Londra, Ocak 2010: 32-36.
- NYFA. (2023, Ekim 03). Avatar Cinematography Analysis: Going to New Worlds. NYFA: <https://www.nyfa.edu/student-resources/best-cinematography-manylooks-avatar/> adresinden alındı.
- Fice, A. (2010, Nisan 21). The Cameras Of Avatar. Definition Magazine: <https://definitionmagazine.com/features/the-cameras-of-avatar/> adresinden alındı.
- Bickerton, J. (2022, Mart 29). Virtual production innovation series #3: Simulcam. Broadcast: <https://www.broadcastnow.co.uk/tech/virtual-productioninnovation-series-3-simulcam/5169089.article#:~:text=What%20is%20Simulcam%3F,and%20interaction%20with%20virtual%20content>. adresinden alındı.
- TourBox. (2023, Mayıs 23). A Behind-the-Scenes Look at Avatar Visual Effects. Tour Box: https://www.tourboxtech.com/en/news/visual-effects-in-avatar.html?srsltid=AfmBOorkjqCnPSjJFvhdCI_bddgQG8pNAod3Pg6QyAQbXkw5N_mX3ZWS adresinden alındı.

- Dayı, S. (2019, Temmuz). Özel Efekt Bağlamında Chroma Key Uygulaması ve 3d Sahne Modellemesi: Filinta Dizisi İle Avatar Filmiarasındaki Teknoloji Farkları. Retrieved from Yök Tez Merkezi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Ormanlı, O. (2010). Tasarım ve Teknoloji Olguları Bağlamında “Avatar” Filminin Çözümlemesi. Sanat ve Tasarım Dergisi, 95-109.
- Süzen, R. İ. (2012). Dijital Evrende Mimesisi Yeniden Düşünmek; Avatar Filmi. The Turkish Online Journal of Design Art and Communication, 2(2), 22-31.

THE FATHER (2020) FİLMİNDE SAATİ İZLEMEK

Mehmet Burak EV

Niğde Ömer Halisdemir University, Faculty of Humanities and Social Sciences, Department of
English Translation and Interpretation, Niğde/Turkey
ORCID: 0000-0003-4050-189X

ÖZET

2020 yapımı olan *The Father* filmi demans hastası yaşlı bir adamın son yıllarını betimler. İnsanların bozulmuş görüntüleri eşliğinde sıklıkla zamanda geriye doğru giden Anthony çok acı çeker ve bu da onun saatine takıntılı derecede düşkün olmasına neden olur. Saati araştırmanın merkezine koyan bu çalışma, yaşlanmaya bağlı olarak gerçekleşen zaman algısını kaybetmenin öfke, çaresizlik ve izolasyon durumlarına ne derece etki ettiğini araştıracaktır. Neredeyse kaçınılmaz psikolojik sorunların takip ettiği yaşlılığın popüler kültürle ne derece ilgili olduğunu tartışan bu çalışma, Anthony'nin trajik sonunu daha iyi anlayabilmek için Michel Foucault'nun *tıbbi bakış* ve Sigmund Freud'un *tekinsiz* kavramlarını netleştirmeye çalışacaktır. Sonuç olarak bu çalışma, bireylerin hayatı üzerindeki psikolojik ve kurumsal müdahalenin onların kaderini nasıl şekillendirdiğini ve ayrıca yaşlıların neredeyse görünmezliğe mahkûm olduğu bir toplum içinde nasıl dışlanan bireylere dönüştüğünü tartışacaktır.

Anahtar Kelimeler: Saat, Tekinsiz, Tıbbi bakış, Görünmezlik

WATCHING THE WATCH IN THE FILM *THE FATHER* (2020)

ABSTRACT

A 2020 film, *The Father* depicts the last years of an old man who suffers from dementia. Going frequently back in time accompanied by distorted images of people, Anthony suffers deeply causing him to be obsessed with his watch. By placing the watch into the centre of analysis, this paper aims at clarifying how losing time perception owing to aging contributes to anger, helplessness, and isolation. Discussing the relevance of old age followed by the almost unescapable psychological problems to popular culture, the paper further aims at clarifying the *medical gaze* by Michel Foucault and the *uncanny* by Sigmund Freud to better understand Anthony's tragic end. This paper will attempt to discuss how psychological and institutional interference on individuals' lives will shape their destiny to the degree of becoming the outcast of a society where the elderly are doomed to be invisible.

Keywords: Watch, Uncanny, Medical Gaze, Invisibility

1. INTRODUCTION

Aging is an irreversible process showing its brutal face through physical and psychological dimensions. Unlike most spheres of life, when people age, there emerges a sort of equality in terms of suffering regardless of social classes, religion, and nationality, despite the existence of a lucky minority who can at least afford to pay for the expenses regarding their daily care. However, the feeling of helplessness, loneliness, and frustration seems unwilling to leave the elderly particularly when death is about to give them a visit. It is at this very time when remembering and forgetting turn into two close friends hesitant to assist the elderly to experience the time as it is without struggling to remember faces, names, and even their selves. According to Foucault “The first task of the doctor is political: the struggle against disease must begin with a war against bad government. Man will be totally and definitively cured only if he is first liberated...” (2003, p. 33). Hence, the elderly should first be freed from the negative glances directed towards them which are combined with a sort of oppression difficult to be erased by merely listening to the medical advice and taking pills to cure the illness. The doctors, caregivers, and even the immediate family of those with dementia may be inclined to ignore the needs, problems, and even the existence of those old people, which causes these old people to be watched with medical gaze in an uncanny atmosphere as represented in the film *The Father* (2020). Taking that into consideration, this paper argues that emotional and established intrusion on individuals’ lives shapes their fate to the degree of becoming the outcast of a society where the elderly are destined to be invisible- a situation from which Anthony unconsciously wants to escape by using his watch as a kind of weapon metaphorically. The paper, then, will discuss parts of the film thorough Michel Foucault’s “medical gaze” and Sigmund Freud’s “uncanny” to further elaborate on Anthony’s imprisonment in time. Consequently, this study is meant to enable the readers with a trajectory to follow in their journey dedicated to empathizing with the elderly both to show respect and abide by the rules of ethical conduct in human relations. The first part of the study will draw an overall picture of the film with minor details related to Anthony’s relationship with the people around him. The second part will analyse Anthony as viewed by Anthony to understand how much aware Anthony is of his existence in his immediate environment. The third part will apply Foucault’s and Freud’s theories to the analysis of Anthony’s frustration, disillusionment, and loneliness.

2. ANTHONY AND THE OTHERS

The film starts with a middle-aged woman heading her way towards her father's house to check if everything is safe and sound with her father just to find that Anthony, the old man, is listening to music on his couch. Anthony starts to rebuke his daughter and complains about the caregiver by stating that he does not need anybody to take care of him. Then, we understand that Anthony has attacked the caregiver both physically and psychologically. Here, despite being an unacceptable action to take against any individual, Anthony uses attacking as a self defence mechanism. The name of the caregiver is Angela, which may signify her angel-like contribution represented through her patient attitude towards Anthony to ease Anthony's tension. However, Angela is also blamed for stealing Anthony's belongings none of which were stolen as witnessed by Anthony's daughter. The watch is of utmost importance to Anthony, and this is the first time the viewer realizes Anthony is obsessed with his watch. His daughter seems to be fed up with repeated accusations directed towards the caregivers. This turns out to be a vicious cycle. According to Merleau-Ponty, "nothing is more difficult than knowing precisely what we see" (2013, p. 59). As a result of paradoxical fact, people come and go, but the watch is always there, although Anthony claims to be vice versa.

3. ANTHONY, HIMSELF

As Bitenc states "Caregiving can constitute a tremendous burden for family members, as they may experience ill health, depression, and social alienation due to their caregiving duties" (2017, p. 5). Tired with all this dilemma, Anne, Anthony's daughter, tells her father that she will leave London for Paris, and Anthony seems quite sad about it as he feels concerned about his future state in his daughter's absence. In a condescending way, Anthony grumbles about the fact that people in Paris do not talk English. Here it is clarified that Anthony may believe in English supremacy and superiority. Combined with the architectural strength of the house where he lives, Anthony may also long for the old power of the British Empire, which is also a part of nostalgia making it a challenging real or fake game for Anthony. The same motif goes on with Anthony mistaking people for each other with the addition of different stories making it clear that we are witnessing how Anthony is perceiving time instead of the real chronological order of the events and characters presented to us. Anthony does not receive any harsh reaction from the caregivers accused of stealing his watch until one day Anne's partner severely rebukes and belittles him in the absence of Anne, which devastates Anthony, yet, he also forgets about this, or at least we think so. However, this one, I argue, is one of the deadliest moments as what

Anthony is rebuked for as if he was a five-year-old child implies his time both in their house and in this world should have ended long ago.

4. THEORETICAL READING OF ANTHONY

Bergson states that “we seize, in the act of perception, something which outruns perception itself” (1990, p. 208). As a result of this, from the very beginning of the film and towards the end, we as viewers are lost in our perception, and have difficulty in distinguishing between what is real and what is not. In Merleau-Ponty’s words, “ambiguity is essential to human existence, and everything we live or think always has several senses” (2013, p. 172). Similarly, these several senses, though unwillingly and most unconsciously, are vividly showcased particularly when the fine line between reality and imagination becomes undetectable even by a closer scrutiny into the world as perceived by Anthony. Similar to that, Srbinovska states, “Anthony’s statements are repeatedly denied by the interlocutor in each different scene” (2025, p. 504). Eventually Anthony is taken to hospital and also, we learn that Anne has never stated to his father that she would head for Paris. During that time, Anthony seems to be having difficulty in even wearing his jumper, an indication that he is gradually losing his physical strength as well. At this very moment, Paul, who is Anne’s darling, emphasizes that Anthony be taken to the elderly care home, while actually Anthony is in his daughter’s house. Sadly enough, the care giver in the house mistakenly reveals to Anthony how much sad she feels about what happened to another daughter of his, Lucy. This is one of the traumatizing moments for Anthony. Paul, in a very humiliating manner, slaps Anthony by also asking him how much longer he is planning to ruin their plans. Anthony’s mind gets rather confused as a result of physical and psychological oppression that he is subjected to even in the supposedly safest environment for him. In the following quote, we understand why Anthony feels insecure although he is in his house with his daughter around him thanks to Freud’s term uncanny used to describe feeling threatened even in the immediate surroundings as a result of a change in the perception towards formerly known objects:

Unheimlich is the antonym of *heimlich* only in the latter’s first sense, not in its second. Sanders suggest no genetic connection between the two senses. On the other hand, our attention is seized by Schelling’s remark, which says something quite new- something we certainly did not expect- about the meaning of *unheimlich* , namely, that the term “uncanny” (*unheimlich*) applies to everything that was intended to remain secret, hidden away, and has come into open (Freud, 2003, p. 132).

For Tromstad, “the uncanny is a subjective experience, not a quality inherent in any object or situation” (2008, p. 8). This subjectivity is hard for Anthony to overcome as the multi-layered characters in his mind add to his confusion, which makes this subjective experience a rather observable situation for the audience. There comes the scene where we see Anthony at the elderly care home in which his most insecure side and a childish fear represented through the tears in his eyes are made visible hinting that he is on the verge of departing from this world- a process which started long ago due to his losing control over his memory. Foucault states that “Death left its old tragic heaven and became the lyrical core of man: his invisible truth, his visible secret” (p.172). Thus, we can see Anthony’s gradual disappearance first through his mind and then via his body.

CONCLUSION

As discussed throughout the paper, human’s vulnerability to aging becomes much more evident when a person has no choice but to cope with such a life-threatening psychological illness as dementia. Be it through a medical way of interpreting the illness at the expense of neglecting how an individual perceives time accompanied by several spiritual traumas or through the gradual experimentation with the once familiar objects, people, and places turning into unfamiliar things, the elderly with psychological problems are unfortunately doomed to experience the inevitable outcomes of the feeling of being alienated from within and without, which are frequently illustrated through several heartbreaking scenes where Anthony had to deal with both his inner uneasiness and the implied dominance over him, which is attempted to be justified under the guise of protecting him.

REFERENCES

- Bergson, H. (1990). *Matter and memory* (N. M. Paul & W. S. Palmer, Trans.). Zone Books.
- Bitenc, R. A. (2017). *Dementia narratives in contemporary literature, life writing, and film* (Doctoral dissertation, Durham University). Durham e-Theses. <http://etheses.dur.ac.uk/12157/>
- Foucault, M. (2003). *The birth of the clinic* (3rd ed.). Routledge.
- Freud, S. (2003). *The Uncanny* (D. McLintock, Trans.). Penguin Classics.
- Merleau-Ponty, M. (2013). *Phenomenology of Perception*. Routledge.
- Srbinovska, S. (2025). Dementia, cognitive narratology, and unreliable narration in Florian Zeller’s *The Father*. *CINEJ Cinema Journal*, 13(2), 489–530. <https://doi.org/10.5195/cinej.2025.751>
- Tronstad, R. (2008). The uncanny in new media art. *Leonardo Electronic Almanac*, 16, 2-3.

ŞEYYÂD HAMZA’NIN YÛSUF VE ZELÎHÂ ADLI MESNEVÎ’NDE GEÇEN DİNMEK FİİLİ ÜZERİNE

Hami AKMAN

ORCID: 0000-0001-8787-2319

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Türk Dili ve Edebiyatı Bölümü

ÖZET

Eski Anadolu Türkçesi Batı Türkçesin ilk dönemini oluşturmaktadır. 13. yüzyılda başlayıp 16. yüzyılın başlarında yerini Osmanlı Türkçesine bırakmıştır. Eski Anadolu Türkçesinin ilk temsilcileri arasında; Sultan Veled, Yunus Emre, Hoca Dehhanî ve Ahmed Fakih’in yanı sıra Şeyyâd Hamza da sayılabilir. Şeyyâd Hamza’nın *Dâstân-ı Sultan Mahmud* adlı küçük bir mesnevisinden başka bazı müstakil şiirlerine de çeşitli mecmualarda rastlanabilmektedir. Ancak ona asıl ününü kazandıran eseri *Yûsufu Zelîhâ* adlı mesnevisidir. Bu eser üzerine bugüne kadar birçok çalışma yapılmıştır. Çalışmalar genelde metin yayını, sözlük ve eserin tıpkıbasımı gibi yönlerde yoğunlaşmıştır. Bu çalışmada eserin 1021.beytinde geçen *diñ-* fiilinin anlamı ve etimolojisi ele alınmıştır. Söz konusu fiil ile ilgili araştırmacıların farklı okuma ve anlamlandırmalarına rastlanmaktadır. Bu kelime; *dañ-* “şaşırmak”, *diñ-* “dinlenmemek, durmamak, susmamak” ya da *diñ-* “dinmek, durmak; susmak, sessiz kalmak” anlam ve şeklinde bir fiil olarak ele alınıp açıklandığı gibi; *degme* “her biri” şeklinde zamir olarak da değerlendirilmiştir. Bu çalışmada bahsi geçen kelimenin *diñ-* şeklinde bir fiil, anlamının “susmak, konuşmamak, sessiz kalmak” olduğu, kökününse *di-* “demek, söylemek” kök fiiline dayandığı vurgulanmıştır. Çalışmada öncelikle Eski Anadolu Türkçesi ve Şeyyâd Hamza hakkında genel bilgilere yer verilmiştir. Ardından eserdeki 1018, 1019, 1020, 1021 ve 1022. beyitlerin Arap harfli orijinal şekillerine, traskripsiyon harfleriyle çevirisine ve Türkiye Türkçesine aktarımlarına yer verilmiştir. Son olarak 1021. beyitte geçen *diñ-* fiiline araştırmacıların verdiği anlamlara değinilip kendi görüşümüze yer verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Eski Anadolu Türkçesi, Şeyyâd Hamza, *diñ-*

ON THE VERB “DİNMEK” IN ŞEYYÂD HAMZA’S MESNEVÎ ENTITLED “YÛSUF AND ZELÎHÂ”

ABSTRACT

Old Anatolian Turkish constitutes the first period of Western Turkish. It began in the 13th century and in the early 16th century gave way to Ottoman Turkish. Among the first representatives of Old Anatolian Turkish are Sultan Veled, Yunus Emre, Hoca Dehhanî, and

Ahmed Fakih, as well as Şeyyâd Hamza. Apart from a small masnavi of Şeyyâd Hamza titled *Dâstân-ı Sultan Mahmud*, some of his independent poems can also be found in various miscellanies. However, the work that brought him real fame is his masnavi titled *Yûsufu Zelîhâ*. Many studies have been conducted on this work to date. These studies have generally focused on aspects such as text publication, dictionaries, and facsimiles of the work. In this study, the meaning and etymology of the verb *diñ-* appearing in the 1021st couplet of the work are discussed. Different readings and interpretations by researchers have been encountered regarding this verb. This word has been treated and explained as a verb in the forms and meanings of *dañ-* “to be astonished,” *diñ-* “not to rest, not to stop, not to fall silent,” or *diñ-* “to cease, to stop; to become silent, to keep quiet”; it has also been evaluated as the pronoun *degme* meaning “each, every.” In this study, it is emphasized that the mentioned word is a verb in the form *diñ-*, that its meaning is “to fall silent, not to speak, to remain quiet,” and that its root is based on the root verb *dî-* “to say, to tell.” In the study, first general information about Old Anatolian Turkish and Şeyyâd Hamza is provided. Then the original Arabic-script forms of the 1018th, 1019th, 1020th, 1021st, and 1022nd couplets in the work, their transcriptions in transliteration letters, and their renderings into Turkey Turkish are presented. Finally, the meanings given by researchers to the verb *diñ-* appearing in the 1021st couplet are discussed and our own view is presented.

Keywords: Old Anatolian Turkish, Şeyyâd Hamza, *diñ-*

WILLIAM SIDNEY MOUNT'TA MÜZİĞİN ROLÜ

Ufuk ÇETİN

Tekirdağ Namık Kemal University, Çorlu Vocational School, Department of Crafts,
59860 Çorlu, Tekirdağ
ORCID: 0000-0001-5102-8183

ÖZET

Bu kongre özeti, William Sidney Mount'un "The Power of Music" adlı tablosunu merkeze alır. Bu eser, müziğin toplumsal ve bireysel etkisini güçlü bir görsel anlatımla sunması nedeniyle seçilmiştir. Mount, 19. yüzyıl Amerikan günlük yaşamını gerçekçi bir tarzla ele alan önemli bir sanatçıdır. Bu tablo, sıradan insanlar üzerinden müziğin birleştirici ve dönüştürücü gücünü göstermesi açısından sanat tarihinde özel bir yere sahiptir.

Araştırmanın amacı, eserde müziğin yalnızca bir eğlence unsuru değil, sosyal ilişkileri şekillendiren bir araç olarak nasıl temsil edildiğini ortaya koymaktır. Çalışmada kalitatif araştırma yöntemi kullanılmıştır. Sanat tarihi literatürü taranmış, ikonografik ve betimsel analiz yapılmıştır. Tablo, dönemin kültürel ve toplumsal bağlamı içinde değerlendirilmiştir.

Araştırmanın temel problemi, "The Power of Music" tablosunda müziğin hangi anlam katmanlarıyla yansıtıldığıdır. Bu problem doğrultusunda şu sorulara yanıt aranmıştır: Müziğin figürler üzerindeki etkisi nasıl görselleştirilmiştir? Tablo, sınıfsal ya da kültürel farklara dair ne söyler? İzleyiciyle nasıl bir duygusal bağ kurar?

Çalışma, Amerikan resim sanatında müzik temasının yorumlanışına katkı sağlamayı hedeflemektedir. Aynı zamanda sanatın toplumsal iletişim gücüne dikkat çekmektedir.

Anahtar Kelimeler: William Sidney Mount, The Power of Music, Müzik Teması, Amerikan Resim Sanatı, Toplumsal Etki

THE ROLE OF MUSIC IN WILLIAM SIDNEY MOUNT

ABSTRACT

This conference abstract focuses on William Sidney Mount's painting *The Power of Music*. The work was selected because it vividly illustrates the social and individual impact of music through a compelling visual narrative. Mount is a significant 19th-century American artist who realistically depicted daily life, portraying ordinary people with attention to detail and emotional authenticity.

This painting holds a distinctive place in art history because it demonstrates the unifying and transformative power of music in human interaction, showing how individuals and communities connect through shared artistic experiences. The primary aim of this study is to

examine how music is represented in the painting not merely as a form of entertainment, but as a social force that shapes relationships and emotional bonds. A qualitative research method was applied, including a review of art history literature and detailed iconographic and descriptive analyses.

The painting was also interpreted within its historical, cultural, and social context.

The main research problem searches the layers of meaning through which music is depicted in *The Power of Music*. Accordingly, the study addresses questions such as: How is the effect of music on the figures visualized? What does the painting convey regarding class or cultural differences? How does it emotionally engage the viewer?

This research contributes to the understanding of musical themes in American painting and highlights the broader communicative and societal power of visual art.

Keywords: William Sidney Mount, The Power of Music, Music Theme, American Painting, Social Impact

GİRİŞ

Sanat tarihi, yalnızca estetik biçimlerin gelişimini inceleyen bir alan değil, aynı zamanda toplumların düşünme biçimlerini, gündelik yaşam pratiklerini ve kültürel değerlerini görünür kılan bir anlatı alanıdır. Resim sanatı, özellikle figüratif geleneğe dayanan örnekleriyle, belirli bir dönemin sosyal ilişkilerini, sınıfsal yapısını ve duygusal dünyasını kayıt altına alan güçlü bir görsel belge işlevi görür.

19. yüzyıl Amerikan resmi, genç bir ulusun kimlik arayışını, kırsal ve kentsel yaşam arasındaki gerilimi ve halk kültürünün gündelik hayattaki yerini anlamak açısından önemli ipuçları sunar. William Sidney Mount, bu dönemin en dikkat çekici sanatçılarından biri olarak, sıradan insanların yaşamına odaklanan yaklaşımıyla Amerikan sanatında özgün bir konum edinmiştir (Harris,1991).

Mount'un sanatsal üretimi, akademik tarih resminden bilinçli bir uzaklaşmayı ve gündelik yaşam sahnelerine yönelmeyi içerir. Onun resimlerinde kahramanlar, tarihsel figürler ya da mitolojik anlatılar değil; çiftçiler, müzisyenler, aileler ve köylüler yer alır. Bu yönüyle Mount, sanatı elit bir anlatı alanı olmaktan çıkarak halkın deneyimlerine yaklaştırır. Sanat tarihinin toplumsal boyutunu öne çıkaran yaklaşımlar, görsel imgelerin üretildikleri sosyal koşullarla birlikte okunması gerektiğini vurgular. Resim, bu anlamda yalnızca görülen bir nesne değil, belirli ideolojik ve kültürel yapıların taşıyıcısıdır (Clark, 1973). Mount'un eserleri de tam olarak bu noktada, Amerikan toplumunun gündelik yaşantısını anlamaya yönelik görsel metinler olarak değerlendirilebilir.

“The Power of Music” adlı tablo, William Sidney Mount’un bu yaklaşımını en açık biçimde yansıtan eserlerden biridir. Resimde, müzik etrafında bir araya gelen figürler aracılığıyla, sesin görünmeyen ama hissedilen etkisi görselleştirilir. Müzik, burada yalnızca işitsel bir deneyim olarak değil, insanlar arasında bağ kuran, duyguları harekete geçiren ve sosyal sınırları geçici olarak askıya alan bir güç olarak sunulur. Bu yönüyle tablo, müziğin toplumsal anlamını sorgulamak için verimli bir zemin oluşturur. Görsel sanatlarda müziğin temsili, ses ile görüntü arasındaki ilişkiyi tartışmaya açarken, aynı zamanda sanatın duyular arası etkileşimine dair önemli sorular doğurur.

Müziğin resim sanatındaki temsili, tarih boyunca farklı anlam katmanlarıyla ele alınmıştır. Kimi dönemlerde müzik, ilahi uyumun ve kozmik düzenin simgesi olarak kullanılırken, kimi zaman da dünyevi hazların ve geçiciliğin bir göstergesi olarak resmedilmiştir. 19. yüzyılda ise müzik, giderek daha fazla biçimde gündelik yaşamın bir parçası olarak ele alınmaya başlanmıştır. Mount’un tablosu da bu dönüşümün bir örneği olarak okunabilir. Burada müzik, seçkin bir konser salonuna ya da aristokrat bir ortama ait değildir; sıradan insanların yaşadığı mekânda, onların gündelik deneyimleriyle iç içedir. Bu durum, müziğin yapısına ve toplum içindeki birleştirici rolüne işaret eder.

Görsel imgelerin nasıl anlam ürettiğini sorgulayan çalışmalar, izleyicinin resimle kurduğu ilişkinin pasif olmadığını, aksine aktif bir okuma süreci içerdiğini savunur. Bir resim, yalnızca sanatçının niyetini değil, izleyicinin kültürel birikimini ve toplumsal konumunu da yansıtan çok katmanlı bir anlam alanıdır (Berger, 1972). “The Power of Music” tablosu da izleyiciyi, müziğin figürler üzerindeki etkisini gözlemlemeye davet ederken, aynı zamanda kendi müzik deneyimlerini ve duygusal tepkilerini hatırlamaya yönlendirir. Bu karşılıklı etkileşim, eserin zamansız bir nitelik kazanmasını sağlar.

William Sidney Mount’un sanatı, Amerikan resim geleneği içinde hem yerel hem de evrensel özellikler taşır. Yerel olan, seçilen konularda ve figürlerde kendini gösterirken; evrensel olan, insan ilişkilerine ve duygularına yapılan vurguda ortaya çıkar. Mount, ayrıntılara verdiği önemle, figürlerin jestlerini, bakışlarını ve beden dillerini özenle kurgular. Bu görsel ipuçları, müziğin mekân içindeki dolaşımını ve figürler arasındaki görünmez bağları hissettirmeye yardımcı olur. Sanat tarihinde anlatının gücü, çoğu zaman bu tür küçük ama anlam yüklü ayrıntılarda saklıdır. Sanatın geniş tarihsel gelişimini ele alan çalışmalar, bu tür anlatı stratejilerinin izleyiciyle duygusal bağ kurmada temel rol oynadığını ortaya koyar (Gombrich, 1950).

Çalışmanın giriş bölümünde ele alınan temel çerçeve, “The Power of Music” tablosunu yalnızca estetik bir nesne olarak değil, aynı zamanda toplumsal bir belge olarak değerlendirmeye yöneliktir. Müziğin görsel olarak temsil edilme biçimi, sesin yokluğunda dahi etkisini hissettiren bir anlatım gücü yaratır. Görme ve işitme arasındaki bu özellik, sanatın duygusal sınırlarını zorlayan bir deneyim sunar. Müzik, resimde fiziksel olarak görünmez; ancak figürlerin tepkileri aracılığıyla somutlaşır. Bu durum, müziğin toplumsal etkisinin bireylerin bedenleri ve yüz ifadeleri üzerinden nasıl aktarıldığını göstermesi bakımından önemlidir.

Görsel kültür çalışmaları, müziğin görselleştirilmesini yalnızca estetik bir tercih olarak değil, ideolojik ve kültürel bir anlatı biçimi olarak ele alır. Müzik, toplumsal aidiyetleri güçlendiren, ortak duygular yaratan ve ortak hafızayı besleyen bir unsurdur. Görsel sanatta müziğin temsili, bu kolektif boyutu görünür kılmamanın yollarından biridir. Müzik ve görme arasındaki ilişkiyi ele alan kuramsal yaklaşımlar, bu iki duygunun birlikte çalışarak daha derin bir anlam alanı oluşturduğunu vurgular (Smith,2000). Mount’un tablosu, bu bağlamda, sessiz bir yüzey üzerinde güçlü bir işitsel etki yaratmayı başarır.

Amerikan sanatının 19. yüzyıldaki gelişimi, ulusal kimlik arayışıyla yakından ilişkilidir. Avrupa sanat geleneklerinden beslenen ancak onlardan ayrılmak isteyen Amerikalı sanatçılar, kendi toplumsal gerçekliklerine yönelmişlerdir. Mount’un gündelik yaşam sahneleri, bu yönelimin önemli örneklerindendir. Onun eserlerinde, Amerikan toplumunun kültürel çeşitliliği ve sınıfsal yapısı dolaylı biçimde yansıtılır. Müzik, bu çeşitliliği bir araya getiren ortak bir payda olarak öne çıkar. Amerikan sanatında yerel konuların ulusal bir anlatıya dönüştürülmesi sürecini ele alan çalışmalar, Mount’un bu dönüşümdeki rolünü özellikle vurgular (Rosenthal, 1978).

Bu araştırmanın giriş bölümünde ortaya konan yaklaşım, “The Power of Music” tablosunu, müziğin toplumsal anlamını açığa çıkaran bir görsel metin olarak okumayı amaçlamaktadır. Müziğin figürler üzerindeki etkisi, resimdeki mekânsal düzenleme ve beden dili üzerinden çözümlenebilir. Bu çözümleme, sanat eserinin yalnızca biçimsel özelliklerine değil, aynı zamanda üretildiği dönemin kültürel ve toplumsal dinamiklerine odaklanmayı gerektirir. Mount’un eseri, bu çok katmanlı okuma için elverişli bir örnek sunar.

William Sidney Mount’un “The Power of Music” tablosunu merkeze alan bir incelemenin kavramsal ve tarihsel zeminini oluşturulması hedeflenmiştir. Müziğin toplumsal bir güç olarak ele alınışı, resmin anlatı yapısı ve izleyiciyle kurduğu duygusal ilişki üzerinden temellendirilmiştir. Bu çerçeve, ilerleyen bölümlerde yapılacak ayrıntılı analizler için bir

başlangıç noktası sunmakta ve eserin sanat tarihi içindeki yerini daha derinlemesine tartışmaya olanak tanımaktadır.

ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Bu araştırmada *The Power of Music* tablosu Kalitatif yaklaşımla incelenmiştir. Çalışmada tablo detaylı olarak gözlemlenmiş ve figürler, mekân kullanımı, ışık-gölge ilişkisi, renk paleti ve kompozisyon gibi teknik unsurlar analiz edilmiştir. Ayrıca eser, 19. yüzyıl Amerikan toplumunun kültürel ve sosyal bağlamı içinde değerlendirilmiştir. Araştırmanın temel amacı, müziğin resimde yalnızca bir eğlence unsuru olarak değil, sosyal ilişkileri şekillendiren bir güç olarak nasıl temsil edildiğini ortaya koymaktır.

Tabloda en dikkat çekici bulgulardan biri, müziğin birleştirici ve dönüştürücü etkisinin görsel olarak güçlü biçimde ifade edilmiş olmasıdır. Merkezdeki müzik yapan figürler, sahnenin odak noktası olarak konumlandırılmış ve çevrelerindeki izleyiciler, müziğe verdikleri tepkilerle sahnenin anlatısını tamamlamaktadır. Figürlerin yüz ifadeleri, beden pozisyonları ve jestleri, müziğin bireyler üzerindeki duygusal ve fiziksel etkilerini gösterir.

Kompozisyon, izleyiciyi sahneye dahil ediyormuş gibi düzenlenmiştir. Figürlerin birbirleriyle olan ilişkileri ve bakış yönleri, sahnedeki ritmi ve hareketi görselleştirir. Bu düzenleme, eserin sadece estetik bir obje olmasının ötesine geçerek toplumsal bir deneyimi yansıtmayı sağlar.

Tabloda kullanılan renk paleti ve ışıklandırma, sahnenin samimi ve gerçekçi bir atmosfer kazanmasını destekler. Figürler arasındaki ilişkiler ve mekân derinliği, renk ve ışık aracılığıyla izleyiciye aktarılır. Müziğin yaratıcı etkisi, görsel öğelerle desteklenerek izleyiciye duygusal bir deneyim sunar.

Bu tablo, Amerikan resminde müziğin toplumsal bir bağ aracı olarak temsil edildiği nadir örneklerden biridir. Eser hem bireylerin hem de toplulukların duygusal deneyimlerini paylaşmalarını görselleştirir. Tablo, müziğin sosyal ve kültürel etkilerini somut bir biçimde gösterirken izleyiciyle duygusal bir bağ kurar.

Araştırma bulguları şunları göstermektedir:

- *The Power of Music*, müziğin bireyler ve topluluklar üzerindeki etkisini başarılı bir şekilde görselleştirir.
- Kompozisyon, ışık ve renk kullanımı, sahnedeki hareketi ve ritmi izleyiciye aktarır.
- Tablo, 19. yüzyıl Amerikan toplumunun sosyal ve kültürel yapısını yansıtır.
- Müziğin birleştirici gücü, figürlerin davranışları ve tepkileri aracılığıyla izleyiciye iletilir.

- Eser, müzik ve görsel sanat ilişkisini anlamak için zengin bir örnek sunar ve araştırmaya katkı sağlar.



William Sidney Mount, *The Power of Music*, 1847

Resmin Bulunduğu Yer: <https://www.clevelandart.org/art/1991.110> (public domain)

William Sidney Mount'un *The Power of Music* adlı tablosu, 19. yüzyıl Amerikan resim sanatında hem teknik hem de tematik açıdan önemli bir örnek teşkil eder. Mount, geleneksel Amerikan realist anlayışını benimseyerek, gündelik yaşam sahnelerini büyük bir özenle ve detaylı bir anlatım diliyle resmetmiştir. Eserin kompozisyonu, izleyicinin dikkatini müzik yapan figürler ve onları  vreleyen topluluk arasındaki etkileşime yönlendirir. Tablo, merkezdeki müzik yapan kişilerin  vresinde toplanmış figürlerle dengeli bir üçgen kompozisyon oluşturarak hem hareketi hem de ritmi görsel olarak hissettirmeyi başarır. Figürlerin yüz ifadeleri ve beden pozisyonları, müziğin etkisini doğrudan ileten bir araç olarak işlev görür; bu, Mount'un gözlem yeteneğinin ve insan davranışlarını anlama becerisinin bir sonucudur (Levy, 1986).

Mount'un kullandığı teknikler, eserin etkileyiciliğini artıran unsurların başında gelir. Yağlı boya kullanımını tercih eden sanatçı, ince fırça darbeleriyle kumaş dokularını, cilt tonlarını ve ışık-gölge geçişlerini ustaca yansıtır. Özellikle ışığın figürler üzerindeki dağılımı, resmin dramatik etkisini artırmakta ve izleyiciye sahnedeki atmosferi deneyimleme fırsatı sunmaktadır. Arka planda kullanılan açık tonlar ile figürlerin ön plana çıkarılması, Mount'un

kompozisyon bilgisini gösterir. Sanatçının renk paleti ise 19. yüzyıl kırsal Amerikan yaşamının sıcak ve samimi havasını yansıtacak şekilde seçilmiştir; doğal tonlar ve toprak renkleri, sahnenin gerçekçi ve çekici görünmesini sağlar (Howat, 1985).

Bu tabloyu seçmemizin temel nedeni, müziğin toplumsal ve bireysel etkilerini görselleştirme biçimindeki özgünlüktür. *The Power of Music*, sıradan insanların bir araya gelerek müzik etrafında ortak deneyimini konu alır. Bu yönüyle sadece sanatsal bir nesne değil, aynı zamanda toplumsal bir belge niteliği taşır. Tablo, bireysel duyguların toplumsal bağlamla nasıl etkileşime girdiğini gösterir. Figürlerin müzik karşısındaki fiziksel ve duygusal tepkileri, sosyal bağları ve insan ilişkilerini görünür kılar. Bu nedenle eser, araştırmanın temel sorularını yanıtlamada uygun bir örnek teşkil eder. Mount'un resimlerinde gözlemlediğimiz detaycılık ve figürlerin doğal davranış biçimleri, müziğin toplumsal rolünü anlamak için kritik ipuçları sunar (Bodenhorn, 2012).

Eserin önemi, yalnızca tematik içeriği ile sınırlı değildir. Mount, Amerikan resim geleneğinde müziği ve eğlenceyi sıradan insanlar üzerinden resmeden ilk sanatçılardan biridir. Bu tablo, müziğin yalnızca estetik bir öğe değil, aynı zamanda toplumsal bir güç olduğunu gösterir. Müzik, figürler arasında görünmez bir bağ kurar; bu bağ, sınıf, yaş ve cinsiyet farklarını geçici olarak siler. Böylece tablo, 19. yüzyıl Amerikan toplumunun sosyal yapısına dair bilgi sunar ve tarihsel bir belge niteliği kazanır. Mount'un gözlemleri, sanatçının kendi dönemindeki toplumsal dinamikleri anlamaya yönelik bilinçli çabalarının göstergesidir (Wilmerding, 1993). Dört adamın resmedildiği bir tablo: üçü beyaz, biri Afrika kökenli Amerikalı. Beyaz adamlar tablonun sol tarafındaki bir ahırın içinde toplanmış, içlerinden biri keman çalıyor. Afrika kökenli Amerikalı adam ise ahırın hemen dışında, sağ tarafta, kapıya yaslanmış duruyor. Amerikan İç Savaşı öncesinde Long Island kırsalında geçen Mount'un karmaşık tablosu, beyaz erkeklerin keyifle dinlediği bir keman ezgisine kulak veren bir Afrikalı Amerikalı işçiyi tasvir ediyor. Müziğe olan sevgi, figürleri ortak bir insanlık bağıyla birleştirirken, iki ırk farklı mekanlarda yer alıyor; biri içeride, diğeri dışarıda ve ikisi de bir ahır kapısıyla ayrılmış durumda. Bu durum, o dönemde Amerika'daki belirgin bölünmeleri etkili bir şekilde sembolize ediyor.

Tablonun analizi, aynı zamanda Mount'un anlatım gücünü ortaya koyar. Figürlerin birbirleriyle kurduğu bakış ve jest ilişkileri, müziğin ritmini ve etkisini görünür kılar. Eserin merkezindeki müzisyenler, sahnenin odak noktası olarak konumlanmış; çevrelerindeki izleyiciler, müziğin yarattığı duygu dalgalarını yansıtır. Bu düzenleme, izleyicinin tabloyla etkileşimini yönlendirir

ve sahnenin ritmik yapısını görselleştirir. Sanatçının figürleri doğal ve rahat pozlarda resmetmesi, müziğin spontan ve evrensel etkisini vurgular (Corn, 1999).

Bu araştırma açısından tablo, müziğin toplumsal işlevine dair yeni bakış açıları sunar. Sanat tarihi literatüründe müzik genellikle seçkinlerin yaşamıyla ilişkilendirilmişken, Mount'un yaklaşımı müziği halkın yaşamına taşır. Bu perspektif, hem Amerikan sanatının demokratikleşme sürecini hem de sanatın toplumsal bir iletişim aracı olarak rolünü anlamada katkı sağlar. Tablo, müzik aracılığıyla bireylerin duygusal ve sosyal deneyimlerinin nasıl paylaşıldığını görselleştirir. Böylece, araştırmanın temel sorularına yanıt verirken, aynı zamanda sanat tarihi ve kültürel çalışmalar alanına yeni bir katkı sunar (Nochlin, 1971).

Sonuç olarak, *The Power of Music* tablosu, William Sidney Mount'un teknik ustalığını, gözlem yeteneğini ve toplumsal duyarlılığını bir araya getiren önemli bir eserdir. Tablo, müziğin bireysel ve toplumsal boyutlarını görsel olarak ifade etmesi açısından seçilmiş ve analiz edilmiştir. Mount'un kompozisyon, renk kullanımı ve figüratif anlatım teknikleri, eseri hem estetik açıdan başarılı hem de kültürel bağlamda değerli kılar. Bu bağlamda tablo, müziğin toplumsal anlamını araştıran çalışmalar için hem analitik hem de kavramsal olarak verimli bir örnek teşkil etmektedir.

SONUÇ

Bu çalışma, William Sidney Mount'un "*The Power of Music*" adlı tablosunu inceleyerek, müziğin 19. yüzyıl Amerikan toplumundaki toplumsal ve bireysel etkilerini sanat üzerinden incelemeyi amaçlamıştır. Konunun seçilme nedeni, eserin müziği yalnızca bir eğlence unsuru olarak değil, sosyal ilişkileri şekillendiren ve bireyler arasında duygusal bağlar kuran bir güç olarak temsil etmesi ve bu bağlamda sanat tarihinde özel bir öneme sahip olmasından kaynaklanmaktadır.

Araştırmada kalitatif yöntem kullanılarak tablo ikonografik ve betimsel analizlerle değerlendirilmiş, döneminin kültürel ve toplumsal bağlamına göre yorumlanmıştır. Analizler, müziğin figürler üzerindeki etkisini görselleştirme biçimlerini, eserin sınıfsal ve kültürel farklılıkları nasıl yansıttığını ve izleyiciyle kurduğu duygusal bağı ortaya koymuştur.

Elde edilen bulgular, Amerikan resim sanatında müzik temasının yorumlanışına ilişkin literatüre somut katkılar sağlamış, özellikle müziğin toplumsal bir araç olarak temsil edilmesi konusunda yeni bir perspektif sunmuştur. Bu çalışma, sanatın toplumsal iletişim gücünü vurgulamakla kalmayıp, sanat tarihi araştırmalarında müziğin toplumsal etkilerini daha sistematik biçimde inceleme gerekliliğine işaret ederek literatürdeki boşluğu doldurmuştur.

Sonuç olarak, Mount'un eseri üzerinden yapılan bu analiz, sanat ve toplum ilişkisine dair anlayışı derinleştirmiş, müzik temalı Amerikan resim sanatının kültürel ve sosyal boyutlarını anlamada önemli bir kaynak oluşturmuştur.

KAYNAKÇA

- Bodenhorn, B. (2012). Music and society in 19th century America.
Berger, J. (1972). Ways of seeing.
Clark, T. J. (1973). Image of the people: Gustave Courbet and the 19th century visual culture.
Corn, W. (1999). The American scene: Realism and everyday life.
Gombrich, E. H. (1950). The story of art.
Harris, M. (1991). The art of American life: Realism and culture.
Howat, J. (1985). American art: 19th century realism.
Levy, F. (1986). American painting of the nineteenth century.
Rosenthal, J. (1978). Color and light in 19th century American art.
Smith, P. (2000). Music and visual culture in early America.
Wilmerding, J. (1993). American masters of the nineteenth century.
Nochlin, L. (1971). Realism and representation: Art in society.

SİMÜLASYON ÇAĞINDA İNSAN: BLACK MIRROR ‘COMMON PEOPLE’ ÜZERİNDEN POSTMODERNİZM VE KAPİTALİZM ELEŞTİRİSİ

Melisa YONAR

Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İletişim Bilimleri, 51240, Niğde

ORCID: 0009-0004-2151-258X

Perihan ŞEKER

Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, İletişim Fakültesi, Halkla İlişkiler ve Reklamcılık, 51240, Niğde

ORCID: 0000-0002-0787-8516

ÖZET

Dijital teknolojilerin gündelik yaşamın merkezine yerleşmesi, bireylerin gerçekliği algılama biçimlerini önemli ölçüde dönüştürmektedir. Bu dönüşüm süreci, Jean Baudrillard’ın simülasyon ve hipergerçeklik kavramları çerçevesinde değerlendirildiğinde, gerçekliğin yerini giderek imgeler, kodlar ve teknolojik sistemler tarafından üretilen temsillerin aldığı bir toplumsal yapıya işaret etmektedir. Bu çalışmanın amacı, Black Mirror dizisinin “Common People” bölümünde yer alan göstergeleri Baudrillard’ın simülasyon kuramı ve postmodern kapitalizm eleştirisi bağlamında inceleyerek dijital abonelik sistemlerinin bireyin yaşamı ve bedeni üzerindeki etkilerini ortaya koymaktır. Çalışmada nitel araştırma yöntemi kapsamında Roland Barthes’ın göstergebilimsel çözümleme yaklaşımı kullanılmıştır. Bölümde yer alan sahneler, düz anlam ve yan anlam katmanları doğrultusunda analiz edilerek dijital teknolojilerle şekillenen tüketim ilişkileri incelenmiştir. Analiz bulguları, dijital hizmet paketleri aracılığıyla bedenin, zamanın ve duyguların ekonomik bir değer üzerinden yeniden anlamlandırıldığını göstermektedir. Bununla birlikte kapitalist baskının yalnızca bireyi değil, aile ilişkilerini ve bireyin kendini konumlandırma biçimini de dönüştürdüğü ortaya konulmuştur.

Çalışma, “Common People” bölümünün, simülasyonun modern bireyin özgürlük ve seçim alanları üzerindeki etkisini eleştirel bir bakışla görünür kılan güçlü bir popüler kültür örneği sunduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Simülasyon, Hipergerçeklik, Postmodern Kapitalizm, Göstergebilim, Dijital Abonelik Sistemler

THE HUMAN IN THE AGE OF SIMULATION: A CRITIQUE OF POSTMODERNISM AND CAPITALISM THROUGH BLACK MIRROR'S "COMMON PEOPLE"

ABSTRACT

The increasing integration of digital technologies into everyday life has profoundly transformed the perception of reality in contemporary societies. Within the framework of Jean Baudrillard's concepts of simulation and hyperreality, this transformation signals a social condition in which lived experience is progressively mediated and restructured through images, codes, and technologically produced representations. This study aims to analyze the signs presented in the episode "Common People" from the television series *Black Mirror* by drawing on Baudrillard's theory of simulation and critiques of postmodern capitalism, in order to explore how digital subscription systems reshape individuals' lives, bodies, and agency. Adopting a qualitative research design, the study employs a semiotic analysis grounded in Roland Barthes' theoretical approach. Selected scenes are examined through the layers of denotation and connotation to reveal how digitally mediated consumption practices construct new regimes of meaning. The findings indicate that digital service packages reconstruct the body, time, and emotions as measurable and exchangeable economic values. Furthermore, the analysis demonstrates that capitalist pressures extend beyond the individual, transforming family relations and redefining the ways in which subjects position themselves within technologically structured social environments. The episode "Common People" thus emerges as a compelling popular culture text that critically exposes how simulation reshapes the conditions of freedom, dependency, and choice in the life of the modern subject.

Keywords: Simulation, Hyperreality, Postmodern Capitalism, Semiotics, Digital Subscription Systems

1. GİRİŞ

Dijital teknolojilerin gündelik yaşamın merkezine yerleşmesi, bireylerin gerçekliği algılama biçimlerini ve medya içerikleriyle kurdukları ilişkiyi önemli ölçüde dönüştürmüştür. Algoritmik akışlar, platform temelli hizmetler ve sürekli yenilenen dijital göstergeler, bireylerin deneyim dünyasını yeniden yapılandıran temel unsurlar hâline gelmiştir. Bu dönüşüm, özellikle Jean Baudrillard'ın simülasyon kuramı bağlamında değerlendirildiğinde, gerçekliğin yerini giderek temsil ve göstergelerin aldığı bir toplumsal yapıya işaret etmektedir (Baudrillard, 2011).

Popüler kültür ürünleri, dijital çağın bu dönüşümünü görünür kılan önemli metinler sunmaktadır. Bu bağlamda Black Mirror dizisi, teknoloji ile birey ve toplum arasındaki ilişkileri eleştirel bir bakış açısıyla ele alan dikkat çekici anlatılardan biri olarak öne çıkmaktadır. Dizinin farklı bölümleri gözetim, dijital bağımlılık, performans kültürü ve tüketim ilişkileri gibi temaları distopik kurgular aracılığıyla tartışmaya açmaktadır. Literatürde Black Mirror üzerine yapılan çalışmaların büyük bölümü diziyi genel temalar üzerinden incelemekte, belirli bölümlere odaklanan derinlemesine çözümlemelerin ise sınırlı olduğu görülmektedir. Özellikle dizinin *Common People* bölümünün Baudrillard'ın simülasyon kuramı, platform kapitalizmi ve gözetim kapitalizmi yaklaşımları çerçevesinde göstergebilimsel olarak ele alındığı çalışmaların sınırlı olması, bu araştırmanın çıkış noktasını oluşturmaktadır.

Bu doğrultuda çalışmanın temel amacı, *Common People* bölümünde yer alan göstergelerin simülasyon, hipergerçeklik ve postmodern kapitalist düzen bağlamında nasıl anlam ürettiğini incelemektir. Çalışma, dijital abonelik sistemleri ve teknolojik aracılı yaşam pratiklerinin bireyin gerçeklik algısını nasıl şekillendirdiğini ortaya koymayı hedeflemektedir.

2. KURAMSAL ÇERÇEVE

2.1. Simülasyon ve Hipergerçeklik

Jean Baudrillard'ın simülasyon kuramı, çağdaş toplumda gerçeklik algısının nasıl dönüştüğünü açıklayan önemli yaklaşımlardan biridir. Baudrillard'a göre modern dünyada gerçekliğe ait referans noktaları giderek ortadan kalkmakta ve yerlerini imgeler, işaretler ve kodlar almaktadır (Baudrillard, 2011). Bu süreçte simülakrlar, herhangi bir özgün gerçekliğe dayanmadan üretilen ancak gerçeklik izlenimi yaratan göstergeler olarak ortaya çıkmaktadır.

Baudrillard hipergerçeklik kavramı ile simülasyonun gerçeğin yerini aldığı ve bireylerin bu yeni gerçeklik düzenini doğal bir yaşam deneyimi olarak algıladığı durumu açıklamaktadır. Ona göre simülasyon süreci, gerçeği temsil eden imgelerden gerçeğin yokluğunu gizleyen saf simülakrlara doğru ilerleyen çok katmanlı bir dönüşümü ifade etmektedir. Bu bağlamda çağdaş medya ve dijital teknolojiler, bireylerin deneyim dünyasını yeniden kurgulayan önemli araçlar hâline gelmektedir.

Baudrillard'ın tüketim toplumuna ilişkin yaklaşımı da bu dönüşümün ekonomik boyutunu açıklamaktadır. Tüketim, yalnızca ihtiyaçların karşılanmasına yönelik bir davranış biçimi olmaktan çıkarak bireyin kimliğini ve toplumsal konumunu belirleyen simgesel bir ilişki biçimine dönüşmektedir (Baudrillard, 2013). Bu durum, postmodern toplumda anlam üretiminin giderek göstergeler ve temsiller üzerinden gerçekleştiğini ortaya koymaktadır.

2.2. Postmodern Kapitalizm ve Platformlaşma

Postmodernizm, geç kapitalist toplumda kültür, ekonomi ve gündelik yaşam arasındaki sınırların bulanıklaştığı bir dönemi ifade etmektedir. Jameson (1991), postmodernizmi kapitalizmin kültürel mantığı olarak tanımlamakta ve bu dönemde kültürel üretimin piyasa dinamikleri doğrultusunda şekillendiğini ileri sürmektedir. Bu bağlamda tüketim, ekonomik bir zorunluluktan ziyade bireyin kimliğini ifade ettiği ve toplumsal görünürlüğünü kurduğu bir süreç hâline gelmektedir. Harvey (1997) ise postmodern kapitalizmi esneklik, hız ve geçicilik kavramları üzerinden ele almakta teknolojik gelişmelerin zaman ve mekân algısını dönüştürdüğüne dikkat çekmektedir. Bu dönüşüm, dijital platformların yükselişiyle birlikte yeni ekonomik modellerin ortaya çıkmasına zemin hazırlamıştır.

Srnicek'in (2017) platform kapitalizmi yaklaşımı, verinin yeni bir hammaddeye dönüştüğü ve platformların yaşamın farklı alanlarını finansallaştırdığı bir ekonomik düzeni açıklamaktadır. Benzer şekilde Zuboff'un (2019) gözetim kapitalizmi kavramı, insan deneyiminin davranışsal veriye dönüştürülerek ekonomik değer üretiminde kullanıldığını ortaya koymaktadır. Buna göre dijital teknolojiler yalnızca iletişim araçları değil, aynı zamanda toplumsal ilişkileri ve gündelik yaşam pratiklerini yeniden düzenleyen yapılar olarak değerlendirilmektedir. Foucault'nun iktidar ve beden ilişkisine yönelik yaklaşımı da bu dönüşümü anlamlandırmada tamamlayıcı bir çerçeve sunmaktadır. Foucault'a (1977) göre modern toplumlar iktidar, bireylerin bedenleri ve gündelik pratikleri üzerinde kurulan disiplin mekanizmaları aracılığıyla işlemektedir. Bu durum, bireyin kendi davranışlarını denetleyen bir özneye dönüşmesine neden olmaktadır.

Literatürde *Black Mirror* dizisi üzerine yapılan çalışmaların büyük bölümü, diziyi teknoloji eleştirisi ve gözetim toplumu gibi temalar üzerinden incelemektedir. McSweeney ve Joy (2019), dizinin çağdaş medya ekosistemine ilişkin eleştirel bir anlatı sunduğunu ve özellikle dijital teknolojilerin birey üzerindeki ideolojik etkilerini görünür kıldığını belirtmektedir. Bunun yanı sıra literatürde medya bağımlılığı ve dijital tüketim pratiklerine odaklanan çalışmalar da bulunmaktadır. Örneğin Serttaş (2017), dizinin 'geç kapitalizm' ve tüketim kültürü bağlamında bireyin yabancılaşmasını nasıl dramatize ettiğini vurgulamaktadır. Benzer şekilde Çelik (2020), dizideki distopik kurguların Baudrillard'ın simülasyon kuramı çerçevesinde modern dünyanın nasıl devasa bir simülasyon evrenine dönüştüğünü görünür kıldığını belirtmektedir. *Black Mirror* dizisinin her bölümünde farklı temaların ele alınması, dizinin genel olarak incelenmiş olmasının belirli bölümler üzerine kapsamlı bir literatür bulunduğu anlamına gelmemesine neden olmaktadır. Özellikle bölümdeki sahnelerin, postmodern tüketim

kültürü, hipergerçeklik ve simülakr üretimi gibi kavramlarla ilişkilendirilerek derinlemesine bir göstergebilimsel analizle ele alındığı çalışmaların sınırlı olduğu görülmektedir. Bu çalışma, literatürdeki Black Mirror analizlerini bir adım öteye taşımayı amaçlamaktadır. Bu doğrultuda Srnicek'in (2017) platform kapitalizmi ve Zuboff'un (2019) gözetim kapitalizmi yaklaşımları, Baudrillard'ın simülasyon kuramı ile birlikte ele alınmaktadır. Böylece 'Common People' bölümü üzerinden dijital abonelik sistemlerinin sadece birer teknolojik araç değil, yaşamın farklı alanlarını finansallaştıran yeni bir sermaye birikim biçimi olduğu ileri sürülmektedir.

3. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

3.1. Yöntem

Bu çalışmada örneklem olarak Black Mirror dizisinin *Common People* bölümü seçilmiştir. Söz konusu bölüm, dijital teknoloji ile tüketim pratikleri arasındaki ilişkiyi abonelik sistemleri, statü farklılaşmaları ve simülasyon temaları üzerinden görünür kılması bakımından araştırmanın kuramsal çerçevesiyle doğrudan örtüşmektedir. Özellikle sağlık, yaşam ve beden gibi temel insani alanların piyasa mantığı doğrultusunda yeniden yapılandırılması, dijital kapitalizm ve postmodern tüketim eleştirisinin somut anlatı unsurları ve sahneler aracılığıyla incelenmesine olanak sağlamaktadır. Bu doğrultuda araştırmada örneklem genişletilmemiş, tek bir bölüm derinlemesine analiz edilmiştir.

Verilerin analizinde Roland Barthes'ın geliştirdiği göstergebilimsel çözümleme yaklaşımı temel alınmıştır. Barthes'a göre gösterge, fiziksel gerçekliğe gönderme yapan düz anlam ile toplumsal ve ideolojik anlamların üretildiği yan anlam katmanlarından oluşmaktadır (Barthes, 1977). Barthes, özellikle kitle kültürü ürünlerinde yan anlamların zamanla doğallaşarak sorgulanmaksızın kabul edilen anlamlara dönüşmesini "söylen" (mitos) kavramı ile açıklamaktadır (Barthes, 1972). Bu bağlamda çalışmada, dizide yer alan dijital nesneler ve mekânsal düzenlemeler yalnızca görünen işlevleriyle ele alınmamaktadır. Bu unsurlar aynı zamanda sınıfsal ayrımları, beden üzerindeki denetim mekanizmalarını ve dijital kapitalizmin ürettiği yeni anlam çerçevelerini yansıtan göstergeler olarak değerlendirilmektedir. Analiz sürecinde metin, Barthes'ın anlam üretiminde başvurduğu anlamsal, simgesel ve kültürel kodlar çerçevesinde çözümlenmiştir. Bu çözümleme ile ekranda sunulan imgelerin arka planında işleyen ideolojik yapıların görünür kılınması amaçlanmıştır.

Bu çalışma bazı sınırlılıklar kapsamında yürütülmüştür. Öncelikle araştırma, *Black Mirror* dizisinin yalnızca *Common People* bölümü ile sınırlıdır. Bu nedenle elde edilen bulgular dizinin tamamına ya da farklı dijital medya içeriklerine genellenemez. Çalışmada nitel araştırma yöntemi kapsamında göstergebilimsel çözümleme kullanılmış, nicel veri toplama

tekniklerine veya izleyici görüşlerine yer verilmemiştir. Analiz, seçilen sahnelerin görsel ve anlatsal göstergeleri üzerinden yürütülmüştür. Ayrıca çalışma, postmodernizm ve kapitalizm eleştirisi doğrultusunda ele alınmış olup farklı kuramsal yaklaşımlar araştırma kapsamı dışında bırakılmıştır. Çalışma akademik araştırmalarda benimsenen bilimsel etik ve yayın ilkeleri gözetilerek yürütülmüştür. Araştırma, kamuya açık bir medya içeriğinin metin temelli analizine dayandığı için herhangi bir insan katılımcıdan veri toplanmamış ve bu nedenle katılımcı onayı gerektiren bir süreç söz konusu olmamıştır.

3.2. Bulgular

Black Mirror dizisinin *Common People* bölümü, sıradan bir çift olan Amanda ve Mike'ın, Amanda'ya konulan beyin tümörü teşhisi sonrasında başvurdıkları ileri teknoloji temelli bir sağlık hizmeti etrafında şekillenmektedir. Rivermind tarafından sunulan bu sistem, Amanda'nın yaşamını sürdürmesini mümkün kılarken, aynı zamanda çiftin gündelik yaşamını giderek artan maliyetler, abonelik paketleri ve sistemsiz zorunluluklar yoluyla denetim altına almaktadır. Başlangıçta hayatta kalma umudu olarak sunulan bu teknoloji, zamanla bireyin bedeni, zamanı ve duyguları üzerinde ekonomik ve ideolojik bir kontrol mekanizmasına dönüşmektedir. Bölümde Amanda, sağlık ve bedenin kapitalist sistem içerisinde nasıl metalaştırıldığını temsil eden bir karakter olarak öne çıkmaktadır. Mike ise eşinin yaşamını sürdürebilmek adına bedenini ve emeğini ekonomik bir araç haline getirmek zorunda kalan “sıradan birey” konumunda yer almaktadır. Rivermind sisteminin kurumsal temsilcisi ise teknolojiyi insancıl ve çözüm odaklı bir ifade biçimiyle sunarak, kapitalist düzenin kendini nasıl meşrulaştırdığını görünür hale getirmektedir. Bölüm boyunca teknoloji temelli uygulamalar, tüketim alışkanlıklarıyla iç içe ilerleyerek karakterlerin yaşam şartlarını doğrudan belirlemektedir. Bu bağlamda bölümde öne çıkan bazı sahneler seçilerek, görsel göstergeler üzerinden ayrıntılı bir göstergebilimsel analiz yapılmıştır.



Görsel 1



Görsel 2

Görsel 1 ve 2'nin yer aldığı sahnelerde Rivermind sisteminin temsilcisi olan kadın karakter, Mike'e Amanda'nın ameliyatının ücretsiz olduğunu, ancak “bağlantının devamı” için abonelik

modeli kapsamında her ay düzenli ödeme yapılması gerektiğini açıklamaktadır. Konuşma dili sakindir, teknik ve sıradan bir bilgilendirme dili hakimdir. Bu sahneler, sağlık hizmetinin ticari bir pazarlık olarak değil, doğal ve kaçınılmaz bir prosedür olarak sunulduğu temsil biçimidir. Söz konusu bu sahneler, kapitalist ve postmodern düşünce çerçevesinde değerlendirildiğinde, sağlık hizmetinin **kapitalist sistem içerisinde yeniden yapılandırıldığını** göstermektedir. Rivermind sistemi, ameliyatı ücretsiz sunarak insani bir çözüm izlenimi yaratırken, yaşamın devamını abonelik temelli bir ödeme modeline bağlamaktadır. Bu durum, sağlık hizmetini kamusal bir hak olmaktan çıkarıp sürekli tüketim gerektiren bir hizmete dönüştürmektedir. Kapitalist mantıkla işleyen abonelik modeli, bireyi yalnızca bir hasta değil, sürekli ödeme yapan bir tüketici konumuna yerleştirmektedir.

Tablo 1. Görsel 1 ve 2'ye İlişkin Göstergebilimsel Çözümleme

Görsel	Gösterge	Gösteren – Düz Anlam	Gösterilen – Yan Anlam
Görsel 1	Kurumsal temsilci kadın	Sağlık sistemini açıklayan görevli	Sistemin “insani” ve güvenilir yüzü
	“Ameliyat ücretsiz” ifadesi	Tedavinin ücret talep edilmeden yapılması	Sistemin etik, yardımsever ve vicdanlı olduğu miti
Görsel 2	“Bağlantı için abonelik modeli”	Hizmetin devamı için aylık ödeme gerekliliği	Yaşamın sürdürülebilmesinin tüketime bağlanması
	Sakin, teknik konuşma dili	Bilgilendirme ve açıklama	Ekonomik şiddetin normalleştirilmesi
	“Bağlantı” kavramı	Teknolojik erişim	Yaşamın sistemle kurulan bağa indirgenmesi



Görsel 3



Görsel 4

Görsel 3 ve Görsel 4'de yer alan sahnelerde Amanda'nın gündelik ve mahrem anlarında farkında olmadan reklam söylemi dile getirmesi dikkat çekmektedir. Bu sahnelerde reklam

söylemi, karakterin kendi iradesi dışında Rivermind sisteminin müdahalesiyle ortaya çıkmaktadır.

Postmodern bağlamda bu durum, gerçekliğin doğal bir deneyim olmaktan çıkarak teknoloji aracılığıyla kurulan bir yapıya dönüştüğüne işaret etmektedir. Kapitalist sistem içinde reklam, yalnızca bir tanıtım aracı olmaktan çıkmakta, gündelik yaşamı düzenleyen temel bir mekanizma haline gelmektedir. Bu sahnelerde reklam söylemi, bireyin bilinçli tercihi değil, sistemin işleyişine bağlı olarak ortaya çıkmakta ve tüketimi doğal, kaçınılmaz bir davranış gibi sunmaktadır.

Tablo 2. Görsel 3 ve 4'e İlişkin Göstergebilimsel Çözümleme

Görsel	Gösterge	Gösteren – Düz Anlam	Gösterilen – Yan Anlam
Görsel 3	Amanda	Ders anlatan bir öğretmen	Güvenilir bilgi kaynağı, otorite figürü
	Bal ve tahıl görselleri	Gıdaya ilişkin görsel materyaller	Doğallık, sağlık ve saflık miti
	Akıcı ve doğal konuşma tonu	Spontane konuşma	Reklamın fark edilmeden içselleştirilmesi
	Reklam cümlesi	Dersle ilgili olmayan ifade	Tüketim söyleminin her alana sızması
Görsel 4	Reklam cümlesi	Amanda'nın romantik bir anda ürünü aniden tanıtmaya başlaması	Reklamın bireysel iradede bağımsızlaşarak öznenin bilincini ele geçirmesi
	Ürün vaadi	Ürünün haz ve çekicilik vaat etmesi	Tüketim ideolojisinin mutluluk ve tatminle eşleştirilmesi
Görsel 6	Fiziksel mekânın değişebilirliğinin vurgulanması	Hareket edebilme	Mekânın bir hak değil, satın alınan bir ayrıcalık olması



Görsel 5



Görsel 6

Görsel 5 ve 6'daki sahnelerin hemen öncesinde Amanda ve Mike ilçeden çıkmaya çalıştıklarında, Amanda'nın ani biçimde yaşam fonksiyonlarını kaybetmeye başlaması, abonelik sisteminin mekânsal sınırlarla doğrudan bağlantılı olduğunu göstermektedir. Düz anlam düzeyinde bu durum teknik bir "kapsama alanı dışına çıkma" sorunu olarak sunulurken, yan anlam düzeyinde bireyin yaşam hakkının coğrafi hareketliliğe ve buna bağlı olarak ekonomik kapasiteye bağlandığı anlaşılmaktadır. Yaşamın sürekliliğinin fiziksel mekândan çok sistemin tanımladığı kapsama alanına bağlı olması, bedenin artık kendi başına işleyen bir varlık olmaktan çıkarak abonelik sistemine bağımlı bir yapıya dönüştüğünü ortaya koymaktadır.

Bu sahnelerde hareket özgürlüğü, kapitalist piyasa mantığı içinde ekonomik kapasiteyle doğrudan ilişkili bir değer olarak sunulmaktadır. Abonelik sisteminin sunduğu üst paketlerin daha geniş seyahat olanağı sağlaması, özgürlüğün ve mekânsal hareketliliğin temel bir hak olmaktan çıkarak satın alınabilir bir hizmete dönüştüğünü göstermektedir. Bu durum, kapitalist sistemin yalnızca malları ve hizmetleri değil, bireyin yaşam alanını ve hareket kabiliyetini de metalaştırdığını ortaya koymaktadır. Bu durum aynı zamanda bireyin mekansal hareketliliğinin yalnızca fiziksel bir eylem olmaktan çıkarak sistem tarafından izin verilen bir ayrıcalık hâline geldiğini düşündürmektedir.

Amanda'nın yaşadığı ani fiziksel çöküş, yalnızca teknik bir arıza olarak değil, sistem dışına çıkmanın bedensel olarak cezalandırılması şeklinde de okunabilir. Bu bağlamda beden, hareket eden bir özne olmaktan ziyade, sistemin sınırları içinde işlev görebilen bir uzantıya dönüşmektedir. Dolayısıyla mekan, bireyin özgürce deneyimlediği bir alan olmaktan uzaklaşarak, ekonomik ve teknolojik koşullar tarafından belirlenen kontrollü bir çerçeveye indirgenmektedir. Bu bağlamda bireyin varlığı, kendi biyolojik bütünlüğünden ziyade sistemle kurduğu sürekliliğe bağlı olarak anlam kazanmaktadır.

Tablo 3. Görsel 5 ve 6’ya İlişkin Göstergebilimsel Çözümleme

Görsel	Gösterge	Gösteren – Düz Anlam	Gösterilen – Yan Anlam
Görsel 5	“Genişletilmiş kapsam alanı” ifadesi	Daha fazla kapsama sahip paket	Özgürlüğün satın alınabilir olduğu miti
	“Mevcut paket şehir dışına çıkmak için yetersiz” bilgisi	Teknik kapsama sınırlaması	Mekânsal kısıtın ekonomik nedenlere bağlanması
Görsel 6	Masada oturan çift (Mike ve Amanda)	Hizmet alan kullanıcılar	Pazarlık gücü olmayan edilgen özneler
	Üyelik paketi kavramı	Hizmet sınıflandırması	Yaşamın modüler paketlere bölünmesi
	Üst paketin “yeni” olarak sunulması	Güncellenmiş hizmet	Eski yaşam biçimlerinin değersizleştirilmesi
	Fiziksel mekânın değişebilirliğinin vurgulanması	Hareket edebilme	Mekânın bir hak değil, satın alınan bir ayrıcalık olması



Görsel 7



Görsel 8

Görsel 7 ve Görsel 8’de yer alan sahnelerde Mike, Amanda’nın Plus abonelik ücretini karşılayabilmek için, yasa dışı dijital platformlarda kendisine yöneltilen onur kırıcı teklifleri kabul ederek para kazanmaya başlar. Düz anlam düzeyinde bu durum, ekonomik bir zorunluluk nedeniyle gerçekleştirilen bir gelir elde etme faaliyeti olarak sunulmaktadır. Yan anlam düzeyinde ise bireyin bedeninin ve mahremiyetinin abonelik sistemini sürdürebilmek adına pazarlanabilir bir nesneye dönüştüğü görülmektedir. Mike’ın bedeni artık bir özneye değil, ekonomik işlevlere indirgenmiş bir göstergeye dönüşmektedir.

Aşağılayıcı tekliflerin normal bir gelir biçimi gibi sunulması, sömürü ve etik ihlallerin fark edilmesini zorlaştırır. Bu bağlamda dijital platform, tüketim sisteminde ahlaki sınırların belirsizleştiği bir alan haline gelir. Bu sahneler, tüketimin ulaştığı ileri aşamayı görünür kılmaktadır. Burada artık yalnızca ürünler ya da hizmetler değil, bizzat insan bedeni ve onuru dolaşıma sokulmaktadır. Mike’ın gönüllü gibi görünen ancak fiilen zorunlu olan bu eylemleri,

tüketimin arzudan değil, yaşamı sürdürebilme mecburiyetinden kaynaklandığını ortaya koyar. Böylece sistem, bireyi yalnızca tüketici değil, aynı zamanda tüketilen bir nesne haline getirir. Bu durum, dijital emek tartışmaları bağlamında da değerlendirilebilir. Terranova (2000), dijital ortamlarda üretilen emeğin çoğu zaman görünmez kılındığını ve gönüllülük ile zorunluluk arasında belirsiz bir konumda yer aldığını belirtmektedir. Benzer şekilde Andrejevic (2014), dijital platformların kullanıcıların bedenini ve deneyimlerini ekonomik değere dönüştüren yapılar olduğunu ifade etmektedir. Mike’ın bedenini sergileyerek gelir elde etmek zorunda kalması, bu bağlamda dijital kapitalizmin bireyi hem üretici hem de tüketilen bir nesne hâline getirdiğini göstermektedir.

Tablo 4. Görsel 7 ve 8’e İlişkin Göstergebilimsel Çözümleme

Görsel	Gösterge	Gösterilen – Düz Anlam	Gösterilen – Yan Anlam
Görsel 7	DUM DUMMIES – Become a Creator” platform arayüzü	Yetişkin içerikli dijital yayın platformu	Dijital kapitalizmin sömürü mekânı
	“Make stupid money” sloganı	Kolay para kazanma vaadi	Onurun ve emeğin değersizleştirilmesi
	Para sayan, gülen yüz görselleri	Kazanç ve başarı imgesi	Aşağılanmanın ödüllendirilmesi
Görsel 8	Mike’ın platforma kayıt olması	Gelir elde etme girişimi	Zorunlu rıza
	Maskeli kostüm	Performans unsuru	Kimliğin silinmesi
	Mike’ın bedensel teşhiri	Dijital performans	Bedenin tüketim nesnesine dönüşmesi



Görsel 9



Görsel 10

Aboneliklerinin sona ermesiyle birlikte Amanda, yaşamını sürdürebilme olanağını kaybettiğini fark ederek ölme isteğini dile getirmektedir. Postmodern ve kapitalist bağlamda bu durum, yaşamın doğal ve sürekliliği olan bir gerçeklik olmaktan çıkarak, sistem tarafından sunulan geçici bir deneyime dönüştüğünü göstermektedir. Ölüm, düz anlam düzeyinde fiziksel bir son

olarak sunulurken, yan anlam düzeyinde ekonomik olarak erişilemez hâle gelen bir yaşam karşısında onuru korumaya yönelik simgesel bir çıkış yolu haline gelmektedir.

Kapitalist sistem içinde yaşam, abonelik ve hizmet süreleriyle sınırlanırken, VIP deneyimiyle sunulan kısa süreli haz ve canlılık, postmodern bir yaşam simülasyonu üretmektedir. Bu simülasyon sona erdiğinde ise bireyin sistem içinde var olma imkânı da ortadan kalkmaktadır. Bu bağlamda ölüm, sistemin satın alamadığı ve kontrol edemediği tek alan olarak anlam kazanmaktadır.

Tablo 5. Görsel 9 ve 10’a İlişkin Göstergebilimsel Çözümleme

Görsel	Gösterge	Gösteren – Düz Anlam	Gösterilen – Yan Anlam
Görsel 9	Amanda’nın “Bence vakti geldi” ifadesi	Ölüm isteğini dile getirmesi	Yaşamdan çok sistemden çıkma arzusu
	Yorgun ve solgun beden	Fiziksel tükenmişlik	Sistemin bedeni tüketmiş olması
	VIP süresinin dolması	Hizmetin sona ermesi	Yaşam deneyiminin kesintiye uğraması
Görsel 10	Mike’ın Amanda’yı yastıkla boğması	Fiziksel ölüm eylemi	Yaşamdan vazgeçerek onuru koruma eylemi

SONUÇ

Bu çalışma, *Black Mirror* dizisinin *Common People* bölümünü Jean Baudrillard’ın simülasyon kuramı ve postmodern kapitalizm eleştirisi çerçevesinde göstergebilimsel olarak incelemiştir. Elde edilen bulgular, bölümde yer alan teknolojik sistemin yalnızca bir sağlık hizmeti olarak sunulmadığını göstermektedir. Bu sistem, bireyin varoluşunu metalaştırarak kapitalist sistemin işleyişine dahil etmekte ve insan yaşamını ölçülebilir ve ekonomik karşılığı olan bir yapıya dönüştürmektedir. Bu yapı, bölümde görüldüğü gibi bireyin gündelik ve mahrem alanlarını fark ettirmeden etki altına alan bir kontrol mekanizmasına dönüşmektedir.

Analiz sonucunda Rivermind sistemi aracılığıyla yaşamın biyolojik bir gerçeklik olmaktan uzaklaştığı ve sistemle kurulan teknik bir bağlantı sürecine geçerek yeniden tanımlandığı görülmüştür. Burada vurgulanmak istenenin bir “bağlantı” metaforu olduğundan söz etmek yanlış olmayacaktır. Bu metafor, insan yaşamının sürekliliğinin abonelik temelli bir hizmet modeli içinde yeniden kurgulandığını göstermektedir. Bu durum, Baudrillard’ın (2011) simülasyon ve hipergerçeklik kavramlarıyla örtüşmektedir. Gerçek yaşam deneyimi, yerini sistem tarafından sürdürülen hipergerçek bir varoluşa bırakmaktadır. Bulgular, tüketim davranışının yalnızca ekonomik bir alışkanlık olmadığını da göstermektedir. Bu davranış

biçimi, bireyin bilinç, dil ve mahrem alanlarına kadar uzanan bir etki alanı oluşturmaktadır. Amanda'nın gündelik konuşmalarında farkında olmadan reklam içeriklerini dile getirmesi, Barthes'ın (1972) mit kavramı bağlamında değerlendirildiğinde tüketimin doğallaştırılması sürecini görünür kılmaktadır. Çalışmanın bir diğer önemli bulgusu, bireyin hareket edebilme ve bulunduğu yerin dışına çıkabilme imkânının ekonomik güce bağlı hâle gelmesidir. Birey bu sağlık sistemi içinde sistemin belirlediği sınırların dışına çıkamaz. Bu durum bireyin hareket alanının sistem tarafından belirlenen sınırlar içinde kalmasına neden olmaktadır. Bu bağlamda mekân, bireyin özgürce deneyimleyebileceği fiziksel bir alan olmaktan çıkarak ekonomik erişimle mümkün hâle gelen bir ayrıcalık alanına dönüşmektedir. Mike karakteri üzerinden ise postmodern kapitalist sistemin bireyi yalnızca tüketici değil, aynı zamanda ekonomik bir kaynağa indirgenen bir nesneye dönüştürdüğü görülmektedir. Bölümün finalinde ölümün sistemin kontrol edemediği tek alan olarak temsil edilmesi, yaşamın abonelik temelli bir hizmete dönüşmesine yönelik eleştiriyi daha görünür hâle getirmektedir. Bu durum, Baudrillard'ın (2011) simülasyon kuramı çerçevesinde değerlendirildiğinde, gerçek yaşam deneyiminin yerini sistem tarafından üretilen bir varoluş biçiminin aldığına işaret etmektedir. Sonuç olarak Black Mirror dizisinin "Common People" bölümü, dijital teknolojilerin özgürleştirici vaatler altında bireyi daha derin bir bağımlılık ilişkisine sürükleyebileceğini göstermektedir. Bu çalışma, Black Mirror analizlerini belirli bir bölüm üzerinden derinlemesine ele alması ve Baudrillard'ın simülasyon kuramını platform kapitalizmi tartışmalarıyla birlikte değerlendirmesi bakımından literatüre katkı sunmaktadır. Gelecek araştırmalarda farklı medya içeriklerinin ve izleyici yorumlarının da incelenmesi, simülasyon çağında bireyin konumuna ilişkin tartışmaların daha kapsamlı biçimde ele alınmasına katkı sağlayabilir.

KAYNAKÇA

- Andrejevic, M. (2014). The big data divide. *International Journal of Communication*, 8, 1673–1689.
- Barthes, R. (1972). *Mythologies* (A. Lavers, Trans.). Hill and Wang.
- Barthes, R. (1977). *Image, music, text* (S. Heath, Trans.). Fontana Press.
- Baudrillard, J. (2011). *Simülakrlar ve simülasyon* (O. Adanır, Çev.). Doğu Batı Yayınları.
- Baudrillard, J. (2013). *Tüketim toplumu: Söylenceleri, yapıları* (H. Deliceçaylı & F. Keskin, Çev.). Ayrıntı Yayınları.
- Çelik, R. Y. (2020). Geleceğin distopyası olarak Black Mirror dizisinin göstergebilimsel çözümlemesi. *İletişim ve Toplum Araştırmaları Dergisi*, 1(2), 1–17.
- Foucault, M. (1977). *Discipline and punish: The birth of the prison* (A. Sheridan, Trans.). Random House Vintage Books.
- Harvey, D. (1997). *The condition of postmodernity: An enquiry into the origins of cultural change*. Blackwell.

- Jameson, F. (1991). *Postmodernism, or, the cultural logic of late capitalism*. Duke University Press.
- McSweeney, T., & Joy, S. (Eds.). (2019). *Through the Black Mirror: Deconstructing the side effects of the digital age*. Palgrave Macmillan.
- Serttaş, A. (2017, May). Televizyon dizilerinde yabancılaşma teması: “Black Mirror” dizisi örneği. *5th International Communication Days Symposium*, Üsküdar University, Istanbul, Türkiye.
- Srnicek, N. (2017). The challenges of platform capitalism: Understanding the logic of a new business model. *Juncture*, 23(4), 254-257.
- Terranova, T. (2000). Free labor: Producing culture for the digital economy. *Social Text*, 18(2), 33–58.
- Zuboff, S. (2019). *The age of surveillance capitalism: The fight for a human future at the new frontier of power*. PublicAffairs.

DİJİTAL ARAYÜZ ESTETİĞİNDE PARADİGMA DÖNÜŞÜMÜ: SKEOMORFİZMDEN GLASSMORFİZME KAVRAMSAL BİR ANALİZ

Dr. Neslihan ERDEM

Aydın Adnan Menderes University, Faculty of Communication, Department of Visual Communication
Design, Efeler, Aydın

ORCID ID: 0000-0002-2506-3564

ÖZET

Bu çalışma, dijital arayüz tasarımında son yirmi yılda gözlemlenen radikal estetik değişimleri, görsel iletişim tasarımı disiplini içindeki paradigma dönüşümü bağlamında ele almayı amaçlamaktadır. Dijital arayüzlerin görsel dili, nesnelerin fiziksel özelliklerini dijital ortama birebir aktaran skeomorfizmden, sadeliği ve işlevselliği odak noktasına alan flat tasarıma; dokunsallığı yumuşak gölgelerle yeniden yorumlayan neomorfizmden, şeffaflık ve katmanlı yapısı ile fütüristik bir görsel dil inşa eden glassmorfizme kadar geniş bir yelpazede evrilmiştir. Çalışma kapsamında söz konusu estetik yaklaşımlar; kullanıcının dijital sistemlerle kurduğu algısal, bilişsel ve duygusal bağın temel belirleyicileri ve anlamlandırma süreçlerinin ana unsurları olarak incelenmektedir. Skeomorfik tasarımın sağladığı fiziksel dünya referanslı sezgisel kullanım imkânı ile flat tasarımın sunduğu soyut ve net kullanılabilirlik arasındaki zıtlık, güncel arayüz estetiklerinin ortaya çıkış motivasyonlarını oluşturmaktadır. Flat tasarımın aşırı sadeliğine bir tepki olarak gelişen bu yeni akımlar, arayüzde görsel derinlik ve modernlik hissi üretirken; aynı zamanda etkileşimsel belirsizlikler, kontrast sorunları ve algısal kararsızlıklar gibi yeni kullanıcı deneyimi risklerini de beraberinde getirmektedir. Çalışmada bu riskler ve estetik olanaklar; Norman'ın (2004) duygusal tasarım ilkeleri olan içgüdüsel, davranışsal ve yansıtıcı düzeyler ekseninde tartışmaya açılmaktadır. Sonuç olarak bu çalışma, arayüz estetiğindeki paradigma dönüşümlerinin kullanıcı deneyimini (UX) yapısal olarak nasıl şekillendirdiğine dair kuramsal bir bakış sunmaktadır. Görsel iletişim tasarımı literatüründe bu kavramların ontolojik ve işlevsel karşılıklarını analiz eden çalışma, tasarımcılar ve araştırmacılar için estetik tercihleri anlama noktasında kavramsal bir yol haritası sunmayı hedeflemektedir.

Anahtar kelimeler: Kullanıcı Deneyimi, Etkileşim Tasarımı, Arayüz Estetiği, Skeomorfizm, Flat Tasarım, Neomorfizm, Glassmorfizm

PARADIGM SHIFT IN DIGITAL INTERFACE AESTHETICS: A CONCEPTUAL ANALYSIS FROM SKEUOMORPHISM TO GLASSMORPHISM

ABSTRACT

This study aims to examine radical aesthetic changes in digital interface design over the past 20 years within the context of paradigm shifts in the discipline of visual communication design. The visual language of digital interfaces ranges from skeuomorphism- which faithfully translates the physical characteristics of objects into the digital environment- to flat design, which focuses on simplicity and functionality; from neomorphism, which reinterprets tactility through soft shadows, to glassmorphism, which constructs a futuristic visual language through transparency and layered structure. Within the scope of this study, these aesthetic approaches are examined as the fundamental determinants of the perceptual, cognitive, and emotional connections users establish with digital systems and as the key elements of their meaning-making processes. The contrast between the intuitive usability rooted in the physical world offered by skeuomorphic design and the abstract yet clear usability provided by flat design forms the basis for the emergence of contemporary interface aesthetics. These new trends, which have emerged as a reaction to the excessive simplicity of flat design, generate a sense of visual depth and modernity in the interface; however, they also introduce new user experience risks, such as interactive ambiguities, contrast issues, and perceptual uncertainties. In this study, these risks and aesthetic possibilities are examined through the lens of Norman's (2004) principles of affective design: the intuitive, behavioural, and reflective levels. Consequently, this study offers a theoretical perspective on how paradigm shifts in interface aesthetics structurally shape the user experience (UX). By analysing the ontological and functional counterparts of these concepts within the visual communication design literature, this study aims to provide a conceptual roadmap for designers and researchers seeking to understand aesthetic choices.

Keywords: User Experience, Interaction Design, Interface Aesthetics, Skeuomorphism, Flat Design, Neomorphism, Glassmorphism

ARMENIANIZATION OF CHRISTIAN TEMPLES OF CAUCASIAN ALBANIA: HISTORICAL TRUTHS AND TOURISM OPPORTUNITIES

Riad SAFARLI

Azerbaijan Tourism and Management University, Department of Social Sciences, AZ1008, Baku

ORCID: 0009-0005-3265-568X

ABSTRACT

World historians have always followed ancient Caucasian Albania with special interest, as this region is considered one of the earliest areas where Christianity spread. The Albanian Christian architectural monuments that have preserved their existence from that era to the present day continue to maintain their historical significance. Nevertheless, Armenians, our neighbors, have made various attempts throughout the centuries to present these monuments as part of their own cultural heritage. By exploiting the antiquity and history of these monuments, they attempt to portray themselves as one of the indigenous peoples of the South Caucasus. However, historical facts reveal the exact opposite: Armenians had only recently arrived in the South Caucasus by the mid-19th

century and were just beginning to adapt to these territories. In this regard, the claim that these monuments belong to Armenians has never had any historical basis. After the liberation of the occupied territories, the Christian temples located there have begun to carry great potential both from a historical-cultural and religious tourism perspective. Throughout the centuries, monuments belonging to peoples of different languages, religions, cultures, and national identities have been preserved and passed down to future generations without any discrimination. These monuments are not merely material carriers of culture, but also sacred places that enrich the spiritual and moral world of humanity. However, the appropriation, damaging, and destruction of these monuments by Armenians is a grave crime directed not only against Azerbaijan, but against human civilization and history as a whole. This behavior is entirely consistent with the treacherous nature that Armenians have demonstrated throughout history.

INTRODUCTION

The attempts to armenianize churches in ancient Caucasian Albania are noted in the scientific works and research of a number of world historians. These events have been encountered at various periods of history. In 1836, based on a decree by Emperor Nicholas I, the Albanian churches were transferred to the subordination of the Armenian Gregorian churches.

A number of scholars have noted their views on these events in their research. The prominent Russian historian, Professor I.P. Petrushevsky, based on his research, states that the concept of Albanian territory and the 'Albanian Church' were destroyed and portrayed as the 'Armenian church,' and that these provocations were carried out in a purposeful and continuous manner, however, the historical monuments located in Karabakh are not related to Armenian culture. In addition to this, Nikolas Adontz, an Armenian historian himself, also states in his research that the Armenian population never had any influence whatsoever in Karabakh. (Turkustan Newspaper, 2020)

The Georgian historian Chavchavadze has reflected in detail the issue of Armenianization of Azerbaijani monuments belonging to the Christian era in his work 'The Armenians and the Weeping Stones.' Based on the research of scholars, the word 'Albanian' is associated with Turkic tribes. Today, a tribe called the Albanian tribes lives in Kazakhstan. ("The Christian History of Karabakh," n.d.-a)

The fact that Christianity emerged in Caucasian Albania earlier than in Armenia can be observed by examining the work of M. Kalankatuklu. In the work, a letter addressed by the Armenian Catholicos Avraam to the Albanians states: "The Albanian throne, which is more ancient than ours, was previously in agreement with us." Furthermore, the work also contains notes indicating that Armenians became enlightened by adopting Christianity 270 years after the Albanians. (Abdullayeva, 2021)

The role of Turkic tribes in the governance of the Albanian state, in the development of its culture, and in its architecture is undeniable. For this reason, many historians and scholars, when speaking about Albanian architecture, use the expression "Albanian-Turkic architecture," which is also consistent with that period. A certain portion of these tribes living in Albania later adopted Christianity. ("The Christian History of Karabakh," n.d.-b)

RESEARCH AND FINDINGS

A special architectural style called circular temples was used in the construction of Christian architectural monuments in ancient Caucasian Albania, and this style was a style exclusive only to the Albanians in the South Caucasus. As proof of this, we can point out that the engravings on the stones and walls of pre-Christian Albanian architectural monuments are not found on the stone inscriptions of other peoples. Although in the modern era the Armenians try to appropriate these monuments, history shows that the structure and form of the ancient Caucasian Albanian architectural monuments nullify their claims. (Sariyeva, 2018)

The Azerbaijani Albanian-Udi community stated in a declaration released after the liberation of our lands from occupation that, despite serious landmine threats and poor road infrastructure, they have undertaken significant measures to visit the historic Albanian churches in these territories. The ancient Albanian temples located in these areas — the Khudaveng Monastery in Kalbajar district, Aghoglan in Lachin district, and the Albanian churches located in the town of Hadrut and the village of Tug — have been visited by Udis in recent years. ("The Most Beautiful Example of Albanian Monasteries - Khudaveng," n.d.)

After the occupation of Kalbajar district in 1993, the Khudaveng Monastery came under Armenian control, and they carried out illegal excavation and restoration works on this historic Albanian monument. In connection with these restoration works, the Armenians even published a book titled "Restoration at Dadivank Monastery 1997-2011." The illegal archaeological research process carried out at the monument was financed by an "unknown donor in memory of Adrien Martirosyan" and an "American organization studying Armenian architecture."

One of the most genuine examples of Caucasian Albanian heritage located in Karabakh, in Khojavend, is the Amaras Monastery. Although Armenians seek to present it as their own cultural heritage, Armenians have never historically lived in these territories and this monument has no connection to them whatsoever.

The Seven Gates Monastery, distinguished by its unusual architectural style, is also among the architectural monuments built in ancient times. This monastery, which differs sharply in its structure from monuments built in the 5th-6th centuries, is believed to have been constructed even earlier. No information about the Yeddigapi temple is found in scientific literature. The Armenians' claims, which are not based on any facts, serve their groundless assertions against Azerbaijan. (AzPrint, 2022, pp. 165–166)

On the eve of the II Karabakh War, Armenia repeatedly attempted to gain support by exploiting the Christian religious factor, believing that this would cast a shadow over Azerbaijan's just cause. In this process, not only Armenian state institutions but also clergy actively participated. Armenians continuously directed slanderous messages about Azerbaijan to various religious leaders. However, these attempts yielded no result, because religious leaders and religious centers were well acquainted with the attitude of the Azerbaijani President, the government, and the people toward the Christian faith and Christian religious monuments. Even after these events, they continue to spread provocative information suggesting that Christian architectural monuments in Karabakh are supposedly under threat, but every attempt has proven fruitless. ("COP29 Will Also Create an Opportunity," n.d.)

One of the reasons for the destruction of historic architectural monuments by Armenians during the occupation period is the presence of symbols belonging to Albanians on these monuments. Research has revealed that Armenian vandals, by damaging the historical and cultural monuments in Karabakh, have also caused serious harm to the region's tourism potential. In total, there are 2,625 historical and cultural monuments in Upper Karabakh and the surrounding 7 districts, of which 706 are registered with the state. (Mammadov, 2024)

Toward the end of the Second Karabakh War, while forcing the enemy to abandon Kalbajar district without a fight, they still did not refrain from their malicious activities. Taking advantage of the time granted to withdraw from the territory, Armenians cut certain portions of the frescoes on the eastern wall of the Arzu Khatun church using specialists brought from another country by special methods, took them to their own country, and thereby dealt a severe blow to the Albanian heritage. ("The Most Beautiful Example of Albanian Monasteries - Khudaveng," n.d.)

The Armenian Gregorian Church and Armenian historians, alongside appropriating churches belonging to ancient Caucasian Albania, also attempt to claim Albanian rulers and historians as their own. In 2009, the administration of the so-called "Nagorno-Karabakh Republic" established the "Vachagan Barepashot" medal in the name of Albanian ruler Vachagan III. In an article published on Radio Free Europe in 2009, the constitution adopted by Vachagan III was recognized as the most ancient Armenian constitution. Russia's pro-Armenian REGNUM news agency, in a report published in 2011, recognized the rule of Albanian ruler Vachagan III as an example of Armenian statehood. (Gasimov, 2021)

At the end of the 20th century and the beginning of the 21st century, Azerbaijani architects, anthropologists, archaeologists, historians, and cultural scholars were unable to thoroughly study the Albanian Christian architectural monuments located in the occupied territories of Karabakh. In general, if we take a closer look, several factors are clearly visible in the process of Armenianization of these monuments by Armenians:

1. The erasure of original texts written on the monuments and their replacement with inscriptions indicating Armenian ownership;
2. The placement of Armenian crosses in churches and monasteries belonging to Caucasian Albania;
3. The removal of crosses belonging to Albanians from architectural monuments, their transfer to Armenia, and their display in Armenian museums as Armenian heritage.

On the other hand, words in Armenian and Russian have been inscribed on many smaller Albanian monuments as well, causing damage to the Albanian heritage. (Hajiyeva, 2021)

The restoration of "Armenianized" historical architectural monuments and their inclusion in tourism routes could play a major role in the future development of Azerbaijan's tourism sector. For the development of tourism in Karabakh and Eastern Zangezur, maps should be drawn up with potential tourism resources placed across the region, the transportation system should be strengthened, the communications system rebuilt, and other measures necessary to elevate tourism to a high level should be undertaken.

Unfortunately, the majority of films related to Christian architectural monuments are about churches located in the cities of Baku and Ganja. However, this information should not be limited to major cities alone. The increase in such informational films after Karabakh was liberated from occupation is a positive development. In particular, the filming of Christian architectural monuments located in Shusha, Kalbajar, and other territories plays a major role in promoting these historical and religious monuments in our country.

Professor Wallace of the "Global Tourism Resilience and Crisis Management Centre" located in Jamaica noted, regarding the impact of tourism on peace, that people during travel often seek experiences beyond simply visiting famous places. In this context, tourists are in search of peaceful, profound, and spiritual journeys. This is where religious tourism demonstrates its strength — visiting sacred sites and religious monuments, participating in events and rituals organized there, attracts travelers. Professor Wallace identifies religious tourism and interfaith dialogue as a means of achieving peace through tourism mediation. (Waller, n.d.)

Reza Deghati, a renowned photojournalist for National Geographic magazine, who visited the city of Aghdam after 28 years of occupation, was shocked by the scenes he witnessed there and compared it to Hiroshima. Furthermore, after Fuzuli was liberated, foreign ambassadors and representatives of international organizations visited the city and could not conceal their astonishment before the devastated city. (Nusratoghlu, 2020)

CONCLUSION

Showing care for the ancient Caucasian Albanian monuments is, in addition to preserving history, a great potential for the development of tourism. The organization of tours to these historical and religious monuments existing in various regions of our country could give life to religious tourism in our country. Currently, the sale of tickets to the Kish Albanian temple through "I-ticket" is the finest initial step in this field. Considering the great power of the internet today, the sale of online tickets to other Albanian Christian architectural monuments

and the development of tourism routes would play a role in attracting both foreign and local tourists, and would ensure that history is conveyed to humanity in the correct manner.

REFERENCES

1. Abdullayeva, A. (2021). Architectural differences between Albanian and Gregorian churches. *State and Religion*, 1(68), 36–47.
2. Azerbaijan Albanian-Udi Christian Religious Community issued a statement regarding Albanian temples in the liberated territories. (2022). Retrieved from <https://azerbaijan-news.az/az/posts/detail/azerbaycan-alban-udi-xristian-dini-icmasi-azad-olunmus-erazilerdeki-alban-mebedleri-ile-bagli-beyanat-yayib-1644332969>
3. AzPrint. (2022). *New Karabakhname: Post-conflict construction in the Karabakh and Eastern Zangezur economic districts* (pp. 165–166). AzPrint.
4. COP29 will also create an opportunity to promote Azerbaijan's tolerant values. (n.d.). Retrieved from <https://respublika-news.az/az/news/cop29-azerbaycanin-tolerant-deyerlerinin-tebligine-de-imkan-yaradacaq>
5. Gasimov, F. (2021). Opinion - Gregorian Church bears responsibility for disappearance of Karabakh's Christian Albanians. Retrieved from <https://www.aa.com.tr/en/analysis/opinion-gregorian-church-bears-responsibility-for-disappearance-of-karabakhs-christian-albanians/2111411>
6. Hajiyeve, U. (2021). Albanian monuments in the Tartar and Kalbajar districts of Azerbaijan. *Ethno-cultural heritage of Caucasian Albania (collection of articles)*, (2), 180–194.
7. Mammadov, N. (2024, February). Rich tourism potential in the liberated territories of Azerbaijan. *Academic Journal of History and Idea*, 12(1), 167–180.
8. Nusratoghlu, T. (2020). Opinion - Albanian churches in Karabakh and endless Armenian lies. Retrieved from <https://www.aa.com.tr/en/analysis/opinion-albanian-churches-in-karabakh-and-endless-armenian-lies/2085835#>
9. Sariyeva, I. (2018, August). Armenians commit a great crime by altering the architectural structure of our Albanian-Christian monuments in the occupied territories. *Baku News*, (145).
10. The Christian history of Karabakh. (n.d.). Retrieved from <https://acmaus.org/az/qarabagin-xristian-tarixi/>
11. The Christian history of Karabakh. (n.d.). Retrieved from <https://www.virtualkarabakh.az/az/post-item/22/37/the-christian-history-of-karabakh.html>
12. The most beautiful example of Albanian monasteries - Khudaveng. (n.d.). Retrieved from https://azertag.az/xeber/alban_monastirlarinin_en_gozel_numunesi_xudaveng-2457194
13. Turkistan Newspaper. (2020, December 15–21). Albanian churches – ancient traces of our history. *Turkestan*, p. 21.
14. Waller, L. (n.d.). Global tourism resilience leader sees faith tourism as peace through tourism. Retrieved from <https://eturboneews.com/global-tourism-resilience-leader-sees-faith-tourism-as-peace-through-tourism/>

TRAKYA BÖLGESİ'NDE PTOLEMAİOS HAKİMİYETİ

Ömer TATAR

Akdeniz University, Faculty Letters, Department History, 07058 Konyaaltı, Antalya

ORCID: 0000-0002-5644-218

ÖZET

Makedon Kralı Büyük İskender'in (III. Aleksandros) ölümünün ardından, tıpkı Küçük Asya gibi Trakya Bölgesi de halef komutanların güç mücadelelerine sahne olmuştur. Önceleri bu komutanlardan Lysimakhos, ardından Seleukos ve Ptolemaios'un tesis ettiği krallıklar Trakya bölgesinde egemenlik tesis etmiştir. MÖ. 4. yüzyılın sonlarında yeni bir Hellenistik dönem krallığı olarak ortaya çıkan Ptolemaioslar, sahip oldukları oldukça güçlü donanma sayesinde Akdeniz'in her köşesinde varlık göstermeyi başarmıştır. Suriye-Fenike kıyıları, Kıbrıs adası, Küçük Asya'nın güney ve batı kıyıları, Ionia ile Troas bölgeleri ve son olarak da Trakya MÖ. 3. yüzyılın ikinci yarısı itibari ile artık Ptolemaiosların kontrol sağladığı coğrafyalar arasındadır. Küçük Asya'da olduğu gibi Trakya'da da Ptolemaioslar esas olarak liman kentlerini ele geçirerek hakimiyet tesis etmiştir. Bölgede, Ainos ve Maroneia kentleri doğrudan kontrol altına alınan yerler arasındadır. Samothrake adasının ise dolaylı olarak Ptolemaiosların idaresine girdiği anlaşılmaktadır. Tarih yazımına yardımcı nümismatik veriler; antik kaynaklar ve epigrafik belgelerle ortaya koyulan söz konusu hakimiyeti teyid eder niteliktedir. Öte yandan, Byzantion, Ainos ve Maroneia kentleri Ptolemaios hakimiyetinde sikke darp etmiş Trakya bölgesi kentleridir. Bölgede yürütülen arkeolojik kazı, yüzey araştırması ya da müze envanterine yönelik bilimsel çalışmalarda ele geçen sikke örnekleri de bölgedeki Ptolemaios varlığının delilleri olarak günümüze ulaşmıştır.

Anahtar Kelimeler: Hellenistik Dönem, Ptolemaios Krallığı, Trakya, nümismatik, krali sikke

PTOLEMAIC HEGEMONY IN THRACE

ABSTRACT

Following the death of Alexander the Great, King of Macedonia, a power struggle ensued among his successor commanders in the Thrace region, as it did in Asia Minor. Initially, Lysimachus, followed by the Seleucid and Ptolemaic kingdoms, established their dominance in the region. Emerging as a new kingdom in the late 4th century BC, the Ptolemies established a presence throughout the Mediterranean thanks to their powerful navy. The Syrian-Phoenician coast, Cyprus, the southern and western coasts of Asia Minor, the regions of Ionia and Troas,

and finally Thrace were all under Ptolemaic control by the second half of the 3rd century BC. As in Asia Minor, the Ptolemies established their rule in Thrace primarily by seizing port cities. Ainos and Maroneia were among the places brought under direct control. The island of Samothrace, however, came under Ptolemaic rule indirectly. Numismatic data that aids in the writing of history serves to confirm this dominance, as evidenced by ancient sources and epigraphic records. Byzantion, Ainos, and Maroneia are Thracian cities that minted coins under Ptolemaic rule. Specimens found in research conducted in the region, such as archaeological excavations, surface surveys, or museum inventories, have also reached the present day as evidence of the Ptolemaic presence in the region.

Keywords: Hellenistic Period, Ptolemaic Kingdom, Thrace, numismatics, royal coinage

FROM TARIFFS TO NATIONAL SOLIDARITY: RESPONSES TO COLLECTIVE FINANCIAL PUNISHMENT

Sami ÇOKSAN

Erzurum Technical University, Faculty of Letters, Department of Psychology, 25100 Yakutiye,
Erzurum, Türkiye.

Western University, Faculty of Social Sciences, Department of Psychology,
N6A 5C2 London, Canada.

ORCID: 0000-0003-2942-1506

ABSTRACT

This study conceptualizes the tariffs imposed by the Trump administration on Canada as a form of collective financial punishment and examines why this strategy ultimately backfired. Rather than generating domestic pressure against the Canadian government, the tariffs strengthened national cohesion and solidarity among Canadians. The article draws on a qualitative synthesis of media reports, official documents, policy analyses, and recent economic data collected between November 2024 and October 2025. Its core objective is to explain how broad, undifferentiated economic punishment directed at an entire national group can produce reactions opposite to those intended by the punishing actor. The findings identify Canadian responses at three levels. At the individual level, consumers supported “Buy Canadian” campaigns, boycotted U.S. goods, and avoided certain American services. At the local and institutional level, provincial actors adopted measures such as removing U.S. products from shelves and diversifying supply chains. At the national level, the Canadian government responded with retaliatory tariffs, sectoral support measures, and public diplomacy aimed at U.S. audiences. These patterns demonstrate that the tariffs did not fragment Canadian society; instead, they expanded the range of collective actions available to the ingroup. The study interprets these developments through the social identity approach. It argues that when an outgroup imposes indiscriminate punishment, members of the targeted group develop stronger perceptions of shared fate, injustice, and ingroup homogeneity. As a result, they are more likely to unite internally than to blame their own government. The case of Canada therefore illustrates how collective financial punishment can reinforce ingroup solidarity and undermine the strategic goals of coercive economic policy.

Keywords: Collective punishment, economic coercion, ingroup consolidation, social identity approach, Canada-U.S. tariff conflict.

GÜMRÜK VERGİLERİNDEN ULUSAL DAYANIŞMAYA: KOLEKTİF FINANSAL CEZALANDIRMAYA VERİLEN TEPKİLER

ÖZET

Bu çalışma, Trump yönetiminin Kanada'ya uyguladığı gümrük tarifelerini *kolektif finansal cezalandırma* olarak kavramsallaştırmakta ve bu politikanın beklenenin tersine nasıl geri teptiğini incelemektedir. Araştırmanın temel iddiası, bu tarifelerin Kanadalıları kendi hükümetlerine karşı çevirmek yerine, ülke içinde dayanışmayı ve ortak kimlik duygusunu güçlendirdiğidir. Çalışma, medya haberleri, resmî belgeler, kurumsal açıklamalar ve güncel ekonomik verilerden oluşan nitel bir veri setine dayanmaktadır. Bulgular, Kanada'nın tepkilerinin üç düzeyde ortaya çıktığını göstermektedir. Bireysel düzeyde tüketiciler *Buy Canadian / Made in Canada* kampanyalarına yönelmiş, Amerikan mallarını boykot etmiş, Amerika Birleşik Devletleri merkezli dijital hizmetlerden uzak durmuş ve yurtiçi turizmi tercih etmiştir. Yerel ve kurumsal düzeyde bazı eyalet kurumları Amerika Birleşik Devletleri ürünlerini raflardan kaldırmış, Amerikan tedarikine bağımlılığı azaltmaya ve eyaletler arası ekonomik bütünleşmeyi güçlendirmeye çalışmıştır. Ulusal düzeyde ise Kanada hükümeti misilleme tarifeleri uygulamış, Dünya Ticaret Örgütü'ne başvurmuş, etkilenen sektörlerle mali destek sağlamış ve Amerika Birleşik Devletleri kamuoyuna yönelik diplomatik kampanyalar yürütmüştür. Makale bu tepkileri sosyal kimlik yaklaşımıyla açıklamaktadır. Buna göre dış gruptan gelen, ayrım gözetmeyen cezalandırma; adaletsizlik algısını artırmakta, ortak kader hissini güçlendirmekte ve grup içi sınırları daha belirgin hale getirmektedir. Sonuç olarak tarifeler Kanada'da iç bölünme yaratmamış, tam tersine ulusal birlik, dayanışma ve kolektif eylem repertuarını genişletmiştir. Çalışma, ekonomik yaptırımların hedef toplumda beklenmedik biçimde kenetlenme yaratabileceğini göstermesi bakımından önemlidir.

Anahtar Kelimeler: Kolektif cezalandırma, ekonomik zorlama, iç grup pekişmesi, sosyal kimlik yaklaşımı, Kanada-ABD vergi çatışması

GÖÇMENLERDE YETERSİZ BESLENMENİN: FİZİKSEL VE RUHSAL SAĞLIK ÜZERİNE ETKİSİ HAKKINDA BİR DERLEME

Seda BOYDAKOĞLU

Gaziantep Üniversitesi, Göç Enstitüsü,
Gaziantep / Türkiye

ORCID: 0009-0006-2125-1468

Dr. Öğr. Üyesi Esra VERİM

2Gaziantep Üniversitesi, Göç Enstitüsü, Sağlık Bil. Fak. Ebelik Böl. Gaziantep/ Türkiye

ORCID: 0000-0001-8378-2455

ÖZET

Göç, bireylerin çeşitli nedenlerle bulundukları yerden başka bir bölgeye yönelmesi olarak tanımlanmaktadır. Savaş, kıtlık, yoksulluk, doğal afetler, ekonomik yetersizlikler, sosyal nedenler, siyasal baskılar gibi çeşitli etkenler göçe sebebiyet veren nedenlerin birkaçıdır. Göçmenler göç etmiş oldukları ülkede sosyal, siyasal, ekonomik, sağlık ve eğitim alanlarında çeşitli zorluklarla karşılaşmakta; özellikle hizmetlere erişimde yaşanan engeller yaşam kalitesini doğrudan etkilemekte ve uyum sürecini zorlaştırmaktadır.

Göçmenlerin karşılaştığı önemli sorunlardan biri besin kaynaklarına erişim güçlüğüdür. Yetersiz ve dengesiz beslenme, bağışıklık sistemini zayıflatarak enfeksiyon riskini artırmakta ve genel sağlık durumunu olumsuz etkilemektedir. Yetersiz ve/veya dengesiz beslenme vücutta bulunan demir, çinko ve çeşitli vitaminler gibi mikro besin öğelerinin eksikliği; bağışıklık sisteminin zayıflamasına yol açmaktadır. Besin güvencesizliği ve diğer stres faktörleri göçmen bireylerin yalnızca fiziksel sağlığını değil, ruh sağlığını da olumsuz yönde etkilemektedir. Beslenme ile ruh sağlığı arasında çift yönlü bir ilişki bulunmaktadır. Yetersiz ve dengesiz beslenme; depresyon, anksiyete ve stres düzeyinde artış gibi psikolojik sorunlarla ilişkilendirilmektedir. Göçmen bireylerin uzun süreli stresöre maruz kalmaları, ekonomik belirsizlik ve sosyal izolasyon gibi etmenlerle birleştiğinde ruhsal sorunların ortaya çıkma riskini arttırmaktadır.

Bu derleme, göçmenlerde besin güvencesizliğinin yalnızca fiziksel sağlık sorunlarına değil, aynı zamanda ruh sağlığı problemlerine de zemin hazırladığını ortaya koymayı amaçlamaktadır. Bu nedenle göçmenlere yönelik sosyal politikaların oluşturulmasında, beslenme desteği ve ruh sağlığı hizmetlerinin bütüncül bir yaklaşımla ele alınması önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Göç, Göçmenler, Beslenme, Beslenme Sorunları, Sağlık

ABSTRACT

Migration is defined as the movement of individuals from their current place of residence to another region for various reasons. Throughout history, people have migrated for many different reasons. Wars, famine, poverty, natural disasters, economic difficulties, social factors, and political pressures are among the main causes of migration. Migrants may face various challenges in social, political, economic, health, and educational fields in the countries to which they migrate. Barriers encountered in accessing services directly affect individuals' quality of life and make the adaptation process more difficult.

Cultural differences experienced by migrants may also lead to various problems. One of the major challenges faced by migrants is difficulty in accessing food resources. Due to various reasons in the host country, migrants may not have adequate access to healthy and sufficient food sources. Insufficient or inadequate nutrition weakens the body's defense mechanisms against diseases. Inadequate and/or unbalanced nutrition leads to deficiencies in micronutrients such as iron, zinc, and various vitamins, which results in the weakening of the immune system. These deficiencies increase the risk of infections and lead to the deterioration of overall health status. Food insecurity and other stress factors negatively affect not only the physical health but also the mental health of migrant individuals. There is a bidirectional relationship between nutrition and mental health. Inadequate and unbalanced nutrition is associated with psychological problems such as increased levels of depression, anxiety, and stress. When migrants are exposed to long-term stressors combined with factors such as economic uncertainty and social isolation, the risk of mental health problems increases.

This review aims to reveal that food insecurity among migrants contributes not only to physical health problems but also to mental health issues. Therefore, in the development of social policies for migrants, it is important to address nutritional support and mental health services with a holistic approach.

Keywords: Migration, Migrants, Nutrition, Nutritional Problems, Health

GİRİŞ

Tarih boyunca insanlar çeşitli sebeplerden (savaş, doğal afet, ekonomik yetersizlik vd.) dolayı bulundukları yerden farklı bir bölgeye göç etmişlerdir. Göç geçmişten günümüze var olmuş bir olgudur. Göç, bireylerin yaşadıkları fiziksel çevrelerinden zorunlu ya da kendi istekleriyle yaptıkları geçici veya kalıcı yer değiştirmesidir (Aker, Ayata, Özeren, Buran ve Bay, 2002).

Yer değiştirme olayı bireyler üzerinde çok boyutlu etkiler yaratmaktadır. Göç eden kişiler yeni geldikleri topluma uyum sürecinde birtakım sorunlar ile karşılaşabilmektedir. Bu sorunların ortaya çıkmasının başında dil problemi yer almaktadır. Göçmenler geldikleri(hedef) ülkenin dilini bilmediklerinden kaynaklı iletişim kurmakta ve ihtiyaçlarını karşılamakta zorluk yaşamaktadır. Bu durum göçmenlerin hem fiziksel hem de ruhsal sağlıklarını olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Göçmenlerin karşılaştıkları önemli sorunlardan biri de besin güvencesizliğidir. Besin güvencesizliği, bireylerin yeterli, güvenli ve besleyici gıdaya düzenli olarak erişememesi durumu olarak tanımlanmaktadır. Besin güvencesizliği göçmenler arasında yaygın olarak görülen önemli bir halk sağlığı sorunudur. Göçmenler, göç ettikleri bölgede ekonomik yetersizlik, dil bariyeri, ulaşım ve iletişim sorunu gibi nedenlerden kaynaklı yeterli ve güvenli besin kaynağına ulaşmakta zorluk yaşamaktadır. Besin yetersizliği ya da eksikliği vücudun hastalıklara karşı savunma mekanizmalarını zayıflatır. Yetersiz ve/veya dengesiz beslenme vücutta bulunan demir, çinko ve çeşitli vitaminler gibi mikro besin öğelerinin eksikliği; bağışıklık sisteminin zayıflamasına yol açmaktadır. Bu eksiklik kişilerde enfeksiyon riskini arttırmakta ve genel sağlık durumunun bozulmasına neden olmaktadır.

Bununla birlikte beslenme yalnızca fiziksel sağlıkla değil aynı zamanda ruh sağlığı ile de yakından ilişkilidir. Yapılan araştırmalar, yetersiz beslenmenin depresyon ve anksiyete gibi ruhsal bozukluklarla ilişkili olduğunu göstermektedir. Göçmen bireylerin maruz kaldıkları stres, travma ve sosyal izolasyon gibi faktörler bu riskleri daha da artırabilmektedir.

Göçmen bireylerin düşük gelir düzeyi, sosyal destek ağlarının sınırlı olması ve hizmetlere erişimde yaşanan zorluklar kişileri olumsuz ruh haline sürüklemektedir. Göçmenler birçok stresör ile baş etmeye çalışmaktadır. Göç etmiş oldukları bölgede sağlık, besin, ulaşım, eğitim gibi ihtiyaçlarını karşılamakta engellerle karşılaşabilmektedir. Bunlarla baş etmek için kişiler savunma mekanizması geliştirmektedir. Bu mekanizmalar kimi zaman yaşanan olay karşısında yetersiz kalmaktadır. Yetersizlik durumunda kişilerde ruh sağlığı bozukluğu görülmektedir.

Bu bağlamda göçmen bireylerde görülen beslenme sorunlarının yalnızca fiziksel sağlık açısından değil aynı zamanda ruh sağlığı açısından da değerlendirilmesi önem taşımaktadır. Bu derleme çalışması, göçmenlerde besin güvencesizliğinin fiziksel ve ruhsal sağlık üzerindeki etkilerini incelemeyi amaçlamaktadır.

GÖÇ VE BESLENME

Göç, geçmişten günümüze süregelen bir olgu olup kişilerin bulundukları yerden farklı bir bölgeye gitme sürecidir. Göç, göç eden bireyin yaşamında önemli değişikliğe yol açmaktadır.

Bu değişiklik bireylerin beslenme alışkanlığı üzerinde doğrudan bir etkiye sahiptir. Kişilerin gelmiş oldukları bölge ile kültürel farklılıklarının bulunması beslenme alışkanlıklarını olumsuz yönde etkilemektedir. Göçmenler geldikleri ülkede ekonomik yetersizlikten dolayı ucuz ve besin değeri düşük gıdaları tüketmektedirler. Besin değeri düşük gıdaların tüketimi göçmenlerin hem fiziksel hem de ruhsal sağlıklarını olumsuz yönde etkilemektedir.

Göçmenlerde Yetersiz Beslenmenin Fiziksel Sağlık Üzerine Etkileri

Yetersiz beslenme, göçmen bireylerde birçok fiziksel sağlık sorununa yol açmaktadır. Özellikle de javantajlı kesim olarak sınıflandırdığımız grubun içerisinde yer alan çocuklar ve yaşlılar bu durumdan daha fazla etkilenmektedir. Yetersiz beslenen kişilerde protein-enerji malnütrisiyonu, vitamin ve mineral eksiklikleri sık görülmektedir (UNICEF, 2019).

Yetersiz beslenme enfeksiyon hastalıklarına yakalanma riskini artırmaktadır. Demir eksikliği anemisi, D vitamini eksikliği ve büyüme geriliği gibi sorunlar yaygındır. Ayrıca uzun vadede yetersiz beslenme, diyabet ve kardiyovasküler hastalıklar gibi kronik hastalıkların gelişimine de zemin hazırlamaktadır. Göçmenlerin yaşadığı barınma koşullarının yetersizliği, toplu alanlarda yaşamaları ve hijyen eksikliği de beslenme durumunu olumsuz etkileyen önemli faktörler arasındadır. Sağlıklı gıdaya erişimin sınırlı olması, ucuz ve besin değeri düşük gıdaların tüketimini artırmaktadır.

Göçmenler ekonomik nedenler ve kötü barınma şartlarının da etkisiyle düzenli bir beslenme imkanına sahip değiller. Yapılan incelemeler gösteriyor ki göçmen grupların büyük çoğunluğu günde üç öğün yemek yiyemiyor. Özellikle çocuklarda ciddi beslenme bozukluğu bulguları vardır (Muhammed Atak, 2014, s.40).

Yetersiz Beslenmenin Ruhsal Sağlık Üzerine Etkileri

Yetersiz beslenme yalnızca fiziksel sağlıkla sınırlı kalmayıp ruhsal sağlık üzerinde de önemli etkiler yaratmaktadır. Beslenme yetersizlikleri, sağlıklı gıdaya erişimin sınırlı olması beyin fonksiyonlarını da etkileyerek bireylerin psikolojik durumlarını olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Strese verilen yanıt ve hastalıklarda göçmenlerin sosyal kaynakları belirleyici olabilir ve karşılaşılan zorluk derecesi de etkiler. Özellikle ruhsal sağlık üzerindeki etkili olan uyum sürecinde sosyal ağ, cinsiyet, yaş, dil becerileri, eğitim düzeyi, dini inançları, göç nedenleri ve gidilen yerdeki karşılanma biçimi de etkili olmaktadır (Tuzcu ve Bademli, 2014).

Göçler hangi sebeple yapılırsa yapılsın insanları belirli bir strese sokmaktadırlar. İşsizlik, sosyal statünün kaybı, yalnızlık, dil problemi ve kültürel farklar insanları strese sokan faktörlerden

birkaçıdır. Göçün oluş biçimi ise insanların ruh sağlığı problemi yaşamasında önemli bir problemi yaşamasında önemli bir belirleyicidir (Demir, G., Arıöz, A., 2014).

Göçmen bireylerde depresyon, anksiyete ve travma sonrası stres bozukluğu gibi ruhsal sorunların yaygın olduğu bilinmektedir. Yetersiz beslenme bu sorunların şiddetini artırabilmektedir. Gıda güvensizliği yaşayan, yeterli besine ulaşamayan bireylerde stres düzeyinin arttığı ve yaşam kalitesinin düştüğü belirlenmiştir. Bu durum, göçmen bireylerin sosyal uyum süreçlerini de olumsuz yönde etkilemektedir.

Özellikle zorunlu göçlerde ruh sağlığı olumsuz yönde etkilenir ve kadın göçmenler, erkek göçmenlere göre daha fazla zorlanırlar. Yapılan çalışmalara göre göçmen kadınların, stresle baş etme konusunda diğer insanlara göre oldukça yetersiz oldukları saptanmıştır (Tuzcu A, Ilgaz A. 2015; 7(1):56-67).

Göçmenlerde Beslenme Sorunlarını Etkileyen Faktörler

Göçmenlerde yetersiz beslenmenin ortaya çıkmasında birçok faktör rol oynamaktadır:

- Düşük gelir düzeyi
- İşsizlik ve güvencesiz çalışma
- Kültürel farklılıklar ve beslenme alışkanlıkları
- Sağlık hizmetlerine erişim zorlukları
- Dil bariyerleri

Bu faktörler bir araya geldiğinde göçmen bireylerin sağlıklı beslenme alışkanlıklarını sürdürmeleri zorlaşmaktadır. Göçmen bireyler güvenilir ve yeterli gıdaya ulaşmakta zorluk yaşamaktadır.

SONUÇ

Göçmenlerde yetersiz beslenme, hem fiziksel hem de ruhsal sağlık üzerinde ciddi etkiler yaratan önemli bir halk sağlığı sorunudur. Bu durum, bireylerin yaşam kalitesini düşürmekte ve uzun vadede toplum sağlığını da olumsuz etkilemektedir.

Göçmenlerin beslenme durumlarının iyileştirilmesi için çok yönlü müdahalelere ihtiyaç vardır. Sosyal destek programlarının artırılması, gıda yardımlarının düzenli hale getirilmesi ve sağlık hizmetlerine erişimin kolaylaştırılması bu süreçte önemli rol oynamaktadır. Ayrıca göçmenlere yönelik beslenme eğitimi programlarının geliştirilmesi, farkındalığın artırılması açısından gereklidir. Meslek elemanlarının göçmenlerle çalışma konusunda özel eğitim alması, disiplinler arası işbirliği yapılması hizmet kalitesini arttırmak amaçlı önem arz etmektedir.

Sonuç olarak, göçmen sağlığının korunması için beslenme faktörünün göz ardı edilmemesi ve bütüncül yaklaşımların benimsenmesi gerekmektedir. Bu durumda disiplinlerarası işbirliği yapılması gerekmektedir. Yalnızca bireysel müdahaleler değil, politika düzeyinde düzenlemelerin yapılması kritik düzeyde önemlidir. Dezavantajlı grupların belirlenerek kişi(lere) uygun müdahale planı geliştirmelidir.

KAYNAKÇA

- SAĞLIK, V. BESİN GÜVENCESİZLİĞİ.
- Çappar, Y., & Dönmez, A. (2024). Göçmenlerde oluşabilecek riskler ve buna yönelik toplum ruh sağlığı hemşiresinin görevleri. *Ege Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi*, 40(1), 147-153.
- Atak, M. (2016). Göçmen gruplarında halk sağlığı sorunları ve yönetimi. *GÖÇ VE SAĞLIK*, 39.
- Tuzcu, A., & Bademli, K. (2014). Göçün psikososyal boyutu. *Psikiyatride güncel yaklaşımlar*, 6(1), 56-66.
- Çıtak, T., Erbil, N., & Güler, E. (2023). Göçün kadın sağlığına etkileri ve hemşirenin rolü. *Sağlık Bilimleri Üniversitesi Hemşirelik Dergisi*, 5(2), 157-162.
- Göç, G. S. G. E. V. Göç Sürecinin Göç Edenler Ve Göç Edilen Yerlerde Yaşayan Bireylerin Sağlık Durumları Üzerindeki Etkisi.
- Yılmaz, E., & Günay, G. (2022). GÖÇMENLER VE GÖÇMEN AİLELERİN KARŞILAŞTIKLARI SORUNLARA İLİŞKİN BİR DEĞERLENDİRME. *Karabük Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 2(1), 1-19.
- Söğüt, K., & Bilge, Ç. (2021). Mülteci kadınlar için sağlığın korunması ve geliştirilmesi: hemşirelik yaklaşımı. *İnsan ve Sosyal Bilimler Dergisi*, 4(1), 192-206.
- Şeker, B. D., & Aslan, Z. (2015). Eğitim sürecinde mülteci çocuklar: Sosyal psikolojik bir değerlendirme.
- Tayınmak, İ. (2020). Önyargılı tutumlar ve saldırganlık. *Uluslararası sosyal bilimler akademik araştırmalar Dergisi*, 4(1), 71-87.
- Uzun, E. M., & Bütün, E. (2016). Okul öncesi eğitim kurumlarındaki Suriyeli sığınmacı çocukların karşılaştıkları sorunlar hakkında öğretmen görüşleri. *Uluslararası Erken Çocukluk Eğitimi Çalışmaları Dergisi*, 1(1), 72-83.
- EMİN, İ. C. M. N., & Nur, M. (2018). Türkiye’de göçmenlerin eğitimi: Mevcut durum ve çözüm önerileri. *İLKE Politika Notu No. 2018/03*.
- Uzun, E. M., & Bütün, E. (2016). Okul öncesi eğitim kurumlarındaki Suriyeli sığınmacı çocukların karşılaştıkları sorunlar hakkında öğretmen görüşleri. *Uluslararası Erken Çocukluk Eğitimi Çalışmaları Dergisi*, 1(1), 72-83.
- Pekdoğan, E. N., & Saygun, M. (2023). Göçün hassas gruplara etkisi. *The Journal of Kırıkkale University Faculty of Medicine*, 25(3), 541-552.

PORTEKİZ YÖNETİMİ ALTINDAKİ MALAKA'DA KATOLİK HRİSTİYAN MİSYONER FAALİYETLERİ, 1511-1641

Munaimah BINTI AZNAM

Suleyman Demirel University, Institute of Social Sciences, Department of Islamic History and Arts,
32260 Merkez, Isparta

ORCID: 0009-0004-4055-155X

İsmail Hakkı GÖKSOY

Suleyman Demirel University, Department of Islamic History and Arts, 32260 Merkez, Isparta

ORCID: 0000-0003-2976-0567

ÖZET

15. yüzyılda Malaka Sultanlığı, Malay Takımadaları'nda İslam'ın yayılması açısından önemli merkezlerden biri olmuş ve uluslararası ticaret ağlarını birbirine bağlayan önemli bir entrepot limanı olarak işlev görmüştür. Stratejik konumu, Gucerat, Arabistan ve İran gibi çeşitli bölgelerden birçok tüccarı cezbetmiş; bu durum yalnızca ekonomik büyümeye değil, aynı zamanda bölgede İslam düşüncesinin ve entelektüel hayatının gelişmesine de katkıda bulunmuştur. Malaka'nın ekonomik ve jeopolitik önemi, denizcilik ve keşif alanındaki ilerlemelerin ardından doğuya doğru nüfuzunu genişletmeye çalışan Portekiz'in dikkatini çekmiştir. 1511 yılında şehrin Afonso de Albuquerque liderliğindeki Portekiz kuvvetleri tarafından işgal edilmesine yol açmıştır. Portekiz'in Malaka'daki yaklaşık 130 yıllık hâkimiyeti boyunca Hristiyanlığın yayılmasına yönelik faaliyetler, daha geniş bir sömürgeci siyasi ve dinî gündemin parçası olarak yürütülmüştür. Misyonerlik faaliyetleri; kiliselerin inşa edilmesi, Portekizliler ile yerel halk arasında karma evliliklerin teşvik edilmesi, dinî uygulamaların düzenlenmesi ve sistemli bir din eğitiminin oluşturulması gibi çeşitli yöntemlerle gerçekleştirilmiştir. Katolik misyonerler, özellikle *Society of Jesuit* mensupları, bölgede Hristiyanlığın yayılmasında önemli bir rol oynamıştır. Güneydoğu Asya'daki misyonerlik faaliyetleriyle ilişkilendirilen önemli isimlerden biri de Asya'daki misyon seyahatleri sırasında Malaka'yı ziyaret eden Francis Xavier'dir. Bununla birlikte, bu Hristiyanlaştırma çabaları Malay toplumunu İslam'dan döndürmekte büyük ölçüde başarısız olmuştur. Aksine, Hristiyanlığa geçenlerin çoğu Hintli, Çinli ve köleler gibi Müslüman olmayan topluluklardan oluşmuştur.

Anahtar Kelimeler: Malaka, Portekiz yönetimi, Hristiyan, Misyoner faaliyetleri

CATHOLIC CHRISTIAN MISSIONARY ACTIVITIES IN MALACCA UNDER THE PORTUGUESE RULE, 1511-1641

ABSTRACT

The Malacca Sultanate in the fifteenth century was one of the major centers for the spread of Islam in the Malay Archipelago and functioned as an important entrepôt linking international trade networks. Its strategic location attracted many merchants from various regions, including Gujarat, Arabia, and Persia, which contributed not only to economic growth but also to the intellectual development of Islam in the region. The economic and geopolitical significance of Malacca also drew the attention of Portugal, which was actively expanding its influence eastward following the advancements in maritime navigation and exploration. It eventually led to Malacca conquest by the Portuguese in 1511 under the leadership of Afonso de Albuquerque. During approximately 130 years of Portuguese rule in Malacca, efforts to spread Christianity were carried out as part of a broader colonial political and religious agenda. Missionary activities were implemented through several approaches, including the construction of churches, the encouragement of intermarriage between the Portuguese and local communities, the regulation of religious practices and the establishment of systematic religious education. Catholic missionaries, particularly from the Society of Jesus, played a significant role in promoting Christianity in the region. Among the notable figures associated with missionary work in Southeast Asia was Francis Xavier, who visited Malacca during his missionary journeys in Asia. Nevertheless, these Christianization efforts largely failed to convert the Malay population, who remained firmly attached to Islam. Instead, most converts were drawn from non-Muslim communities such as Indians, Chinese, and slaves.

Keywords: Malacca, Portuguese rule, Christian, Missionary activities

1. INTRODUCTION

Malacca is a state in Malaysia today located in Southeast Asia. It is strategically situated on the southwestern coast of the Malay Peninsula, facing the island of Sumatra and separated by the Strait of Malacca. From an etymological perspective, according to local sources, the name “Melaka” (as written in its original form) is derived from the Malacca tree, based on an unusual event said to have occurred during its early establishment. Meanwhile, in Arabic, it is referred to as *Malakat* or *Mulaqat*, meaning a gathering place or meeting point (Adil, 1973: 9). Chinese sources, on the other hand, recorded Malacca as “*Man-la-chia*” (Aydınli & Mohd Azam, 2021: 143)

The strategic location of Malacca was effectively utilized by its founder, Parameswara. He successfully developed what was once a fishing village into an important entrepôt port in the Malay Archipelago in the 15th century. The rapidly growing port of Malacca, which offered better facilities, attracted traders from various regions such as China, the Arab world, Persia, and India.

Islam is believed to have begun taking root in the Malay Archipelago between the 9th and 12th centuries, based on the discovery of artifacts such as the Terengganu Inscription Stone and Muslim tombstones found in Kedah. However, Islam did not spread widely at that time because both regions were under the control of the Siamese kingdom until the 14th century. Although Islam arrived earlier in Terengganu and Kedah, it became firmly established during the height of the Malacca Sultanate, when its spread was carried out peacefully without coercion or the use of force (Göksoy, 1995: 208). Chinese sources record that Islam had already been practiced since the reign of Sultan Iskandar Shah (r.1414-1424) (Aydınlı & Mohd Azam, 2021). The Malacca Sultanate embraced Islam through its connections with the Pasai Sultanate. According to Tomé Pires (1944), Malacca and its entire population converted to Islam following the marriage of Sultan Iskandar Shah to a princess from Pasai in Northern Sumatra.

Malacca demonstrated openness toward Islam through the construction of mosques even before the period of official Islamization, without any obstacles (Pires, 1944: 241). Through strategies of diplomacy and royal marriages, the influence of Islam continued to expand throughout the region. These efforts were further strengthened by state initiatives, including the appointment of religious scholars (*ulama*) and the development of main mosques as centers of knowledge. As a result, the Malacca Sultanate emerged as an exemplary Islamic state in the Malay Archipelago, while consistently maintaining principles of tolerance toward followers of other religions (Aydınlı & Mohd Azam, 2021: 155).

The profound influence of Islam was also evident in the legal sphere, with the emergence of the *Hukum Kanun Melaka* and the *Undang-Undang Laut Melaka*, which became the foundation of governance at the time. This process of Islamization also transformed official palace ceremonies and established Malacca as an important center of Islamic education, in line with its status as a global trading port. Beyond religion, the Malay language of Malacca spread widely and became a lingua franca, as recorded in the travel accounts of the Portuguese. (Göksoy, 1995).

2. PORTUGUESE EXPLORATION TO THE EAST

In tandem with the rise of Malacca in the Malay Archipelago, the Portuguese—still amid their Age of Exploration—were actively strengthening their position in India. Around 1505, a Portuguese imperial base known as the *Estado da India* was established, with Francisco de Almeida as its first viceroy. The Portuguese expansion to the East was driven by three main motives: trade, the consolidation of political power, and Christian zeal. This Christian spirit was rooted in their role as continuers of the Reconquista, as well as in their search for Prester John, a mythical figure in European Christian tradition. According to legend, Prester John was a priest-king in the East who ruled over a vast and powerful kingdom (Denton, 2012). Therefore, the Portuguese hoped to form an alliance with this kingdom in order to gain control over the East.

Portuguese efforts to locate the main spice collection centre in the Malay Archipelago began as early as 1506, when the King of Portugal instructed Francisco de Almeida to do so (Pintado, 2012). Subsequent efforts were launched directly from Lisbon, led by Diogo Lopes de Sequeira as captain. This expedition successfully reached Malacca and established diplomatic relations with the Sultan of Malacca, Sultan Mahmud Shah. However, the good relationship did not last long due to misunderstandings, fueled by hostility from foreign traders in Malacca toward the Portuguese. As a result, Sequeira was forced to flee, leaving behind 20 Portuguese who were taken captive by Malacca. This bitter incident in 1509 became a catalyst for the Portuguese conquest of Malacca in 1511 by Afonso de Albuquerque, who successfully defeated Malacca's defences with a force of 18 ships and 1,000 soldiers. Then, Malacca came under Portuguese rule until 1641.

3. CATHOLIC CHRISTIAN MISSIONARY ACTIVITIES IN MALACCA

The Christian missionary activities to the East had been meticulously planned since the expedition of Diogo Lopes de Sequeira. Upon the fleet's departure, King Manuel I issued specific instructions encompassing three core elements: protecting Christians, locating Christian communities in the East, and propagating the faith if the opportunity arose (Pintado, 2012). Although Sequeira's diplomatic mission in Malacca did not achieve full success, he managed to plant a *padrão*—a stone marker in the shape of a cross—in Pedir and Pasai, Sumatra, serving as an early symbol of the Portuguese Christian presence in the region (Pintado, 2012).

When Afonso de Albuquerque planned the conquest of Malacca, missionary activities were carefully organized as part of the colonial administrative structure. Albuquerque brought with

him eight chaplains, six of whom were from the Franciscan order. This group was tasked with settling in Malacca immediately after victory was secured to manage ecclesiastical affairs and officially begin the dissemination of Christianity (Abd Rahman, 1998: 4).

According to Kamal & Arshad (2022), the religious factor was the primary mission driving the conquest, as the Portuguese believed they were the successors to the spirit of the Crusades. This sentiment was manifested in Albuquerque's inflammatory speech to his troops before the second assault. He asserted that by toppling Malacca—the primary center for the spread of Islam—the Portuguese could weaken Muslim power and "extinguish the fire of the sect of Muhammad" in the Malay Archipelago.

After Malacca was successfully captured, Albuquerque's intention to expel Islamic influence continued through diplomatic maneuvers. This was clearly mentioned in his official letter to the King of Siam (Pintado, 2012). By controlling this strategic port, which supplied various commodities, the Portuguese sought not only to dominate the economy but also to cripple Melaka's position as a center of Islamic civilization in the East.

3.1 The construction of churches

After the conquest of Malacca in 1511, Afonso de Albuquerque immediately took initial steps to strengthen the Portuguese presence through the establishment of religious institutions. One of the earliest efforts was the construction of the first Portuguese church in Malacca, *Nossa Senhora da Annunciada*, which was built near the A Famosa fortress that was constructed at the same time (Albuquerque, 1875: 137). This church later developed into Malacca Cathedral, known as the Cathedral of Our Lady of the Assumption, located at the foot of a hill. The construction of this church in a strategic area near the defensive center indicates that religious institutions were not separated from Portuguese military and administrative interests (Pinto, 2012).

Next, the Confraternity of Mercy Church, or Our Lady of the Visitation, was built concurrently with the construction of the Portuguese defensive fortress. Meanwhile, the third church, *Nossa Senhora da Monte*, or Our Lady of the Mount, was established in 1521 by Duarte Coelho at the top of St. Paul's Hill (Teixeira, 1961: 305). The location of this church on elevated ground reflects not only geographic considerations but also important symbolic value, namely emphasizing the dominance of Christianity in the Malacca landscape. The church was built as a gesture of gratitude to the Virgin Mary after Coelho survived a battle in Canton, thereby illustrating the close connection between Portuguese military experiences and their religious

expressions (Boxer, 1969). The church was later entrusted to St. Francis Xavier and the Society of Jesus, marking a transition to the management of religious institutions by missionaries.

Before the arrival of St. Francis Xavier, there were only three main churches in Malacca. However, following his arrival in 1545, the development of Christian religious institutions progressed rapidly in the city. According to the records of Manuel Godinho de Eredia, Malacca had various religious infrastructures, including four monasteries, eight parishes, fourteen churches, as well as several hermitages and oratories (Hong et al., 2025: 235). In addition, there were also retreat centers such as St. Guilhelmo, St. Jeronimo, *Nossa Signo da Victoria*, and St. Juan Baptista, built around the city of Malacca. The existence of these institutions shows that Christianity had evolved from merely a symbolic presence into an organized and structured religious system (Pinto, 2012).

Besides their religious functions, churches also played important social roles. For example, churches such as The Church of S. Domingos in the Convent of Dominicans and The Church of S. Antonio in the Convent of S. Augustino functioned as hospitals (Teixeira, 1961: 312). This role demonstrates that churches were not only places of worship but also welfare institutions that helped attract local community support for the Portuguese presence. In this context, the spread of Christianity can be seen as a process involving social and communal dimensions, not merely faith alone (Andaya, 2017).

3.2 The encouragement of intermarriage

Besides the construction of religious institutions, intermarriage between Portuguese men and local women also played an important role in the missionary activity in Malacca. This policy was encouraged by Afonso de Albuquerque as part of a strategy to establish a permanent Portuguese community in the region (Boxer, 1969). Through these marriages, local women typically converted to Christianity, while their children were raised in Portuguese traditions and beliefs. This group later became known as the *casados* (married men), a Eurasian community that practiced Portuguese culture and Christian faith (Pinto, 2012).

The existence of the *casados* community shows that the missionary activities did not occur solely through church institutions, but also through the social structure of society. The family institution became an important medium for spreading and maintaining Christianity over time. Unlike coercive approaches, intermarriage allowed the religion to spread more organically and take root in the daily lives of the local population (Andaya, 2017). In this context, it can be interpreted that the Portuguese used a social approach to ensure the long-term continuity of Christian influence.

The encouragement of intermarriage between Portuguese men and local women was one of the key strategies introduced by Afonso de Albuquerque to address manpower shortages and expand Christian influence in Malacca. To fulfil the orders of the King of Portugal, he encouraged Portuguese soldiers to marry local women with the hope of forming a permanent community and increasing the population of Portuguese descent (Boxer, 1969). Through these marriages, local women were expected to embrace Christianity, thereby creating opportunities for the religion to spread within families and the wider society (Teixeira, 1961).

This policy was not only social in nature but was also supported by economic incentives and status offered by the Portuguese authorities. Portuguese men who married were granted the status of *casados* or “free men,” exempted from taxes, and given land such as orchards to ensure their livelihood (Pinto, 2012). At the same time, local women who married Portuguese men were also rewarded, for example, with gold. The support from the Portuguese government indicates that intermarriage was an official policy designed to strengthen the Portuguese position in Malacca, rather than merely a social phenomenon (Boxer, 1969).

The impact of this policy can be seen through the emergence of the *casados* community and the *mestizo* group, which were the result of intermarriage between Portuguese and local inhabitants. A frequently cited example is Manuel Godinho de Eredia, the son of Juan de Eredia and a local woman of Bugis descent, Dona Elena Vessiva (Hong et al., 2025: 236). The existence of these groups illustrates how Christianization could occur through the family institution, with Christianity being inherited and practiced by the next generation

3.3 The role of St. Francis Xavier

The development of missionary activity in Malacca was further reinforced through the role of missionaries, particularly St. Francis Xavier. His arrival in Malacca marked a new phase in the spread of Christianity that was more organized and systematic. In his letters, St. Francis Xavier described Malacca as an important hub within the Jesuit mission network in Asia (Schurhammer, 1980). From this base, he planned and carried out efforts to spread the religion to other regions such as India and Japan. This shows that Malacca was not only a Portuguese administrative center but also functioned as a strategic base for the dissemination of Christianity across Asia (Pinto, 2012).

St. Francis Xavier’s role in the missionary activities in Malacca was a key factor in the rapid growth of Christianity in the region. His arrival in September 1545 marked a new phase in the organized and structured propagation of the faith. As an influential Catholic missionary, his connection to Malacca was significant because the city consistently served as a strategic

stopover in his missionary journeys to regions such as the Maluku Islands (1545–1547), Japan (1550–1552), and China (1552) (Teixeira, 1961). This indicates that Malacca was not only a Portuguese administrative center but also an important base within the Catholic mission network in Asia.

During his time in Malacca, St. Francis Xavier carried out his missionary activities with great dedication. He delivered sermons to the local community every Sunday and spent at least one hour each day teaching children basic Christian prayers. Moreover, he used the hospital as his residence, where he heard confessions, celebrated Mass, and administered communion to the sick (Schurhammer, 1980: 23-24). This approach demonstrates that the spread of Christianity was not only through preaching but also through social interaction and charitable work, making the religion more accessible in daily life.

However, his missionary work was not without challenges, particularly in terms of language. This barrier was addressed through his efforts to translate the catechism from Latin into a language more understandable to the local community (Schurhammer, 1980: 31). This action demonstrates his awareness of the importance of cultural adaptation in religious propagation. In this context, it can be seen that missionary activities in Malacca were not solely enforced but involved efforts to align religious teachings with the realities of local society.

Malacca's role as a center of missionary activity is also evident when St. Francis Xavier sent several Japanese individuals to Malacca for baptism (Schurhammer, 1980). This reflects his confidence in the church institutions in Malacca to provide education and support for new converts. Additionally, the grand celebrations organized by the Portuguese administration in Malacca to commemorate his missionary successes in Japan indicate that missionary activities were regarded as significant achievements, not only from a religious perspective but also in terms of Portuguese political prestige.

3.4 The establishment of systematic religious education

The Portuguese also intensified the effort to spread Christianity in Malacca through education, emphasizing a systematic and organized approach. In September 1545, St. Francis Xavier made his first visit to Malacca during his journey to the Maluku Islands, staying for three months and using the city as a strategic base for his missionary activities in Asia (Schurhammer, 1980). His repeated presence in Malacca, along with his active involvement in activities at the small chapel, left a profound impact on the development of Christianity in the city, establishing Malacca as an important centre for Christian education and dissemination (Teixeira, 1961).

In formal efforts, Francis Xavier planned the establishment of a Jesuit school within the fortress, which became the first educational institution to offer systematic learning to the local community. In 1548, he sent Fathers Francisco Peres and Roque de Oliveira to set up this school (Teixeira, 1961: 299). Oliveira encouraged local participation by ringing a small bell and inviting children, servants, and their slaves to attend lessons for free. Within a few days, 180 students enrolled, demonstrating the community's acceptance of Christian education (Teixeira, 1961: 304). The school was later named St. Paul's College and relocated to the top of St. Paul's Hill, near the small chapel and the Cathedral of Our Lady of the Assumption, to provide a suitable learning environment close to the main church institutions (Pinto, 2012).

Classes at St. Paul's College were not only focused on academic instruction but also emphasized systematic religious education. Students gathered in the morning and evening to learn Christian doctrine under Peres, while Oliveira taught other subjects. Beyond classroom instruction, students were involved in religious activities such as singing hymns and attending funerals, allowing children to practice Christian teachings in daily life (Schurhammer, 1980). This demonstrates that the Jesuit educational approach aimed not only at intellectual development but also at strengthening faith and religious understanding in a practical manner. Furthermore, Francis Xavier's use of the Malay language to teach the Catechism reflects cultural adaptation and an awareness of local needs (Teixeira, 1961). This step allowed Christian teachings to be understood by Malay children, including those of Muslim background, thereby broadening the reach of missionary work in Malacca. This achievement becomes even more significant considering the very small Portuguese population—no more than 100 individuals in the 1580s—yet the school was able to attract nearly 200 students, highlighting the role of education as a primary medium for spreading Christianity (Pinto, 2012).

3.5 The regulation of religious practices

Throughout the Portuguese rule in Malacca, religious practice was systematically and meticulously regulated. The administrative center of the Catholic Church was concentrated at the Cathedral of Our Lady of the Assumption, which played a central role in overseeing religious activities across the city (Pinto, 2012). The cathedral served as the main center for administering key sacraments such as christening, confirmation, eucharist or communion, penance, unction, and marriage.

In terms of infrastructure, churches in Malacca were equipped with traditional Roman elements such as bells and organs, features common to every church, monastery, and chapel (Teixeira, 1961). This organized administrative structure was not only intended to maintain the sanctity

of worship but also to ensure consistent spiritual development among adherents. The strict oversight reflected the Portuguese desire to guarantee that Catholic teachings were properly disseminated and practiced in their colony, thereby strengthening colonial influence through religion.

The year 1558 marked an important event in the history of Christianity in Malacca when the city was declared a diocese (Abd Rahman, 1998: 9). This elevation in status indicated that Malacca was considered a strategic location in the mission to spread Catholicism in Southeast Asia. Government support for church administration was also evident through the payment of salaries to cathedral staff and financial assistance to missionaries (Boxer, 1969). This demonstrates that the Portuguese government not only emphasized ritual and sacramental aspects but also ensured the stability and smooth functioning of religious administration through material support and formal structures.

With systematic control, a clear hierarchy, and government backing, religious management in Malacca functioned not only as a spiritual authority but also as a political mechanism to maintain Portuguese influence over the local population. This shows that the regulation of religious activities in Malacca represented an integrated approach, combining religious, social, and political dimensions in the process of Christianization in the colony.

4. CONCLUSION

To conclude, the Portuguese Catholic Christian missionary activities in Malacca was a systematically planned mission that integrated religious, military, and social strategies. The "Crusading Spirit" acted as a primary catalyst, transforming the city into a strategic hub for the Jesuit mission network. However, the success of this missionary effort was largely demographic-specific; while the Portuguese were effective in converting local Hindus, the Chinese community, and the slave population, their efforts remained largely unsuccessful in converting the Malay-Muslim population.

Despite this limitation, the impact of the Portuguese era remains deeply embedded in Malacca's cultural and physical landscape to this day. The most enduring social legacy is the emergence of the Serani or Kristang community, a distinct Eurasian group that resulted from the *casados* (intermarriage) policy and continues to practice Portuguese-influenced traditions and language. Furthermore, the physical heritage of this mission is still visible through significant historical artifacts, such as the ruins of St. Paul's Church on the hill and the statue of St. Francis Xavier, which stand as a testament to Malacca's historical role as a center for Christian dissemination in Asia. While the religious map of the region did not shift entirely, the Portuguese managed to

carve out a permanent cultural and religious niche that defines Malacca's unique identity in the modern era.

REFERENCES

- Abd Rahman, M. I. (1998). *Gerakan Agama Kristian di Malaysia*. Yayasan Islam Terengganu.
- Adil, H. B. (1973). *Sejarah Melaka: Dalam zaman kerajaan melayu*. Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Albuquerque, A. & Birch, W. G. (Eds.). (1875) *The Commentaries of the Great Afonso Dalboquerque*. Hakluyt Society.
- Andaya, B. W. (2017). Glocalization and the marketing of Christianity in early modern Southeast Asia. *Religions*, 8(1), 1-15.
- Aydınlı, O., & Mohd Azam, A. B. (2021). Malaka Sultanlığı Döneminde Malaka Şehri ve Malay Yarımadası'nın İslamlaşmasındaki Rolü. *Sakarya Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi*, 23(43), 133-164.
- Boxer, C. R. (1969). *The Portuguese seaborne empire, 1415–1825*. Hutchinson.
- Denton, A. B. (2012). The Quest for Prester John. *Vexillum* 2, 203-219.
- Göksoy, İ. H. (1995). Malezya'da İslamiyet. *Süleyman Demirel Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi* 2, 193-252.
- Hong, T. Y., Mohd Noor, A., & Ngadiran, S. N. A. (2025). Misi Penyebaran Agama Kristian Terhadap Komuniti Islam pada Era Penjajahan Portugis di Melaka, 1511–1641 : Christian Religious Mission towards the Muslim Community during the Portuguese Colonial Era in Malacca, 1511–1641. *Journal of Al-Tamaddun*, 20(1), 227–243.
- Kamal, M. K. H. & Arshad, I. S. M. R. (2022). Religious Factor as the Main Mission for Portuguese Advent to the East According to The Commentaries of the Great Afonso D'albuquerque Second Viceroy of India. *International Journal of West Asian Studies* 14, 224-236.
- Pintado, M. J. (2012). *Portuguese Documents on Malacca from 1509-1511*. National Archives of Malaysia.
- Pinto, P. J. S. (2012). *The Portuguese and the Straits of Melaka, 1575-1619: Power, Trade, and Diplomacy*. National University of Singapore Press.
- Pires, T. & Cortesão, A. (Eds.). (1944). *The Suma Oriental of Tomé Pires*. Hakluyt Society.
- Schurhammer, G. (1980). *Francis Xavier: His Life, His Times*. The Jesuit Historical Institute.
- Teixeira, M. (1961). *The Portuguese Missions in Malacca and Singapore (1511-1958)*. Agencia Geral Do Ultramar.

ALMANYA VE FRANSA'NIN ARNAVUTLUK'A YÖNELİK SİYASİ MÜDAHALELERİ VE DİPLOMATİK ETKİLERİ

Gentrit SMAKAJ

Dr. Priştine Üniversitesi, Felsefe Fakültesi, Tarih Bölümü

ORCID: 0000-0002-5457-0100

ÖZET

XIX. yüzyılın sonları ve 20. yüzyılın başlarında Balkanlar'daki siyasi gelişmeler, büyük güçlerin bölge üzerindeki rekabetini yoğunlaştırmış ve Arnavutluk meselesini uluslararası politikanın önemli konularından biri haline getirmiştir. Bu süreçte Almanya ve Fransa'nın Arnavutluk'a yönelik politikaları, Osmanlı İmparatorluğu'nun Balkanlardaki geleceği ve bölgesel güç dengeleri çerçevesinde şekillenmiştir. Almanya'nın Balkan politikası büyük ölçüde Avusturya-Macaristan'ın çıkarlarıyla uyumlu bir şekilde gelişmiş ve özellikle Arnavutluk meselesinde Avusturya'yı destekleyen bir tutum benimsemiştir. Buna karşılık Fransa'nın Osmanlı Devleti ile ilişkileri çoğunlukla mali çıkarlar üzerinden yürütülmüş, Balkan politikasında ise zaman zaman Yunanistan ve Rusya ile uyumlu bir çizgi izlemiştir. Büyük güçlerin Balkanlar'daki nüfuz mücadelesi, Arnavutluk üzerindeki siyasi ve diplomatik gelişmeleri doğrudan etkilemiştir. Bu çalışma, Almanya ve Fransa'nın Arnavutluk'a yönelik politik müdahalelerini ve bu politikaların bölgedeki diplomatik dengeler üzerindeki etkilerini incelemeyi amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Arnavutluk, Almanya, Fransa, Balkanlar, Büyük Güçler, Osmanlı İmparatorluğu, Diplomasi, Siyasi Müdahale, Bölgesel Güç Dengesi.

POLITICAL INTERVENTIONS AND DIPLOMATIC IMPACTS OF GERMANY AND FRANCE ON ALBANIA

ABSTRACT

In the late nineteenth and early twentieth centuries, political developments in the Balkans intensified the rivalry among the Great Powers and turned the Albanian question into one of the significant issues of international politics. During this period, the policies of Germany and France toward Albania were shaped within the framework of the future of the Ottoman Empire in the Balkans and the regional balance of power. Germany's Balkan policy largely developed in accordance with the interests of Austria-Hungary and generally supported Austrian positions, particularly in matters related to Albania. In contrast, France's relations with the Ottoman Empire were mostly based on financial interests, while in Balkan affairs it occasionally

followed a policy aligned with Greece and Russia. The struggle for influence among the Great Powers in the Balkans directly affected political and diplomatic developments concerning Albania. This study aims to examine the political interventions of Germany and France in Albania and the impact of these policies on the diplomatic balance in the region.

Keywords: Albania, Germany, France, Balkans, Great Powers, Ottoman Empire, Diplomacy, Political Intervention, Regional Balance of Power.

DARIUŞ MEHRCUI'NİN *PERİ* FİLMİNDE KAYNAK METİNLERİ VE SAHNELERLE İLİŞKİSİ

İpek ŞENGÜL

Karabuk University, Faculty of Theology, Department of Basic Islamic Sciences,
78050 Merkez, Karabuk

ORCID: 0000-0002-3886-2015

ÖZET

Dariusş Mehrcui'nin *Peri* (1996) filmi; edebî uyarlama, kültürlerarası etkileşim ve ruhsal arayış temalarının kesişiminde yer alan önemli bir sinema örneği olarak değerlendirilebilir. Film, J. D. Salinger'ın özellikle *Franny* (1955) ve *Zooey* (1957) adlı hikâyelerinden esinlenmekte, bununla birlikte *A Perfect Day for Bananafish* (1948) öyküsünden de bazı tematik unsurlar ödünç almaktadır. Mehrcui, Salinger'ın metinlerinde yer alan karakterleri ve anlatı yapılarını İran irfan geleneği bağlamına uyarlayarak yeniden yorumlamış; Franny karakterini Peri'ye, Zooey'i Dadaşı'ye, Buddy'yi Sefa'ya ve Seymour'u Esed karakterine dönüştürmüştür. Bu dönüşüm sürecinde film, bireyin varoluşsal ve ruhsal arayışını merkeze alan anlatıyı İran toplumunun toplumsal, kültürel ve politik gerçeklikleriyle ilişkilendirmektedir.

Filmin önemli bir diğer boyutu, farklı mistik gelenekler arasında kurduğu düşünsel bağlantıdır. Salinger'ın metinlerinde yer alan ve Hristiyan mistisizmine dayanan *The Way of a Pilgrim and The Pilgrim Continues His Way* metni, filmde tasavvufî sülûk ve zikir anlayışıyla ilişkilendirilerek yeniden yorumlanmıştır. Böylece film, Doğu ve Batı mistik geleneklerini bir araya getiren kültürlerarası bir ruhsal arayış anlatısı ortaya koymaktadır. Ayrıca filmde bazı sahnelerde Budizm ve Vedanta düşüncesine yapılan göndermeler, filmin metafizik tartışma alanını genişletmektedir.

Öte yandan *Peri*, yalnızca edebî bir uyarlama olarak değil, aynı zamanda İran'ın İran-İrak Savaşı sonrası toplumsal atmosferini yansıtan bir yapıt olarak da okunabilir. Bu bağlamda filmin anlatı yapısında ve görsel sembolizmde sansür koşullarının belirleyici bir rol oynadığı görülmektedir. Mehrcui, bu sınırlamaları yaratıcı bir anlatım stratejisine dönüştürerek sembolik sahneler ve dolaylı anlatım biçimleri geliştirmiştir. Bu yönüyle *Peri*, edebiyat, mistisizm ve sinema arasındaki etkileşimi çok katmanlı bir biçimde yansıtan önemli bir uyarlama örneği olarak öne çıkmaktadır.

Anahtar Kelimeler: *Peri* filmi, J. D. Salinger, edebî uyarlama, tasavvuf ve mistisizm, İran sineması

THE RELATIONSHIP BETWEEN SOURCE TEXTS AND SCENES IN DARIUSH MEHRCUI'S FILM *PERI*

ABSTRACT

Dariussh Mehrjui's *Pari* (1996) can be considered a significant cinematic example situated at the intersection of literary adaptation, intercultural interaction, and spiritual quest. The film draws primarily on J. D. Salinger's short stories *Franny* (1955) and *Zooey* (1957), while also incorporating certain thematic elements from *A Perfect Day for Bananafish* (1948). Mehrjui reinterprets Salinger's narrative structure and characters within the cultural context of Iran, transforming Franny into Pari, Zooey into Dadaşı, Buddy into Safa, and Seymour into Asad. Through this transformation, the film recontextualizes the theme of existential and spiritual search by situating it within the social and cultural realities of Iranian society.

Another important dimension of the film lies in the intellectual connections it establishes between different mystical traditions. The text *The Way of a Pilgrim and The Pilgrim Continues His Way*, which appears in Salinger's works and is rooted in Christian mysticism, is reinterpreted in the film through its association with the Sufi concepts of *suluk* (spiritual path) and *dhikr* (remembrance). In this way, the film constructs an intercultural narrative of spiritual quest that bridges Eastern and Western mystical traditions. Furthermore, references in some scenes in the film to Buddhism and Vedanta philosophy broaden the metaphysical scope of the film's thematic framework.

At the same time, *Pari* can be read not only as a literary adaptation but also as a reflection of the social atmosphere of post-Iran-Iraq War Iran. The film's narrative structure and visual symbolism reveal the significant influence of censorship conditions on cinematic representation. Mehrjui transforms these restrictions into a creative narrative strategy by employing symbolic imagery and indirect modes of storytelling. In this respect, *Pari* stands out as an important example of adaptation that reflects the multilayered interaction between literature, mysticism, and cinema.

Keywords: *Pari* film, J. D. Salinger, literary adaptation, Sufism and mysticism, Iranian cinema

1. GİRİŞ

On Üçüncü Uluslararası Fecr Film Festivali'nde gösterilen *Peri* (Mehrcui, 1995) filmi, Mehrcui'nin irfan ve dini temaları ele aldığı "Üçleme"sinin bir parçasıdır. Üçlemenin diğer filmlerinin *Hamun* (1990) ve *Sara* (1993) olduğu ifade edilmektedir (Esfendiyari, 1392/2013, p. 42). Yönetmen Mehrcui edebi uyarlama niteliğindeki bu filmde Peri, Dadaşı, Esed ve Sefa karakterleri üzerinden kültürlerarası etkileşim ve ruhsal arayış temalarını İran irfan geleneği ile

harmanlayarak izleyiciye sunmuştur. Filmin kaynak metinleri ve sahnelerle ilişkisi şu şekilde ele alınabilir:

2. PERİ FİLMİNİN KAYNAK METİNLERİ VE SAHNELERLE İLİŞKİSİ

2.1. J.D. Salinger: Üç Hikâye

Filmin temel edebi kaynağı Salinger'ın eserleridir. Mehrcui ağırlıklı olarak *Franny* (Salinger, 1964) ve *Zooey* (Salinger, 1964) hikâyelerini temel almış, bunların yanı sıra *A Perfect Day for Bananafish* (Salinger, 1948) adlı hikâyeden de kısmi olarak yararlanmıştır (The Film Sufi, 2013).

Salinger'dan Mehrcui'ye geçişte karakterler şu şekilde aktarılmıştır: Franny → Peri (Niki Karimi), Zooey → Dadaşı (Ali Mosaffa), Buddy → Sefa (Khosro Shakibai), Seymour → Esed (Khosro Shakibai) (The Film Sufi, 2013).

Salinger'ın orijinalinde Franny, New Haven'daki bir restoranda nişanlısı Lane'in karşısında oturur, hemen hemen yemediği bir sandviğin önünde ona okuduğu kitabı anlatır: *The Way of a Pilgrim* - Rusya'da dolaşan ve İsa Duası'nı mantra gibi tekrarlayarak ruhsal huzura erişen bir keşişin hikâyesi - Mehrjui'nin uyarlamasında Peri aynı şeyi nişanlısına anlatır (Oldershausen, 2018).

Bu sahne yönetmenin doğrudan aktardığı sahneye örnek olarak gösterilebilir. Bu sahne, filmin hem Salinger'a en sadık noktalarından biri hem de iki kültürün ruhsal arayış anlayışını kesiştirdiği en kritik andır.

2.2. The Way of a Pilgrim (19. yy. Rus Mistik Metni)

Bu kaynak, Salinger aracılığıyla filme taşınan ikincil ama son derece önemli bir metindir. Peri'nin kitabı — filmde *Sülûk* [Tasavvufta Ruhsal Gelişimin Yolu] adını taşır — Franny'nin *The Way of a Pilgrim*'e (Anonim Yazar, 2013) olan takıntısının doğrudan karşılığıdır. Her iki kitabın protagonist de sürekli tekrarlanan bir dua ya da zikir aracılığıyla ruhsal dönüşüm yaşar (Zohadi, 2013).



Şekil 1: *Peri* filminde *Suluk* isimli kitap (sahne: 00:26:49 (Mehrcui, 1995))

Filmde yukarıda görüldüğü şekilde Peri'nin sürekli olarak yanında taşıdığı ve okuduğu *Suluk* isimli yeşil renkte bir kitap vardır. Filmde Peri'nin söylediği üzere bu kitap hicri beşinci yüzyıl Horasan ariflerinden birine aittir ve müellifi belli değildir. Peri; bu kitaba göre sâlikin suluk yolunda hakikate ulaşabilmesi için sürekli olarak zikir halinde olması gerektiğini nişanlısı Mansur'a söyler (sahne: 00:32:12 (Mehrcui, 1995)). Bu anlamda Peri'nin filmin başından beri kitapta yazılan zikirleri tekrar ettiğini ve bu şekilde ilahi hakikatlerin kendinde tecelli etmesi için çabaladığı görülmektedir.

Sahneyle ilişkisi: Aşağıda filminden alınan karede görüldüğü üzere Peri'nin kitabı sıkıca kavradığı, dudaklarının sessizce kıpırdadığı sahneler (00:01:32 (Mehrcui, 1995)) hem Rus keşişin yürüyüşünü hem de tasavvufi zikri aynı anda görselleştirir. Mehrcui bu ikili referansı bilinçli bir "kültürler arası köprü" olarak kurar.



Şekil 2: *Peri* filminde Peri'nin *Süluk* kitabını okuyarak zikir yapması (sahne: 00:01:35 (Mehrcui, 1995))

Peri filminde yönetmenin İran tasavvuf edebiyatında önemli bir yere sahip olan mutasavvıf şairlerden de istifade ettiği görülmektedir. Örneğin filmde her zamanki yaşam tarzından uzaklaşan Peri'nin taleb vadisine girdiği ve kendini kaybeden birinin kurtuluş yolunu araması ve böylece irfani bir sükunete varması gibi bir arayış içinde olduğu görülmektedir. Yönetmen, Peri'nin ruh halinin bu kısmını iki şekilde göstermektedir. Birinci şekilde aşağıda görüldüğü üzere Peri sınıfta öğrenciler gelmeden tahtaya bir kısmı Attar'a ait bazı irfani cümleler yazmakta ve aşağıda verdiğimiz bu ifadelerden de anlaşılacağı üzere bunlar tâlib olan bir kişinin talebini ya da arayan bir kişinin arayışını ifade etmektedir;



Şekil 3: *Peri* filminde Peri'nin tahtaya yazı yazarak zikir yapması (sahne: 00:06:04 (Mehrcui, 1995))

سالک فکرت ز درد این طلب

می نیاساید زمانی روز و شب

میدود تا تن کند با جان بدل

در رساند تن بجان پیش از اجل

“Düşünce yolcusu bu isteğin acısıyla,

Gündüz ve gece bir an bile dinlenmez.

Koşar ki bedeni ruhla değiştirsin,

Ve bedeni ruhla ölümden önce buluştursun” (<https://ganjoor.net/attar/mosibatname/>)

Diğer bir sahnede Peri, Mansur ile bir resturana gitmektedir. Oturur oturmaz Peri kendinden geçmiş bir halde bazı şairlerin şiirlerindeki anlam yoksunluğuna vurgu yapmakta ve bunları eleştirmektedir (sahne: 0023:57 (Mehrcui, 1995). Bunu yaparken de Attar’ın *Tezkiretü’l-evliya* adlı eserinden şu alıntıyı kullanmaktadır;

سخن ایشان نتیجه کار و حال است نه ثمره حفظ و قال، و از عیان است نه از بیان، و از اسرار است نه از تکرار، و از علم لدنی "

"...است نه از علم کسبی، و از جوشیدن است نه از کوشیدن

"Sözleri, ezber ve lafın sonucu değil, iş ve halin neticesidir; açıklamadan değil, aşıkârdan gelir; tekrar değil, sırdan kaynaklanır; kazanılan bilgiden değil, doğrudan ilahî bilgiden gelir; çabalamaktan değil, içten gelen bir coşkudan doğar." (Attar, 1905, p. 198)

Yine filmde yemek yedikleri restoranda Peri yüzünü yıkamak için gitmekte ve burada aynaya baktığında Şeyh’inin suretini görmektedir (sahne: 00:27:40 (Mehrcui, 1995). Bu durumda iken Şeyh’i ona halvet halinde yapacağı zikir hakkında şunları fısıldamaktadır; *“Ebu’l-Kasım Bîşr-i Yasin’in¹ Ebu Seleme’ye öğrettiği zikir. “Ey oğul, Tanrı ile konuşmak ister misin?” dedi. Neden istemeyeyim, dedim. O da şöyle dedi; “Halvette olduğun her anda şunu söyle ve daha fazlasını söyleme;*

¹ Horasan alim ve ariflerinden olan Ebu’l-Kasım Bîşr-i Yasin Hicri 4. Yüzyılda yaşamıştır. Ebu Said Ebu’l-Hayr, mutasavvıf şair Ebü’l-Kâsım Bîşr-i Yâsîn’in derslerine devam edip dil ve edebiyat ilimlerinde ondan faydalanmış, şiir ve tasavvuf anlayışından da etkilenmiştir Yazıcı (1994, p. 220).

من بی تو دمی قرار نتوانم کرد

احسان ترا شمار نتوانم کرد

گر بر تن من زفان شود هر مویی

یک شکر تو از هزار نتوانم کرد

Ben sensiz bir an bile huzur bulamam,

İhsanını saymak mümkün değil,

Eğer bedenimdeki her tüy bir dil olsaydı,

Bir şükürünü bile binlerce kez dile getiremezdim.” (<https://ganjoor.net/abusaeed/robaee-aa/sh211>).

Burada Şeyh'in dilinden duyulan şiir Ebu Said Ebu'l-Hayr'a atfedilmektedir. Şeyh'inin, Peri'ye halvet halinde nasıl zikir yapacağını Ebu Said Ebu'l-Hayr ile onun şeyhi Ebu'l-Kasım Bişr-i Yasin arasında geçen diyalog ile anlattığı görülmektedir.

2.3. Salinger'ın *A Perfect Day for Bananafish* Hikâyesi

Esed karakterinin ormanda evini yakarak intihar etmesi, Seymour Glass'ın trajik ölümünün İranlaştırılmış versiyonudur. Bu ölüm hem Franny/Pari hem de Zooey/Dadaşi üzerinde derin iz bırakmıştır. Balıkların ışığa doğru atlayıp sahilde can verdiği "ışık âşıkları" metaforu, Peri'nin ruhsal çalkantısının simgesi haline gelir (The Film Sufi, 2013).

Sahneyle ilişkisi: Bu metafor, aşağıda görseli verilen ve filmin kapanış imgesi olan “*Kûze be ser-hâ*” [başlarında testi taşıyanlar hatırına] metaforu ile doruğa ulaşır. Mehrcui bu merak uyandırıcı metaforu, Salinger'da yalnızca geçici bir düşünce olarak yer aldığı halde, filmin son imgesi olarak öne çıkarır. Ona göre bu metafor; hayatın ebedi gizemlerini kabullenmenin ve nihayetinde kucaklamanın simgesidir (The Film Sufi, 2013).



Şekil 4: *Peri* filminde *Kûze be ser-ha* [başlarında testi taşıyanlar hatırına] metaforu (sahne: 01:50:49 (Mehrcui, 1995))

2.4. İran-İrak Savaşı Sonrası Toplumsal Bağlam

Salinger'ın 2. Dünya Savaşı sonrası Amerika'sına ilişkin gözlemleri, Mehrcui tarafından bilinçli olarak İran'ın savaş sonrası atmosferine aktarılmıştır.

Mehrcui'nin Zooey karşılığı olan Dadaşi karakteri, filmin büyük bölümünde silah taşıyan bir asker kılığındadır (sahne: 01:50:30). Bu da yakın geçmişin ayık bir hatırlatıcısı olarak değerlendirilebilir. Mehrcui'nin bu filmi, Salinger'ın savaş sonrası anlatılarını İran-İrak Savaşı'nın travmasını henüz üzerinden atamamış bir İran'a yansıtmaktadır (Oldershausen, 2018).

2.5. Sansürün Dönüştürücü Rolü: Kaynak Metni Yeniden Yazan Kısıtlamalar

Kaynak metin kadar önemli bir etken de İslami sansür rejimidir. Mehrcui, İslami rejimin iffet kuralları nedeniyle Zooey karakterini küvette gösteremezdi; bu yüzden su ve suyun altında kalma sembolizmini başka yerlere taşıdı. Film, Peri'nin sınıf arkadaşları tarafından suyun altına itildiği sulak bir rüya sahnesiyle açılır (sahne: 00:00:56 (Mehrcui, 1995)). Kitapta Franny bu rüyayı yalnızca kısaca anar, ancak filmde bu sahne tüm tonu belirler ve bulanık su sembolü boyunca tekrar eder (Oldershausen, 2018).

Salinger'ın metninde Franny ile Lane bir ilişki içindedir ancak evlilik planından söz edilmez. İran rejiminin sansür düzenlemeleri nedeniyle evlilik öncesi ilişkiler neredeyse hiç gösterilmediğinden, Mehrcui bu ilişkiyi nişanlılığa dönüştürmek zorunda kalmıştır (Zohadi, 2013).

2.6. Budizm ve Vedanta Felsefesi

Dadaşi, Peri'ye İslam, İsa, Buda ve Ramakrişna'yı (Brahmanik bir figür) bir arada tartışır. Mehrcui'nin İslami dünyaya göndermeler yapma kararı hem akıllıca hem de yerindedir: İslam doktrinin İran sinemasını yönettiği bir dönemde filmin onay alması için karakterleri, temaları ve görsel temsilleri İslami inançlarla ilişkilendirmesi gerekiyordu (Zohadi, 2013).

Sahneyle ilişkisi: Peri'nin üçüncü kardeşi Dadaşi'nin tekrarladığı şu cümle bu karşılaşmanın özünü özetler: "Yapmanın tek dini yolu, ödül ya da başkalarının onayı umuduyla değil, yaşamak için yaşamaktır." (sahne: 01:50:50 (Mehrcui, 1995) Bu anlayış hem Budizm'in anlık yaşam öğretisiyle hem de Sufizm'in ihlâs ilkesiyle örtüşür (Zohadi, 2013).

3. SONUÇ

Peri filminde yönetmen Mehrcui kaynakları tek boyutlu bir uyarlama mantığıyla değil, birbirini besleyen katmanlar halinde kullanır. Film; farklı kültürel ve düşünsel kaynakların sinemasal bir anlatı içinde yeniden yorumlanmasının dikkat çekici örneklerinden birini sunmaktadır. Film, J. D. Salinger'ın özellikle *Franny* ve *Zooey* hikâyelerinden hareket etmekle birlikte, bu metinleri doğrudan bir uyarlama olarak tekrar etmek yerine onları İran'ın kültürel, toplumsal ve dinsel bağlamı içinde dönüştüren yaratıcı bir yeniden yazım niteliği taşımaktadır. Karakter dönüşümleri, sahne uyarlamaları ve anlatı yapısındaki değişiklikler, Salinger'ın varoluşsal ve ruhsal arayış temasının İran sinemasının estetik ve düşünsel kodlarıyla bütünleştirildiğini göstermektedir. Buna göre filmin kaynakları, bu kaynakların işlevi ve filmdeki tezahürleri hakkında şöyle bir sonuca varılmaktadır;

Kaynak	İşlev	Filmde Tezahürü
Salinger'ın hikayeleri	Anlatı iskeleti	Çoğu sahne
<i>The Way of a Pilgrim</i>	Ruhsal arayışın yöntemi	<i>Sülûk</i> kitabı ve zikir sahneleri
İslam tasavvufu	Kültürel dönüşüm	Peri'nin iç yolculuğu
Budizm/Vedanta	Evrensel boyut	Dadaşi'nin monologları
İran-Irak Savaşı	Tarihsel zemin	Dadaşi'nin asker kostümü, kapanış sahnesi
Sansür kısıtlamaları	Biçimsel dönüşüm	Su sembolizmi, nişanlılık ilişkisi

Mehrjui'nin en özgün katkısı; sansürü bir engel olarak değil, yaratıcı bir dönüşüm aracı olarak kullanmış ve Salinger'ın Batılı varoluş bunalımını, İran'ın kendine özgü ruhsal ve siyasal gerçekliğiyle yeniden yazmış olmasıdır.

KAYNAKÇA

Anonim Yazar. (2013). *The Way of a Pilgrim and The Pilgrim Continues His Way* (O. Savin, Trans.). Shambala Classics.

Attar, F. (1905). *Fariduddin Attar's Tadhkiratu'l-Awliya*. Librairie et. Imprimerie.

Esfendiyari, A. (1392/2013). Mururi ber Si Sal-i Tecrübe-i Sinema-yı İran: Behşi Dovvom: Dehe-i Heftad. *Tasvirnâme*, 6(2), 40–57.

The Film Sufi. (2013). “Pari” - Dariush Mehrjui (1995). <http://www.filmsufi.com/2013/05/pari-dariush-mehrjui-1995.html>

<https://ganjoor.net/abusaeed/robaee-aa/sh211>. <https://ganjoor.net/abusaeed/robaee-aa/sh211>

<https://ganjoor.net/attar/mosibatname/>. <https://ganjoor.net/attar/mosibatname/mbkhsh0/sh33>

Mehrcui, D. (Director). (1995). *Peri* (<https://www.youtube.com/watch?v=q7Lq-SEc6II>).

Oldershausen, S. v. (2018). *Franny and Zooey in Iran*. <https://www.theparisreview.org/blog/2018/04/05/franny-and-zooey-in-iran/>

Salinger, J. (1948). *A Perfect Day for Bananafish*. *The New Yorker*.

Salinger, J. (1964). *Franny and Zooey*. Penguin Books.

Yazıcı, T. (1994). *TDV İslam Ansiklopedisi: Vol. 10. Ebû Saîd-i Ebû'l-Hayr*.

Zohadi, T. (2013). *REMEMBERING SALINGER’S FRANNY AND ZOOEY THROUGH PARI AND THE ROYAL TENENBAUMS*. College of Arts and Sciences, Columbia.

**SAEED ROUSTAYI'NİN LEYLA'NIN KARDEŞLERİ FİLMİNDE
ZÂHİR VE BÂTIN DİYALEKTİĞİ: TASAVVUFİ PERSPEKTİFTEN SİNEMASAL
BİR OKUMA**

İpek ŞENGÜL

Karabuk University, Faculty of Theology, Department of Basic Islamic Sciences,
78050 Merkez, Karabuk

ORCID: 0000-0002-3886-2015

ÖZET

Tasavvuf, dinî ilimleri biri zâhir diğeri bâtın olmak üzere ikiye ayıran ve bu ayırım üzerinden insanın hakikate ulaşma yolculuğunu irdeleyen bir düşünce geleneğidir. Mutasavvıflara göre hadis, fıkıh ve kelâm gibi disiplinler zâhir ilmini; tasavvuf ise bâtın ilmini temsil etmekte; gerçek anlamda manevî dönüşüm ancak bâtın boyutunun kavranmasıyla mümkün olmaktadır (Uludağ, 1992). Bu bağlamda zâhir ile bâtın arasındaki gerilim, yalnızca bireysel iç dünyayla sınırlı kalmayıp aile yapılarında, toplumsal normlarda ve otorite ilişkilerinde de kendini göstermektedir. İranlı yönetmen Saeed Roustayi'nin 2022 yapımı Leyla'nın Kardeşleri (Beraderan-e Leila) adlı filmi, bu ikiliğin sinemasal düzlemde temsil edildiği çağdaş anlatılardan biri olarak değerlendirilebilir.

Filmde geleneksel bir otorite figürü olarak çizilen baba karakteri, dışarıdan bakıldığında aile reisi ve değer taşıyıcısı görünümü sergilemektedir; ancak bu zâhirî görünüm, onun hırs, kibir ve dünyevî tutkulara olan bağlılığıyla sürekli çelişmektedir. Buna karşılık Leyla karakteri, zâhirî düzlemde ailede en az yetkiye sahip figür olmasına karşın, bâtınî düzlemde ailenin gerçekliğini kavrayan ve onu ayakta tutmaya çalışan bir bilinç taşıyıcısı olarak işlev görmektedir.

Anahtar Kelimeler: Bâtın, Zâhir, Tasavvuf, İran Sineması, Saeed Roustayi, Leyla'nın Kardeşleri

**THE DIALECTIC OF THE OUTWARD AND THE INWARD IN SAEED
ROUSSEAU'S LAYLA'S BROTHERS: A CINEMATIC READING FROM A SUFI
PERSPECTIVE**

ABSTRACT

Sufism is a tradition of thought that divides the religious sciences into two categories—zâhir (outer) and bâtın (inner)—and examines the human journey toward truth through this distinction. According to Sufis, disciplines such as hadith, fiqh, and kalâm represent the outer knowledge, while Sufism embodies the inner knowledge; true spiritual transformation becomes possible only through grasping this inner dimension (Uludağ, 1992). In this context, the tension

between the outer and the inner is not limited to the individual's inner world but also manifests itself in family structures, social norms, and relations of authority. The 2022 film *Leila's Brothers* (*Barādarān-e Leila*) by Iranian director Saeed Roustayi can be considered one of the contemporary narratives in which this duality is represented on a cinematic level.

In the film, the father character, portrayed as a traditional figure of authority, appears outwardly as the head of the family and a bearer of values; however, this outward image constantly contradicts his attachment to ambition, pride, and worldly desires. In contrast, although the character of Leila seems to hold the least authority within the family on the outer level, on the inner level she functions as a bearer of consciousness who grasps the family's reality and strives to hold it together.

Keywords: Bâtin (Inner), Zâhir (Outer), Sufism, Iranian Cinema, Saeed Roustayi, Leila's Brothers

1. GİRİŞ

Tasavvuf geleneğinde dinî ilimler zâhir ve bâtin olmak üzere iki ana kategori altında ele alınmaktadır. Mutasavvıflar hadis, fıkıh ve kelâm gibi zâhirî ilimlerle meşgul olanları ehl-i zâhir olarak nitelendirirken, tasavvufu bâtin ilminin alanı saymış ve bâtin ilminin gizli hakikatleri konu alarak insanı manevî kurtuluşa ulaştırdığını ileri sürmüşlerdir (Uludağ, 1992). Bu çerçevede zâhir, görünür olanı, dışsal biçimi ve şeriatın literal katmanını tanımlarken; bâtin, görünmez olanı ve hakikatin derûnî boyutunu simgelemektedir.

Gazzâlî zâhir ilmine kabuk (kışr), bâtin ilmine ise öz (lüb) nazarıyla bakmaktadır (Gazzali, 1939); bir başka deyişle zâhir ilmi yola, bâtin ilmi menzile ait bilgilerdir (Uludağ, 1992). Yine İbnu'l-Arabi; *Fusûsü'l-hikem*'de her bölümün başına getirdiği "hikmet" sözü ile bâtin ilmini kastetmektedir (İbnü'l-Arabi, 1980). Bu ayrım, sûfiler tarafından bireysel manevî yolculuğun ötesine taşınmış; gündelik hayatın pratiklerine, toplumsal ilişkilere ve iktidar düzenlerine de uygulanmıştır.

Sinema, bu diyalektiği işlemek için son derece elverişli bir görsel anlatı aracıdır. Bu anlamda perdede görünen ile görünmeyen, söylenen ile söylenmeyen arasındaki gerilim, film sanatının kurucu unsurlarından birini oluşturmaktadır. *Leyla'nın Kardeşleri* (Roustayi, 2022) filmi, bu açıdan ele alındığında tasavvufun zâhir ve bâtin diyalektiğiyle derin bir yapısal bağlantı içinde olduğu görülmektedir.

Bu çalışma, söz konusu filmi, tasavvufun zâhir-bâtin kavramsal çerçevesinden okumayı hedeflemektedir. Çalışmada şu sorular yanıtlanmaya çalışılacaktır: Filmin zâhir katmanında

hangi görünür çatışmalar kurulmaktadır? Bu görünür katmanın altındaki bâtin anlam ne tür sorular açığa çıkarmaktadır? Filmin biçimsel dili bu gerilimi nasıl görselleştirmektedir?

2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE: ZÂHİR VE BÂTIN

2.1. Tasavvuf Düşüncesinde Zâhir-Bâtın Ayrımı

Tasavvufi düşüncede zâhir-bâtın ayrımının kaynağı, İslam'ın ilk dönemlerine dek uzanmaktadır. Sûfiler bu ayrımı sistematik biçimde ele alarak şöyle ifade etmişlerdir: Nasların derin ve ince mânalarını, ibadetlerin manevî özünü ve varlığın arkasındaki sırları açığa çıkaran bâtin ilmi yalnızca zeki, yetenekli ve kalp gözü açık kimselere öğretilir; halka açıklanması uygun değildir, zira halk bu mânaları ya anlayamaz ya da yanlış anlar (Uludağ, 1992).

Tasavvuf hakkında pek çok tanım yapılmıştır. Bu tanımlarından birine göre tasavvuf; "zâhirde ve bâtında şeriatın edeplerini yerine getirmektir." Bu tanımda şeriatın edepleri "ilâhî ahlâk" olarak yorumlanmakta; zâhirde ve bâtında şeriata bağlılık, tasavvufî olgunluğun temel ölçütü sayılmaktadır (Öngören, 2011). Bu anlayışa göre zâhirden bâtına geçiş, zâhirin terki değil; onun daha derin ve gerçek bir kavranışıdır.

Mutasavvıflara göre bâtin ilmi, eğitim ve öğretimle edinilen zâhir ilminin aksine, mistik sezgi (keşf) yoluyla elde edilmektedir. Bu sebeple bâtin ilmi aktarılamaz; yalnızca hissettirilebilir ve yaşanabilir (Uludağ, 1992). Sûfî düşüncesinde bu ilmi kavrayamayan, yani zâhirde kalan ve bâtına geçemeyen kişi, gerçekliğin yalnızca yüzeyini görüyor demektir.

2.2. Zâhir İlmi ile Bâtın İlminin Diyalektik İlişkisi

Tasavvuf geleneği, zâhir ile bâtin arasındaki ilişkiyi basit bir hiyerarşi olarak değil, birbirini tamamlayan diyalektik bir bütün olarak ele almıştır. Bâtınî yaklaşımların bir kısmı, zâhiri yalnızca avam için geçerli kabul ederek onu aşmak ya da devre dışı bırakmak yoluna gitmiştir. Ehl-i Sünnet tasavvuf anlayışı ise buna karşı çıkmış; zâhirî hükümlere bağlılığı bâtına ulaşmanın ön koşulu saymıştır (Uludağ, 1992).

Zâhir ve bâtin arasındaki gerilim şu şekilde özetlenebilir; zâhir ile bâtin arasındaki uyum ve tutarlılığın yeterince ortaya konulamaması, bir taraftan bazı mutasavvıfların Bâtınîlikle suçlanmasına yol açmış; diğer taraftan çeşitli dış kaynaklardan gelen eklektik görüşlerin bâtin ilmi adı altında İslami çevrelerde kolaylıkla yer edinmesine zemin hazırlamıştır (Öngören, 2011). Bu gerilim, tasavvuf düşüncesinin kendi içindeki en temel tartışma eksenlerinden birini oluşturmaktadır.

Zâhir-bâtın diyalektiğinin toplumsal hayata taşınması ise tasavvuf geleneğinin en özgün katkılarından biridir. Gündelik ritüeller ve toplumsal normlar zâhiri temsil ederken, bunların içsel anlamını kavrayıp yaşamak bâtına ulaşmanın yolunu açmaktadır. Bu bağlamda tasavvufun

en köklü eleştirilerinden biri, gerçek bir içsel dönüşüm olmaksızın zâhirî görünüşe sıkışıp kalmaya yöneliktir.

3. FİLMİN ZÂHİR KATI: GÖRÜNÜR ÇATIŞMALAR

3.1. Ekonomik Kriz ve Aile İçi Gerilim

Leyla'nın Kardeşleri, yüzeysel okumasıyla çağdaş İran'ın ekonomik çöküşünü bir aile üzerinden aktaran toplumsal bir drama olarak karşımıza çıkmaktadır. Tahran'da yaşayan Curablu ailesi borçlar, işsizlik ve kronik enflasyon altında ezilmektedir. Kırk yaşına ulaşmış olan Leyla, hayatı boyunca ailesinin bakımını üstlenmiş; dört erkek kardeşi ise her biri farklı biçimlerde ekonomik ve toplumsal sistemin zorluklarından kurtulmaya çalışan bireyler olarak tasvir edilmiştir.

Leyla'nın planı, alışveriş merkezindeki bir tuvaleti ticarete açmak ve elde edilecek gelirle ailenin borçlarını kapatmaktır. Filmin en temel çatışması ise bu pragmatik plan ile babanın Curablu sülalesinin reisi olmak amacıyla akrabasının oğlunun düğününe en büyük bağışı yapma ısrarı arasında patlak vermektedir.

3.2. Ataerkil İktidar ve Görünürlük

Filmde baba figürü Esmail, sağlığı ve ekonomik gücü çökmüş olmasına karşın sembolik otoritesini inatla sürdürmeye çalışmaktadır. Bu çabanın en dikkat çekici boyutu, otoritenin artık fiilî bir güce değil, salt görünüşe yani tasavvufî ifade ile zâhire dayanmasıdır. Esmail gerçek bir aile reisi olma kapasitesini yitirmiş; ancak bu rolün dışsal sembollerine, törensel göstergelerine ve toplumsal tanınırlığına daha da şiddetle sarılmaktadır.

Kardeşlerin her biri ise farklı biçimlerde bu zâhirî düzene hapsolmuş figürler olarak kurgulanmıştır. Alireza sisteme direnç gösteren ama her seferinde geri çekilen biridir. Manouchehr ve Parviz ise pratik çıkarlarını ve toplumsal kabullenişlerini öne çıkaran bireylerdir. Birlikte, görünür gerçeklikle yani zâhirle uzlaşmanın yarattığı varoluşsal çöküntünün panoramasını sunarlar.



Şekil 1: *Leyla'nın Kardeşleri* filminde Baba, Anne ve Leyla'nın Kardeşleri (Roustayi, 2022)

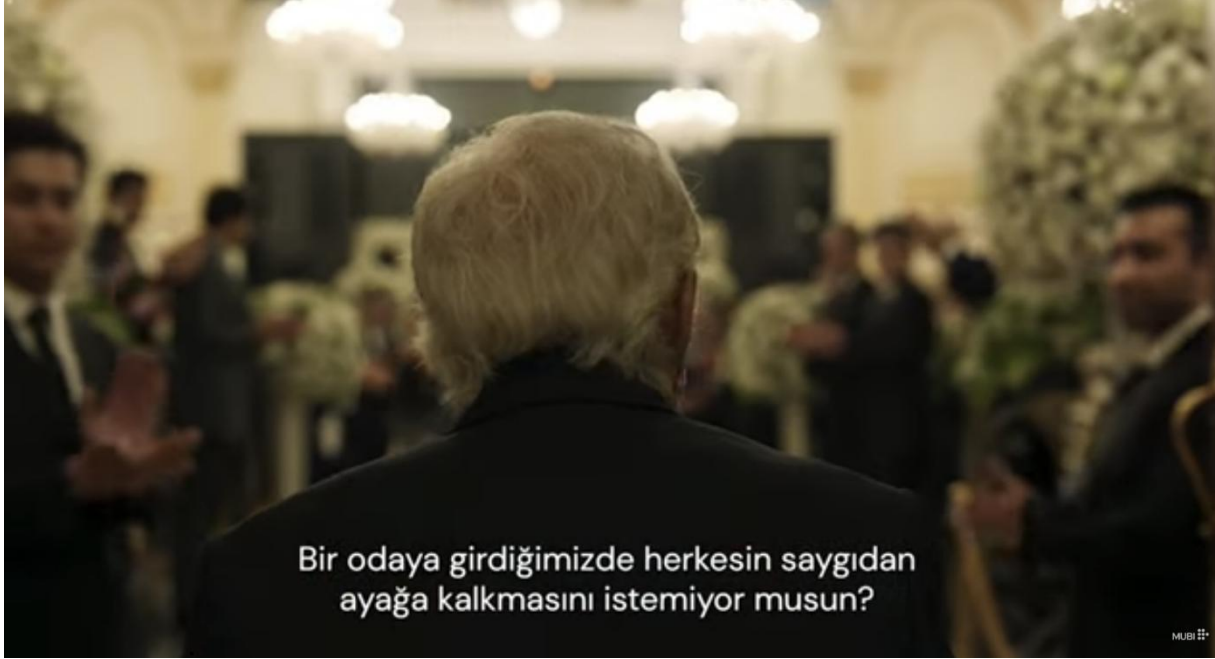
3.3. Mekânın Zâhiri: Sıkışık Odalar ile Şatafat

Roustayi'nin görsel dili zâhir-bâtın gerilimini mekânsal düzlemde son derece bilinçli biçimde kurmaktadır. Filmin büyük bölümü ailenin bunaltıcı sıkışmışlığını somutlaştıran dar ve karanlık iç mekânlarda geçmektedir. Bu mekânlar yalnızca birer arka plan olmayıp karakterlerin psikolojik ve toplumsal durumlarını görselleştiren sinemasal araçlardır.



Şekil 1: *Leyla'nın Kardeşleri* filminde zâhirin simgesi olarak “baba” karakteri (Roustayi, 2022)

Buna karşın filmin düğün sahnesi, bu sıkışık gerçekliğin tam karşısına büyük bir gösteriş ve ihtişamı koyarak iki düzlem arasındaki uçurumu dramatik biçimde genişletmektedir. Şatafatlı düğün, gerçek içeriği çoktan tükenmiş bir törenin yani salt zâhirin en belirgin görsel ifadesine dönüşmektedir.



Şekil 1: *Leyla'nın Kardeşleri* filminde “baba” karakterinin ihtişam düşkünlüğü (Roustayi, 2022)

4. FİLMİN BÂTİN KATI: TASAVVUFİ ANLAM BOYUTLARI

4.1. Leyla: Bâtınî Bilgeliğin Taşıyıcısı

Filmin bâtın katmanına geçildiğinde Leyla karakterinin işlevi köklü bir dönüşüm geçirmektedir. Zâhir düzleminde Leyla, pragmatik planlar yapan ve aileyi ayakta tutmaya çalışan, ataerkil düzen içinde sürekli görünmezleştirilen bir kadındır. Ancak bâtın okumasında o, görünür dünyanın yanılsamasını görebilen, gerçek ile temsil arasındaki uçurumu fark edebilen ve bu farkındalığı sessiz bir ısrarla sürdüren bir figüre dönüşmektedir.



Şekil 1: *Leyla'nın Kardeşleri* filminde bânının simgesi olarak “Leyla” karakteri (Roustayi, 2022)

Tasavvuf geleneğinde bân ilminin eğitim ve öğretimle değil mistik sezgi yani keşf ile elde edildiği ve halka aktarılamayacağı ilkesi (Uludağ, 1992), Leyla'nın aile içindeki konumuyla dikkat çekici bir örtüşme sergilemektedir. Leyla'nın planlarına kulak vermeyen kardeşleri, ehl-i zâhirin sinemasal karşılıkları olarak okunabilir: Gerçeği görmek için gerekli içsel açılımdan yoksun, dışsal güvenceler ve statüler peşinde koşan bireyler. Leyla'nın bilgeliği onlara aktarılamaz; yalnızca hissettirilebilir.

4.2. Baba Figürü: Zâhirin Tutsağı

Baba Esmail, tasavvufî bir okumada son derece zengin bir sembolik katman taşımaktadır. Onun bu durumu tasavvufî düşüncede ön plana çıkarılan bir gerçekliğe işaret etmektedir. Bu da; asıl ve ebedî hayatın ölüm sonrasında başlayacağı, dünyanın fâni olduğu anlayışının tasavvufun doğuşunu besleyen en önemli kaynaklardan biri olduğudur; bu anlayış, dünya hayatının imkânlarını geçici hazlar için kullanmak yerine onları ebedî kurtuluş için değerlendirmek gerektiği fikrini doğurmuştur (Öngören, 2011).

Esmail'in Curablu sülalesinin reisi olmak için neredeyse tüm birikimini harcama ısrarı, bu çerçevede salt bir mantık hatası değildir; görünür dünyanın sembolik düzenine duyulan köklü ve saplantılı bir bağlılığın dışavurumudur. Dünyevî statü ve tanınırlık, onun için zâhirî bir puta dönüşmüştür. Filmin finalinde babanın oturduğu koltuğunda hayatını kaybetmesi bu okumanın

en çarpıcı noktasını oluşturmaktadır: Koltuk, hem gerçek hem alegorik düzlemde oturduğu makamın simgesidir; ölüm, zâhirin bir tutunma noktası olarak bile işlevsizleştiği anı simgeler.



Şekil 1: *Leyla'nın Kardeşleri* filminde “baba” karakteri (Roustayi, 2022)

4.3. Onur, İtibar ve Zâhir Tuzağı

Filmin en yoğun tasavvufi eleştirisi, onur ve itibar kavramlarının zâhirî birer puta dönüşme sürecine yöneliktir. Esmail'in sülale reisi olma arzusu, ilk bakışta kültürel bir gelenek çerçevesinde anlam kazanır gibi görünse de bâtin katmanında bir onay ve görünürlük açlığına işaret etmektedir: "*Ben varım, ben tanınıyorum, ben sayılıyorum.*" Bu açlığın aileyi uçuruma sürüklediğini fark etmemesi ya da fark etmeyi reddetmesi, tasavvuf geleneğinin gaflet kavramıyla örtüşmektedir. Nitekim gaflet kalbin gerçeği görememesi ve bunu kabul etmemesi anlamlarında gelmektedir (Uludağ, 1996).



Şekil 1: *Leyla'nın Kardeşleri* filminde Curablu sülalesi reisi olmanın kendisini mutlu ettiği “baba” karakteri (Roustayi, 2022)

Filmin ekonomik kriz ile ataerkil kimlik bunalımını birbirine zincirleyen kurgusu, bu gafletin bireysel değil yapısal bir olgu olduğuna işaret etmektedir. Sistem bireyleri zâhirî statü sembolleri için her şeylerini feda etmeye koşullandırmıştır. Bu koşullanmayı içselleştiren bireyler de kendi çocuklarının gözleri önünde dağılmaktadır.

4.4. Sessizlik: Bâtının Sözsüz Dili

Roustayi'nin sinematografik dilinde sessizlik ve sükût özellikle dikkat çekici bir işlev üstlenmektedir. Tasavvuf geleneğinde bâtin ilminin söze gelemeyen, ancak hissedilen ve yaşanan bir bilgi olduğu anlayışı (Uludağ, 1992), filmde farklı biçimlerde sinemasal karşılık bulmaktadır. Gerçek anlamın büyük bölümü konuşulan sözlerde değil, konuşulamayan anlarda saklıdır.

Leyla'nın en önemli sözlerinin sözsüz kalışı, aile fertlerinin yüz ifadelerindeki anlık gerçeklik parlamalarının ardından kapanması, babanın koltuğuna tek başına oturma sahneleri zâhiri dilin ulaşamadığı yerlere bâtin bir sinema dilinin taşınmasına hizmet etmektedir. Buna karşın filmdeki uzun ve yoğun tartışma sahneleri de bu okuma açısından anlamlıdır. Sözcüklerin üst üste yığıldığı, herkesin konuştuğu ama gerçek iletişimin kurulamadığı bu sahneler, zâhirin bâtinin önünü tıkama biçiminin ses düzeyindeki tezahürüdür.

5. SONUÇ

Bu çalışmada Saeed Roustayi'nin *Leyla'nın Kardeşleri* filminin, tasavvufun zâhir-bâtın diyalektiği perspektifinden çok katmanlı bir okumaya imkân verdiği gösterilmeye çalışılmıştır. Film, ilk bakışta çağdaş İran'ın ekonomik çöküşünü ve ataerkil yapıların süregelen etkisini resmeden bir toplumsal drama olarak okunabilmektedir. Bu zâhirî katman son derece güçlü biçimde kurulmuştur. Ancak metnin derinliği bu katmanın altında açılan anlam boyutlarında yatmaktadır.

Tasavvuf geleneğinde bâtın ilminin gizli hakikatleri konu aldığı ve mistik sezgi yani keşf yoluyla kavrandığı anlayışı (Uludağ, 1992), filmde farklı bir bağlamda sinemasal anlam kazanmaktadır. Baba Esmail, onur ve itibar takıntısıyla zâhirî semboller dünyasına tutsak olan ve bu tutsaklık içinde hem kendini hem ailesini yok eden figür olarak tasavvufun zâhir eleştirisinin sinemasal yansımasına dönüşmektedir. Leyla ise zâhirin yanılsamasını görebilen ama bu farkındalığının bedelini sessiz bir yalnızlık pahasına ödeyen, bâtın ilminin taşıyıcısı olarak okunmaktadır.

Tasavvuf düşüncesinde zâhirde ve bâtında şeriatın gereklerini yerine getirme olarak tanımlanan olgunluk anlayışı (Öngören, 2011), filmde zâhirde aile reisi görünümünü korurken bâtında aileyi parçalayan kararlar almanın yarattığı ahlaki çöküş olarak tezahür etmektedir. Bu çelişki, filmin bütünlüklü dramatik yapısını besleyen temel gerilimdir.

Sonuç olarak *Leyla'nın Kardeşleri*, tasavvuf literatüründen doğrudan beslenmeksizin onunla derin bir yapısal bağ içinde, görünürün ardındaki görünmezi arayan bir sinema dili inşa etmektedir. Bu okuma, hem tasavvuf düşüncesinin kavramsal mirasının sinemayla buluşma noktalarını hem de İran sinemasının katmanlı anlam üretme geleneğini birlikte değerlendirme imkânı sunmaktadır.

KAYNAKÇA

- Gazzali, E. H. M. (1939). İhyâu 'Ulumi'd-dîn.
İbnü'l-Arabî, M. (1980). Fusûsu'l-hikem (Vol. 1). Dâru'l-Kitâbi'l-Arabî.
Öngören, R. (2011). TDV İslam Ansiklopedisi: Vol. 40. Tasavvuf.
Roustayi, S. (Director). (2022). Beraderan-e Leila/Leyla'nın Kardeşleri (Resmi Fragman): <https://www.youtube.com/watch?v=AVyl6MX985k>.
Uludağ, S. (1992). TDV İslam Ansiklopedisi: Vol. 5. Bâtın İlmi.
Uludağ, S. (1996). TDV İslam Ansiklopedisi: Vol. 13. Gaflet.

OKUL ÖNCESİ ÇOCUKLARDA 21. YÜZYIL BECERİLERİNİN DEMOGRAFİK VE SINIF DEĞİŞKENLERİ AÇISINDAN İNCELENMESİ

Cansu TUTKUN

Bayburt University, Faculty of Education, Department of Preschool Education, 69000, Bayburt

ORCID: 0000-0002-2722-2274

ÖZET

Bu araştırmanın amacı, okul öncesi dönem çocuklarının 21. yüzyıl becerilerinin gelişimsel ve sınıf bağlamsal değişkenler açısından incelenmesidir. Araştırma 5–6 yaş grubunda öğrenim gören 257 çocuk ile yürütülmüştür. Veri toplama aracı olarak 5–6 Yaş Çocuklar için 21. Yüzyıl Becerileri Ölçeği kullanılmıştır. Bulgular, çocukların 21. yüzyıl becerilerinin genel olarak orta–yüksek düzeyde olduğunu göstermiştir. Alt boyutlar karşılaştırıldığında en yüksek beceri düzeyinin öğrenme–yenilik alanında, en düşük düzeyin ise bilgi–teknoloji alanında olduğu saptanmıştır. Yaş değişkeni tüm modellerde en güçlü ve en tutarlı yordayıcı olarak ortaya çıkmıştır. Buna göre çocukların yaşı arttıkça 21. yüzyıl becerilerinin anlamlı biçimde arttığı belirlenmiştir. Cinsiyet değişkenine göre kız çocukların 21. yüzyıl beceri puanlarının erkek çocuklara kıyasla daha yüksek olduğu bulunmuştur. Okul öncesi eğitim süresi ile 21. yy. beceri düzeyi arasında anlamlı ilişki saptanmamıştır. Buna karşılık sınıf mevcudu değişkeninin 21. yüzyıl becerileri üzerinde anlamlı farklılık yarattığı, sınıf mevcudu daha az olan sınıflardaki çocukların 21. yüzyıl beceri düzeylerinin, daha kalabalık sınıflardaki çocuklara göre daha yüksek olduğu saptanmıştır. Hiyerarşik regresyon sonuçları, demografik değişkenlerin (yaş ve cinsiyet) 21. yüzyıl becerilerindeki varyansın belirli bir bölümünü açıkladığını; bağlamsal değişkenlerin (sınıf mevcudu ve okul öncesi eğitim süresi) modele eklenmesiyle açıklanan varyansın anlamlı biçimde arttığını göstermiştir. Sonuçlar, 21. yüzyıl becerilerinin erken çocukluk döneminde gelişimsel temellere dayandığını ve sınıf bağlamından etkilendiğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: 21. yüzyıl becerileri, okul öncesi eğitim, öğrenme ve yenilik becerileri, yaşam ve kariyer becerileri, bilgi, medya ve teknoloji becerileri

AN ANALYSIS OF 21ST CENTURY SKILLS IN PRESCHOOL CHILDREN IN TERMS OF DEMOGRAPHIC AND CLASS VARIABLES

ABSTRACT

The purpose of this study is to examine the development of 21st-century skills in preschool children in terms of developmental and classroom-related variables. The study was conducted with 257 children aged 5–6 years. The 21st Century Skills Scale for 5–6 Year Olds was used as the data collection tool. The findings showed that children's 21st century skills were generally at a medium to high level. When the sub-dimensions were compared, it was found that the highest skill level was in the learning–innovation area, while the lowest level was in the information–technology area. The age variable emerged as the strongest and most consistent predictor in all models. Accordingly, it was determined that as children's age increased, their 21st-century skills increased significantly. According to the gender variable, girls' 21st-century skill scores were found to be higher than boys'. No significant relationship was found between the duration of preschool education and 21st-century skill level. In contrast, the class size variable was found to create a significant difference in 21st-century skills, with children in classes with smaller class sizes having higher 21st-century skill levels than children in more crowded classes. Hierarchical regression results showed that demographic variables (age and gender) explained a certain portion of the variance in 21st-century skills; adding contextual variables (class size and preschool education duration) to the model significantly increased the explained variance. The results reveal that 21st-century skills are based on developmental foundations in early childhood and are influenced by the classroom context.

Keywords: 21st-century skills, early childhood education, learning and innovation skills, life and career skills, information, media, and technology skills

1. INTRODUCTION

The fast-changing nature of the information and technology age requires individuals to possess not only academic knowledge, but also multidimensional skills such as critical thinking, problem solving, collaboration, creativity, and digital literacy. These skills are defined in the literature as “21st-century skills” and are considered fundamental competencies for individuals to adapt to changing social and professional conditions (Tutkun, 2024; Vivekanandan & Pierre-Louis, 2020; Voogt & Roblin, 2012). 21st-century skills are generally addressed in three fundamental dimensions: learning and innovation skills (4Cs: critical thinking, creativity, collaboration, and communication), life and career skills, and information, media, and technology skills (Trilling & Fadel, 2009). International frameworks similarly emphasize the

need for a holistic approach to cognitive, interpersonal, and digital competencies (Binkley et al., 2012; Voogt & Roblin, 2012).

Early childhood is a critical developmental stage during which the foundations of these skills are laid. Developmental theories emphasize that cognitive and social development, in particular, show rapid progress during the first years of life (Piaget, 1964; Vygotsky & Cole, 1978). During this period, children's problem-solving, peer collaboration, expression of thoughts, and responses to technological stimuli are considered important predictors of their academic and social success in later years. In particular, skills shaped in early childhood, such as self-regulation, cognitive flexibility, and social interaction, are considered the developmental foundations of 21st-century competencies (Sylva et al., 2020; Weber & Greiff, 2023).

Research shows that age is a decisive variable in cognitive and social skills during early childhood (Bronfenbrenner & Morris, 2006). With developmental progress, children's attention spans, cognitive flexibility, and social interaction capacities increase; this also positively reflects on higher-level competencies such as learning and innovation skills. However, it is not only individual development but also the educational environment in which the child is placed that plays an important role in skill development.

Class size, one of the structural characteristics of early childhood educational environments, is directly related to the quality of teacher-child interaction. It has been suggested that smaller classes may increase opportunities for individualized feedback and interaction, which in turn may support social and cognitive development (Blatchford et al., 2011; Finn et al., 2003). In this context, it is thought that class size may be particularly effective on learning and innovation skills such as collaboration, communication, and problem solving. However, the existing literature is limited in terms of studies that directly examine class size in the context of 21st-century skills.

On the other hand, the duration of preschool education refers to the length of time spent exposed to structured learning experiences at an early age. While it is stated that continuing education for a longer period may contribute to cognitive and social development, it is emphasized that duration alone may not be decisive; the quality of education, content richness, and interaction quality may be more critical (Melhuish et al., 2015). This situation necessitates empirically testing the effect of preschool education duration on 21st-century skills.

Within this framework, the current study aims to examine the 21st-century skills of preschool children in terms of developmental (age, gender) and contextual (class size, preschool duration) variables. The study is expected to contribute to the literature by revealing which variables

predict 21st-century skills in early childhood. Furthermore, it is thought that the research findings may guide practices related to the structuring of early childhood education environments and classroom arrangements.

2. MATERIAL AND METHODS

2.1. Research design

This research is a quantitative study that aims to examine the development of 21st-century skills in preschool children in terms of developmental and contextual variables. A correlational survey model was used in the study. The correlational survey model is a research approach aimed at determining the co-variation between two or more variables. In this context, children's 21st-century skills were examined in terms of age, gender, class size, and preschool education duration variables. Multiple linear regression analysis was performed to determine the predictive relationships between the variables.

2.2. Participants

The study group consisted of a total of 257 children attending preschool education institutions in the 2024–2025 academic year. An appropriate sampling method was used in the study. The ages of the participants were evaluated in months, and the average age of the children was calculated as 60.20 months ($SD = 7.42$). Ages ranged from 57 to 72 months. Of the children in the sample, 122 (47.5%) were boys and 135 (52.5%) were girls.

When the class size distribution was examined, it was determined that 9 children (3.5%) were in classes of 5–10 students, 138 (53.7%) were in classes of 11–15 students, and 110 (42.8%) were in classes of 16–20 students. This distribution shows that a large portion of the sample received education in medium and crowded classroom environments. In terms of the duration of preschool education, 15 children (5.8%) attended for less than 3 months, 137 (53.3%) attended for 3–6 months, 37 (14.4%) attended for 7–11 months, 51 (19.8%) for 1–2 years, 12 (4.7%) for 2–3 years, and 5 (1.9%) for 3 years or more. The data were obtained from the children's teachers.

2.3. Data collection tools

2.3.1. Personal information form

The Personal Information Form, prepared by the researcher to obtain demographic information about the children and teachers, was used in the study. Through this form, information such as the children's age (months), gender, class size, and duration of preschool education was collected.

2.3.2. 21st Century Skills Scale for 5–6 Year Old Children (DAY-2)

The 21st Century Skills Scale for 5–6 Year Old Children (DAY-2), developed by Yalçın et al. (2020), was used in the study to assess children's 21st century skills. The scale is scored based on teacher observations of the daily classroom behaviors of preschool children. The scale has a four-point rating structure, with response options ranging from 1 (Never) to 4 (Always). The total score range obtainable from the scale varies between 33 and 132; high scores indicate a higher level of 21st-century skills.

As a result of the scale's construct validity analyses, it was determined that the items were grouped under three dimensions. These dimensions are named learning and innovation skills, life and career skills, and information, media, and technology skills. Exploratory factor analysis was applied to determine the factor structure, and the resulting three-factor structure was tested using confirmatory factor analysis. The reported fit indices ($\chi^2/df = 2.66$; RMSEA = .06; CFI = .91; TLI = .90; SRMR = .04) indicate that the model fits at an acceptable level.

The development study of the scale reported high internal consistency coefficients (total scale $\alpha = .97$; subdimensions $\alpha = .92$ –.96 range). In the current study, the reliability of the scale was recalculated, and the Cronbach's alpha coefficient for the total score was found to be .98. This value indicates that the scale has a very high internal consistency in the current sample. The findings support that DAY-2 is a psychometrically robust measurement tool for assessing 21st-century skills in the preschool period.

2.4. Process

Data were collected through classroom teachers after obtaining the necessary permissions from the relevant educational institutions. Teachers completed the scale for each child based on their individual observations. The data collection process was voluntary, and the confidentiality of participant information was maintained.

2.5. Data analysis

Data analysis was performed using statistical software. The data set was examined for missing data, outliers, and regression assumptions prior to analysis. Normality, skewness–kurtosis values, and Q–Q plots were evaluated; the assumptions of varying variance and multicollinearity were tested using relevant statistical indicators. The data set was determined to be suitable for parametric analyses. The internal consistency of the scale was calculated using Cronbach's alpha coefficient.

Descriptive statistics were first calculated in line with the research questions, and the relationships between variables were examined using Pearson correlation analysis. Differences

according to gender were tested using the independent samples t-test, and the Bonferroni correction was applied in the sub-dimension analyses to control for multiple comparison error. Differences according to class size were evaluated using one-way analysis of variance (ANOVA), and the Tukey HSD post hoc test was used for significant results. Effect sizes were reported using Cohen's d and eta square (η^2) coefficients.

A two-stage hierarchical regression model was established for the analysis of 21st-century skills prediction; demographic variables were included in the first block, and contextual variables were included in the second block. Model fit was evaluated using R^2 and ΔR^2 values; effect size was calculated using Cohen's f^2 coefficient. The significance level was set at .05 for all analyses.

3. RESULTS

3.1. Descriptive findings and normality analyses

In the study, descriptive statistics were first calculated for the total score and subdimensions of 21st-century skills. The results obtained are presented in Table 1.

Table 1. Descriptive statistics for DAY2 total and subdimensions

Variable	M	SS	Min	Max
DAY2 Total	99.21	20.06	33	132
Learning–Innovation	44.49	9.55	15	60
Life–Career	39.42	8.43	13	52
Information–Technology	15.29	3.08	5	20

Note. M = Mean; SD = Standard deviation.

The mean total score for DAY2 was calculated as 99.21 (SD = 20.06). When examining the sub-dimensions, the highest average was found in the Learning–Innovation Skills dimension (M = 44.49, SD = 9.55), while the lowest average was found in the Knowledge–Technology Skills dimension (M = 15.29, SD = 3.08).

Skewness (-0.045) and kurtosis (-0.335) values were calculated for the total DAY2 score. In the subscales, the skewness and kurtosis values were found to range from -0.678 to 0.162. The fact that all values fall within the ± 1 limits indicates that the distribution is considered normal (George & Mallery, 2024). Accordingly, parametric tests were used in the analyses.

3. 2. Correlation analyses between variables

The relationships between the independent variables and the total DAY2 score were examined using Pearson correlation analysis. The results are presented in Table 2.

Table 2. Pearson correlation coefficients between variables

Variable	1	2	3	4
1. DAY2 Total	1			
2. Child's Age	.246**	1		
3. Gender	.137*	-.015	1	
4. Preschool Duration	.046	.226**	-.046	1

Note. * $p < .05$, ** $p < .01$

Correlation analysis results indicate a low-level, positive, and significant relationship between child age and the DAY2 total score ($r = .246$, $p < .01$). This finding suggests that 21st-century skills scores tend to increase with age.

A low-level significant relationship was determined between gender and total score ($r = .137$, $p < .05$). No significant relationship was found between the duration of preschool education and the DAY2 total score ($r = .046$, $p > .05$). The low level of correlation coefficients between the independent variables ($r < .30$) indicates a low risk of multicollinearity in terms of multiple linear regression analysis.

3. 3. Gender differences

An independent samples t-test was applied to determine whether DAY2 total and subscale scores differed by gender.

Table 3. T-test results for DAY2 total score by gender

Group	n	M	SS
Male	122	96.33	20.38
Female	135	101.81	19.46

Note. d = Cohen's d effect size.

Before the independent samples t-test, variance homogeneity was examined using the Levene test, and variances were found to be equal ($p = .967$). The analysis results showed that the mean total DAY2 scores of girls were significantly higher than those of boys, $t(255) = -2.21$, $p = .028$, $d = .28$, 95% CI [-10.36, -0.60]. According to Cohen's (1988) classification, the effect size is small.

Table 4. T-test results for subscale scores by gender

Sub-Dimension	Male M	Female M	t	p	d
Learning–Innovation	42.98	45.86	-2.44	.016	.30
Life–Career	38.37	40.38	-1.92	.056	.24
Information–Technology	14.98	15.58	-1.57	.118	.20

Note. d = Cohen's d effect size. Bonferroni correction has been applied ($\alpha = .0167$).

Before conducting independent samples t-tests for the subscales, Levene's test was used to examine variance homogeneity, and it was determined that the homogeneity assumption was met ($p > .05$). The analysis results showed that girls scored higher than boys on the Learning–Innovation Skills dimension, $t(255) = -2.44$, $p = .016$, $d = .30$. This difference remains significant even when considering the Bonferroni correction ($\alpha = .0167$). No statistically significant difference based on gender was found in the Life–Career ($t(255) = -1.92$, $p = .056$, $d = .24$) and Knowledge–Technology ($t(255) = -1.57$, $p = .118$, $d = .20$) dimensions. According to Cohen's (1988) classification, all effect sizes are small.

3. 4. Differences according to class size

A one-way ANOVA was performed to determine whether the total and sub-dimension scores of DAY2 differed according to class size.

Table 5. ANOVA results according to class size

Variable	F(2,254)	p	η^2
DAY2 Total	3.76	.025	.029
Learning–Innovation	4.64	.011	.035
Life–Career	2.81	.062	.022
Information–Technology	3.26	.040	.025

Note. η^2 = eta-squared effect size.

Prior to the one-way ANOVA, variance homogeneity was assessed using the Levene test, and it was determined that the homogeneity assumption was met for all variables ($p > .05$). The analysis results show a significant difference in the DAY2 total score according to class attendance, $F(2, 254) = 3.76$, $p = .025$, $\eta^2 = .029$.

When examining the subdimensions, a significant difference was found in the Learning–Innovation Skills dimension, $F(2, 254) = 4.64$, $p = .011$, $\eta^2 = .035$. A significant difference was also observed in the Knowledge–Technology dimension, $F(2, 254) = 3.26$, $p = .040$, $\eta^2 = .025$. No statistically significant difference was found in the Life–Career dimension based on class size, $F(2, 254) = 2.81$, $p = .062$. According to Cohen's (1988) classification, the effect sizes are small.

The Tukey HSD test was performed to determine between which groups the significant differences occurred.

Table 6. Tukey HSD post hoc results according to class size

Variable	Comparison	MD	p
DAY2 Total	5–10 vs 11–15	14.72	.027
	5–10 vs 16–20	11.05	.093
	11–15 vs 16–20	-3.67	.311
Learning–Innovation	5–10 vs 11–15	6.12	.021
	5–10 vs 16–20	4.81	.078
	11–15 vs 16–20	-1.31	.417
Information–Technology	5–10 vs 11–15	1.48	.031
	5–10 vs 16–20	1.02	.101
	11–15 vs 16–20	-0.46	.211

Note. Tukey HSD test results are presented. $p < .05$

Tukey HSD test results showed that children in classes of 5–10 students scored higher than those in classes of 11–15 students in terms of DAY2 total score ($p = .027$). Similarly, a significant difference was found between classes of 5–10 students and classes of 11–15 students in the Learning–Innovation dimension ($p = .021$). In the Knowledge–Technology dimension, a significant difference was observed only between the groups of 5–10 and 11–15 students ($p = .031$). No statistically significant differences were found in other group comparisons ($p > .05$).

3. 5. Hierarchical regression analysis

A two-stage hierarchical regression analysis was conducted to examine the predictive effect of independent variables on 21st-century skills. Demographic variables (child age and gender) were included in the first block, while contextual variables (class size and duration of preschool education) were included in the second block. The analysis results are presented in

Table 7. Hierarchical regression analysis results (model 2)

Dependent Variable	Model	R ²	ΔR ²	f ²	β Age	β Gender	β Class (16–20)	β Class (5–10)	β School Duration
DAY2 Total	Model 1	.073	–	–	.286***	.118	–	–	–
	Model 2	.121	.048**	.138	.307***	.101	.072	.182**	-.138*
Learning–Innovation	Model 1	.073	–	–	.291***	.132*	–	–	–
	Model 2	.131	.058**	.151	.312***	.113	.058	.232***	-.106
Life–Career	Model 1	.067	–	–	.270***	.105	–	–	–
	Model 2	.103	.036*	.115	.287***	.090	.067	.128	-.148*
Information–Technology	Model 1	.044	–	–	.208***	.072	–	–	–
	Model 2	.085	.041*	.093	.239***	.058	.103	.113	-.160*

Note. β = Standardized regression coefficient. Reference category: Classes of 11–15 students. ΔR² = Increase in variance relative to Model 1 (demographic variables). f² = Cohen's (1988) effect size coefficient. * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$.

According to hierarchical regression analysis, demographic variables in Model 1 explain 7.3% of the total score variance. With the addition of contextual variables, the explained variance increased to 12.1%, and the variance increase was found to be significant ($\Delta R^2 = .048$, $p < .01$). When the subscales were examined, adding the contextual variables in the second block to the model increased the variance explained.

When the standardized coefficients were examined, child age was the strongest and most consistent predictor in all models ($\beta = .208$ to $.312$, $p < .001$). Small class size (5–10 students) made a particularly significant contribution to the Learning–Innovation and total scores. The preschool education duration variable yielded significant negative coefficients in some dimensions. The effect size of the model ranged from small to medium ($f^2 = .093$ – $.151$).

The assumption of normal distribution of the residuals in the regression model was examined using a Q–Q plot. The points were observed to be regularly distributed around the reference line, with only limited deviations in extreme values (see Fig. 1). These findings indicate that the normality assumption is satisfied.

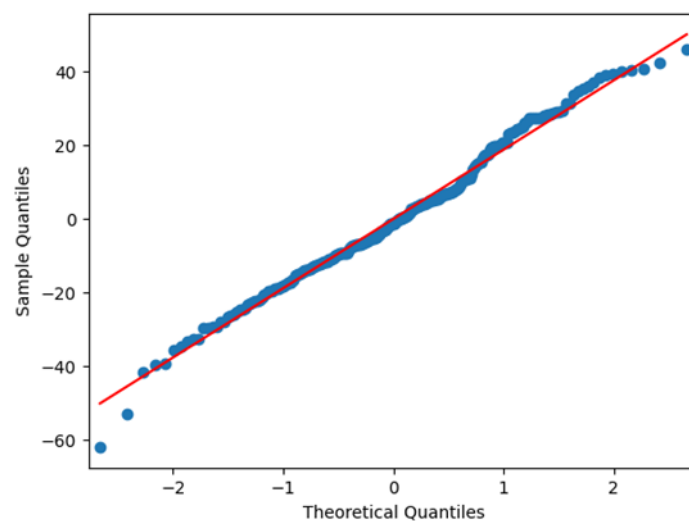


Fig. 1. Q–Q plot of standardized residuals for the hierarchical regression model

4. DISCUSSION

This study examined the development of 21st-century skills in preschool-aged children in terms of developmental and contextual variables. The findings generally indicate that children's 21st-century skills are at a medium to high level. When the sub-dimensions were examined, it was determined that the highest average was in the Learning–Innovation Skills dimension, while the lowest average was in the Information–Technology Skills dimension. This finding suggests that in early childhood, skills based on social interaction, problem solving, and communication

may be more visible and developed compared to digital and technology-based skills. Indeed, it is stated that the 4C skills (critical thinking, collaboration, communication, and creativity) in early childhood education are naturally supported by play-based learning processes (Trilling & Fadel, 2009; Voogt & Roblin, 2012).

The study determined that the age variable was the strongest and most consistent predictor in all models. As children's age increased, their 21st-century skills scores increased significantly. This finding is consistent with developmental theories. It is known that higher-order skills, particularly cognitive flexibility, self-regulation, and social problem-solving, develop with age (Blair, 2016; Diamond, 2013). The literature emphasizes that 21st-century skills are developmentally grounded and show rapid progress in early childhood (Care et al., 2018). In this context, the results obtained support that these skills exhibit a developmental structure.

In terms of the gender variable, it was determined that girls' total scores were significantly higher than boys', but the effect size was small. No clear and strong gender difference emerged in the subdimensions. This indicates that gender-based differences are limited in early childhood. Similarly, while some studies suggest that girls may have a relative advantage in social communication and collaboration-based skills, they also show that these differences generally have a low effect size (Else-Quest et al., 2010; Hyde, 2014). Therefore, it can be said that 21st-century skills are more strongly related to developmental and environmental factors rather than gender-based differences.

No significant relationship was found between the duration of preschool education and the total skill score. Negative coefficients were observed in some sub-dimensions in the regression analysis. This finding suggests that the duration of education alone is not a determining variable. The literature emphasizes that the quality of early education is more important than its duration (Sylva et al., 2010; OECD, 2019). Treating the duration of education as a quantitative variable does not reflect qualitative elements such as the quality of classroom interaction, teacher competence, and pedagogical practices. Therefore, the results obtained indicate that the quality of education, rather than its duration, may be decisive in the development of 21st-century skills.

Findings related to the class size variable show that small classes (5–10 students) can provide advantages, particularly in Learning–Innovation and Information–Technology skills. It is known that small classes offer more conducive learning environments in terms of individual attention, intensity of interaction, and peer collaboration (Finn et al., 2005; OECD, 2018). The quality of teacher–child interaction plays a critical role in skill development, especially in early

childhood (Hamre et al., 2014). In this context, it can be said that class size has an indirect contextual effect on 21st-century skills.

In hierarchical regression analysis, which considers demographic and contextual variables together, demographic variables explained approximately 7% of the total variance, and the variance explained increased with the addition of contextual variables. However, the overall effect size of the model remained small to medium. This finding indicates that 21st-century skills have a multidimensional and multifactorial structure. The literature also indicates that these skills are shaped by the interaction of numerous variables, such as individual characteristics, family environment, teaching practices, and socio-cultural context (Binkley et al., 2012; Care et al., 2018). Therefore, the results obtained reveal that 21st-century skills exhibit a complex structure that cannot be explained by a single variable.

5. CONCLUSION

This study examined the 21st-century skills of preschool children in terms of developmental and contextual variables. The findings show that children's 21st-century skills are generally at a medium-high level. When comparing the sub-dimensions, it was observed that children exhibited higher levels of learning and innovation-based skills; in contrast, technology-based skills remained at a relatively lower level. This situation shows that social interaction and problem-solving-based skills can emerge more prominently in early childhood compared to technology-based skills.

The age variable emerged as the strongest and most consistent determinant in all models. The results suggest that 21st-century skills show developmental progress in early childhood and systematically strengthen with age. In terms of gender, girls scored higher, but this difference was found to be limited. No significant and strong differentiation was observed at the sub-dimension level. This situation indicates that 21st-century skills are more closely related to developmental and environmental factors rather than gender-based differentiation. The fact that the duration of preschool education is not significantly related to the total skill level shows that the duration of education alone is not a determining factor. The negative correlations observed in some sub-dimensions indicate that the quality of education and the characteristics of the learning environment may be more critical than duration. The findings regarding class size suggest that smaller class environments may provide a more supportive context, particularly for learning–innovation and technology-based skills. This suggests that individual attention and intensity of interaction may play an important role in skill development during early childhood.

Models that consider demographic and contextual variables together show that 21st-century skills are explained to a limited but meaningful degree. This suggests that these skills are shaped not by a single variable but by the interaction between developmental characteristics and the learning context. Overall, the results reveal that age is a fundamental developmental determinant, that small class settings can play a supportive role, and that gender differences remain limited. Furthermore, they indicate that 21st-century skills develop within a multidimensional structure during early childhood and require the consideration of both individual and environmental factors.

REFERENCES

- Binkley, M., Erstad, O., Herman, J., Raizen, S., Ripley, M., Miller-Ricci, M., & Rumble, M. (2012). Defining twenty-first century skills. In P. Griffin, B. McGaw, & E. Care (Eds.), *Assessment and teaching of 21st century skills* (pp. 17–66). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-2324-5_2
- Blair, C. (2016). Developmental science and executive function. *Current Directions in Psychological Science*, 25(1), 3-7. <https://doi.org/10.1177/0963721415622634>
- Blatchford, P., Bassett, P., & Brown, P. (2011). Examining the effect of class size on classroom engagement and teacher–pupil interaction: Differences in relation to pupil prior attainment and primary vs. secondary schools. *Learning and instruction*, 21(6), 715-730. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2011.04.001>
- Bronfenbrenner, U., & Morris, P. A. (2006). The bioecological model of human development. In R. M. Lerner (Ed.), *Handbook of child psychology: Vol. 1. Theoretical models of human development* (6th ed., pp. 793–828). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9780470147658.chpsy0114>
- Care, E., Griffin, P., & Wilson, M. (Eds.). (2018). *Assessment and teaching of 21st century skills: Research and applications*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-65368-6>
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Lawrence Erlbaum Associates.
- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology*, 64, 135–168. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>
- Else-Quest, N. M., Hyde, J. S., & Linn, M. C. (2010). Cross-national patterns of gender differences in mathematics: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 136(1), 103–127. <https://doi.org/10.1037/a0018053>
- Finn, J. D., Gerber, S. B., & Boyd-Zaharias, J. (2005). Small classes in the early grades, academic achievement, and graduating from high school. *Journal of Educational Psychology*, 97(2), 214–223. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.97.2.214>
- Finn, J. D., Pannozzo, G. M., & Achilles, C. M. (2003). The “why’s” of class size: Student behavior in small classes. *Review of educational research*, 73(3), 321-368. <https://doi.org/10.3102/00346543073003321>
- George, D., & Mallery, P. (2024). *IBM SPSS statistics 29 step by step: A simple guide and reference*. Routledge.

- Hamre, B., Hatfield, B., Pianta, R., & Jamil, F. (2014). Evidence for general and domain-specific elements of teacher–child interactions: Associations with preschool children's development. *Child Development*, 85(3), 1257-1274. <https://doi.org/10.1111/cdev.12184>
- Hyde, J. S. (2014). Gender similarities and differences. *Annual Review of Psychology*, 65, 373–398. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010213-115057>
- Melhuish, E., Ereky-Stevens, K., Petrogiannis, K., Ariescu, A., Penderi, E., Rentzou, K., ... & Leserman, P. (2015). A review of research on the effects of early childhood education and care (ECEC) on child development. *Curriculum Quality Analysis and Impact Review of European Early Childhood Education and Care*.
- OECD. (2018). *The future of education and skills: Education 2030*. OECD Publishing.
- OECD. (2019). *Starting strong 2017: Key OECD indicators on early childhood education and care*. OECD Publishing.
- Piaget, J. (1964). Development and learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 2(3), 176–186. <https://doi.org/10.1002/tea.3660020306>
- Sylva, K., Melhuish, E., Sammons, P., Siraj-Blatchford, I., & Taggart, B. (Eds.). (2010). *Early childhood matters*. Routledge.
- Sylva, K., Sammons, P., Melhuish, E., Siraj, I., & Taggart, B. (2020). Developing 21st century skills in early childhood: The contribution of process quality to self-regulation and pro-social behaviour. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 23(3), 465-484. <https://doi.org/10.1007/s11618-020-00945-x>
- Trilling, B., & Fadel, C. (2009). *21st century skills: Learning for life in our times*. Jossey-Bass.
- Tutkun, C. (2024). Okul öncesi öğretmen adaylarının 21. yüzyıl becerileri ve öz düzenleme becerileri arasındaki ilişki. *Cumhuriyet Uluslararası Eğitim Dergisi*, 13(2), 478-488. <https://doi.org/10.30703/cije.1338342>
- Vivekanandan, R., & Pierre-Louis, M. (2020). *21st century skills: What potential role for the Global Partnership for Education? A landscape review*. Global Partnership for Education. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED627371.pdf>
- Voogt, J., & Roblin, N. P. (2012). A comparative analysis of international frameworks for 21st century competences: Implications for national curriculum policies. *Journal of curriculum studies*, 44(3), 299-321. <https://doi.org/10.1080/00220272.2012.668938>
- Vygotsky, L. S., & Cole, M. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.
- Weber, A. M., & Greiff, S. (2023). ICT skills in the deployment of 21st century skills: A (cognitive) developmental perspective through early childhood. *Applied Sciences*, 13(7), 4615. <https://doi.org/10.3390/app13074615>
- Yalçın, V., Simsar, A., & Dinler, H. (2020). 5-6 Yaş Çocukları için 21. Yy Becerileri Ölçeği (DAY-2): Geçerlik ve Güvenirlilik Çalışması. *Mediterranean Educational Research Journal/Akdeniz Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 14(65), 78–97. <https://doi.org/10.29329/mjer.2020.258.5>

OKUL ÖNCESİ DÖNEMDE EV İÇİ KARAR SÜREÇLERİNE ÇOCUĞUN KATILIMI: OTORİTE ALGISI VE KURAL KOYMA DENEYİMİ

Cansu TUTKUN

Bayburt University, Faculty of Education, Department of Preschool Education, 69000, Bayburt

ORCID: 0000-0002-2722-2274

ÖZET

Bu araştırmanın amacı, okul öncesi dönemdeki çocukların ev içi karar süreçlerine katılım düzeylerini, ev kurallarına ilişkin otorite algıları ve kural koyma deneyimleri üzerinden incelemektir. Araştırma karma yöntem deseninde yürütülmüştür. Çalışma grubunu Bayburt ilindeki okul öncesi eğitim kurumlarına devam eden 36–72 ay aralığındaki 317 çocuk oluşturmaktadır. Veriler yarı yapılandırılmış görüşmeler yoluyla toplanmış; nitel veriler tematik analizle çözümlenmiş ve elde edilen kategoriler nicel olarak kodlanarak hiyerarşik lojistik regresyon analizi ile test edilmiştir. Bulgular, çocukların %66.9'unun evde en az bir kural koyduğunu ifade ettiğini göstermektedir. Bununla birlikte çocukların %33.1'i herhangi bir kural koymadığını belirtmiş; bu durumu çoğunlukla yetişkin otoritesine atıf yaparak ya da “küçük olma” gerekçesiyle açıklamıştır. Hiyerarşik lojistik regresyon analizi sonuçlarına göre, yaş ve cinsiyet kontrol edildiğinde otorite algısının çocukların karar süreçlerine katılımını anlamlı biçimde yordadığı belirlenmiştir. Baba merkezli otorite algısının, anne merkezli yapıya kıyasla kural koyma olasılığını anlamlı düzeyde artırdığı saptanmıştır. Yaş arttıkça kural koyma olasılığının azaldığı; cinsiyet değişkeninin ise anlamlı bir etkisinin bulunmadığı görülmüştür. Araştırma bulguları, ev içi karar süreçlerine katılımın demografik özelliklerden ziyade algılanan otorite yapısı ile ilişkili olduğunu göstermektedir. Çalışma, erken çocukluk döneminde aile içi güç ilişkilerinin ve karar yapılarının çocukların katılım deneyimleri üzerindeki belirleyici rolüne dikkat çekmekte; demokratik aile ortamlarının desteklenmesine yönelik pedagojik çıkarımlar sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Ev içi karar süreçleri, çocuk katılımı, otorite algısı, okul öncesi dönem, kural koyma

CHILDREN'S PARTICIPATION IN HOUSEHOLD DECISION-MAKING PROCESSES DURING THE PRESCHOOL PERIOD: PERCEPTIONS OF AUTHORITY AND RULE-SETTING EXPERIENCES

ABSTRACT

The purpose of this study is to examine preschool children's levels of participation in household decision-making processes, their perceptions of authority regarding household rules, and their experiences with rule-setting. The study was conducted using a mixed-methods design. The study group consisted of 317 children aged 36–72 months attending preschool education institutions in Bayburt province. Data were collected through semi-structured interviews; qualitative data were analyzed using thematic analysis, and the resulting categories were coded quantitatively and tested using hierarchical logistic regression analysis. Findings show that 66.9% of children stated that they set at least one rule at home. However, 33.1% of children stated that they did not set any rules; they mostly explained this situation by referring to adult authority or by citing the reason of “being small.” According to the results of the hierarchical logistic regression analysis, when age and gender were controlled, the perception of authority was found to significantly predict children's participation in decision-making processes. It was found that the perception of father-centered authority significantly increased the likelihood of rule-setting compared to a mother-centered structure. The likelihood of rule-setting decreased with age; the gender variable was found to have no significant effect. The research findings show that participation in domestic decision-making processes is related to the perceived authority structure rather than demographic characteristics. The study draws attention to the decisive role of intra-family power relations and decision-making structures in children's participation experiences during early childhood and offers pedagogical implications for supporting democratic family environments.

Keywords: Household decision-making processes, child participation, perception of authority, preschool period, rule-setting

1. INTRODUCTION

Early childhood is a developmental stage during which individuals begin to understand their position within their social environment and experience their first systematic encounters with boundaries and norms. During this period, children not only learn to obey rules; they also experience who sets the rules, how they are enforced, and their own position in this process. The home environment, in particular, is the primary social context where children first encounter decision-making processes. Household rules and decision-making mechanisms play

a decisive role in shaping children's concepts of social order, authority, and participation (Baumrind, 1967; Grusec & Goodnow, 1994).

Children's participation in decision-making processes is not only an indicator of a democratic family structure; it is also important in terms of self-regulation, responsibility, and social competence development (Denham, 2006; Kochanska et al., 2010). The experience of participation can support the child's perception of themselves as an effective actor within the social order. However, family authority structures can determine the limits of this participation. Studies on parenting styles show that authoritarian structures make decision-making processes adult-centered, while democratic structures give children more say (Baumrind, 1967; Lansford et al., 2018).

Most of the existing literature on household rules is based on parental reports (Morrongiello et al., 2001; Niu et al., 2019). However, there is limited research examining participation in decision-making processes from the child's perspective. Children's perceptions of whether they have a say in household rules can provide important clues about how the distribution of power within the family is internalized. In this context, examining household decision-making processes from the child's perspective is important for developing participatory and democratic practices in early childhood education. This study aims to examine the level of participation of preschool children in household decision-making processes through their perceptions of authority and experiences of rule-making.

1.1. Theoretical framework

1.1.1. Children's participation in decision-making processes

Children's participation in decision-making processes is considered a fundamental principle from the perspective of children's rights. Article 12 of the United Nations Convention on the Rights of the Child emphasizes children's right to express their views on matters that concern them. In early childhood, this participation is often limited and context-dependent. Children can usually express their views within a framework determined by adults (Lansdown, 2010).

When examining the developmental foundations of participation, self-regulation and social cognition skills are seen to be decisive. Kochanska et al. (2010) state that internalization processes in early childhood are shaped by the relationship of trust established with adults and mutual interaction. Therefore, participation depends not only on the outcome of the decision but also on the relational nature of the process.

1.1.2. Family authority and power distribution

The family is the first authority system for the child. Baumrind's (1967) parenting styles model reveals the different effects of authoritarian, democratic, and permissive approaches on children. Democratic parenting supports the child's participation in the process through explanation and mutual communication, while the authoritarian approach produces more one-sided decision structures.

The distribution of power within families and the structure of decision-making mechanisms vary according to cultural context. It has been shown that parenting practices are shaped by cultural norms and that this situation affects children's perception of authority (Bornstein, 2012; Lansford et al., 2018; Smetana, 2017). In this context, perceptions of who has the most say in household decision-making processes may also vary depending on culture.

1.1.3. Participation and developmental outcomes

The effects of participation in decision-making processes on child development are multidimensional. Denham (2006) emphasizes the importance of mutual interaction and valuing children's opinions in supporting social-emotional development. The experience of participation can strengthen responsibility and self-regulation skills.

However, giving children complete decision-making authority in early childhood is not developmentally appropriate. Therefore, participation occurs within adult guidance and a limited framework (Thompson, 2012). The child's perception of themselves as an effective actor in decision-making processes is closely related to how the family authority structure is experienced. This theoretical framework reveals that participation in household decision-making processes is not merely an individual characteristic but a relational and structural experience.

2. MATERIAL AND METHODS

2.1. Research design

This study was conducted using an explanatory mixed-methods design to examine preschool children's levels of participation in household decision-making processes and the relationship between this participation and the perceived authority structure. Mixed methods research offers a more comprehensive analysis by revealing both the contextual meaning dimension of social phenomena and the relational structure between variables (Creswell & Plano Clark, 2018). In the first stage of the study, children's open-ended responses were examined through thematic analysis, and categories related to the perception of authority within the home and the experience of rule-making were created. In the second stage, these categories were converted

into quantitative variables and included in the statistical analysis process. Thus, the conceptual structure obtained from qualitative data was tested through quantitative modeling. In the quantitative dimension of the research, hierarchical logistic regression analysis was performed by controlling for age and gender variables; it was tested whether the perception of authority within the home predicted children's participation in decision-making processes. This approach aims to reveal the relationship between the qualitatively determined themes and demographic and structural variables.

2.2 Study group

The study group consisted of 317 children aged 36–72 months attending public and private preschool education institutions in Bayburt province. When the age distribution of the children was examined, 12.62% ($n = 40$) were 3 years old (36–48 months), 32.49% ($n = 103$) were 4 years old (48–60 months), and 54.89% ($n = 174$) were 5 years old (60–72 months). In terms of gender, 50.47% ($n = 160$) of the children were male, and 49.53% ($n = 157$) were female.

2.3. Data collection tool

Data were collected using a semi-structured interview form developed by the researcher. The use of both open-ended and structured questions when collecting data from preschool children ensures that data appropriate to their cognitive and linguistic development levels are obtained (Greig et al., 2013). The interview form included questions for the children about who sets the house rules, whether they set rules themselves, and their reasons for not setting rules. The questions were prepared in an open-ended and understandable manner appropriate to the children's developmental level.

2.4. Data analysis

Data analysis was conducted in two stages. In the first stage, open-ended interview responses were analyzed using a thematic analysis approach. The coding process followed a structure that combined inductive and deductive strategies. First, units of meaning were identified, and then similar content was grouped under conceptual categories. To ensure coding reliability, 20% of the data was independently coded by a second researcher; inter-coder agreement was calculated using Cohen's Kappa coefficient, and acceptable levels of agreement were obtained ($\kappa > .80$). Following the qualitative coding process, the variables were restructured to be suitable for quantitative analysis. The child's participation in home decision-making processes was coded as a binary variable (0 = does not set rules, 1 = sets rules) based on “rule-setting experience.” Perceived authority was categorized as mother-centered, father-centered, and shared parental authority. The age variable was classified into three groups (36–48 months, 49–60 months, 61–

72 months); the gender variable was binary. In the quantitative analysis process, descriptive statistics (frequency, percentage, mean, and standard deviation) were first calculated. Chi-square independence tests were applied to examine the relationships between variables. The adequacy of cell frequencies was checked, and the validity of the test assumptions was confirmed. Hierarchical logistic regression analysis was performed to determine the variables predicting participation in household decision-making processes. In the model setup, demographic variables (age and gender) were included in the model in the first stage; in the second stage, the perception of authority variable was added, and model improvement was evaluated using the Likelihood Ratio Test. The coefficients were reported with the odds ratio and 95% confidence interval. Model fit was evaluated using the -2 Log Likelihood, Cox & Snell R^2 , and Nagelkerke R^2 values. The issue of multicollinearity was controlled through VIF values. All analyses were performed with a statistical significance level of $p < .05$.

3. RESULTS

3.1. Qualitative findings

3.1.1. Children's perception of authority regarding house rules

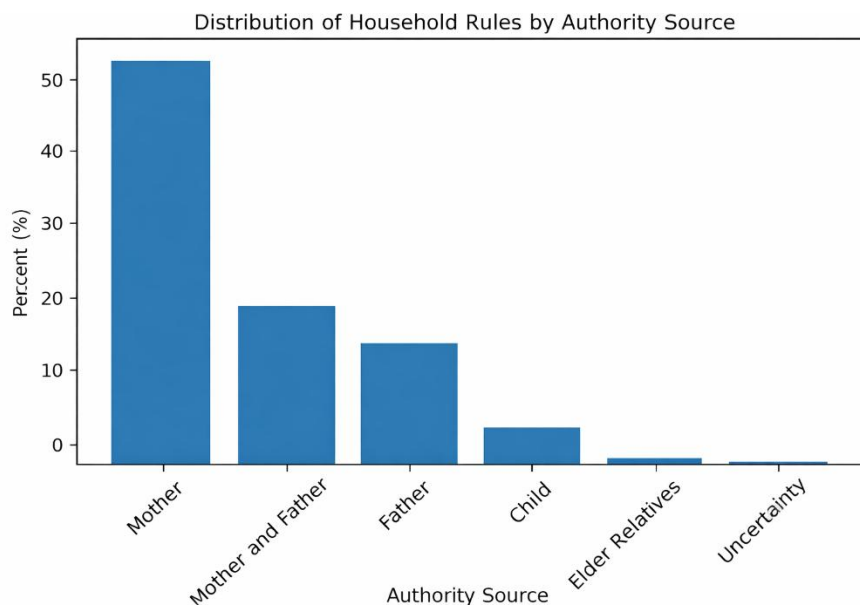


Fig.1. Distribution of house rules according to authority source

When examining children's responses to the question “Who sets the rules in your home?”, it is evident that the domestic authority structure is clearly perceived as mother-centered. 55.2% of children ($n = 175$) stated that the rules were set directly by their mother. In contrast, 17.4% of children ($n = 55$) indicated that the rules were set by the father. Meanwhile, 22.4% of children ($n = 71$) stated that the rules were set jointly by the mother and father, indicating a perception

of shared authority. However, 5.4% of children ($n = 17$) indicated that they set some of the rules themselves. General terms such as “family” or “elders” remained at a very low level ($n = 2$, 0.6%), and the rate of ambiguous responses was similarly limited ($n = 2$, 0.6%).

When the overall distribution is evaluated together, it is seen that during the preschool period, home rules are predominantly positioned within a mother-centered authority structure in children's perceptions; the father figure plays a lower but distinct role. The perception of shared parental authority was observed in approximately one in five children.

3.1.2. Differentiation of rule content according to authority source

When comparing the content distribution of rules set by mothers and fathers, a clear structural differentiation is observed in children's perceptions. First, it is noteworthy that rules set by mothers are both quantitatively more numerous and more varied in content. Prohibition-based rules are seen at a rate of 56.5% ($n = 179$) in the mother category, while this rate is 40.1% ($n = 127$) in the father category. This finding shows that the mother is positioned as a more intense boundary-setting figure in the child's mind.

A more striking difference emerges in rules based on cleanliness and responsibility. Such rules are expressed at a rate of 28.7% ($n = 91$) for mothers, while only 8.2% ($n = 26$) for fathers. Similarly, rules related to daily routines are determined at 18.0% ($n = 57$) for mothers and 7.3% ($n = 23$) for fathers. This distribution shows that maintaining order in the home and organizing daily life are predominantly associated with the mother figure in children's perceptions.

Safety-based rules were only seen in the mother category (1.3%; $n = 4$), and no safety-related statements attributed to the father were identified. In contrast, the rate of ambiguous responses was higher for fathers (4.7%; $n = 15$) than for mothers (2.5%; $n = 8$). This suggests that paternal authority may be less distinct or structured within a more limited framework in children's minds. Overall, the findings show that children differentiate domestic authority in terms of content. While the mother figure is associated with both a behavior-limiting and order-establishing role, the father figure is perceived as an authority with a narrower scope, primarily setting prohibitions but less visible in the areas of domestic order and responsibility. This differentiation suggests that domestic care work and the maintenance of daily order are predominantly structured through the mother in children's perceptions.

3.1.3. Consistency of authority: parents' levels of compliance with rules

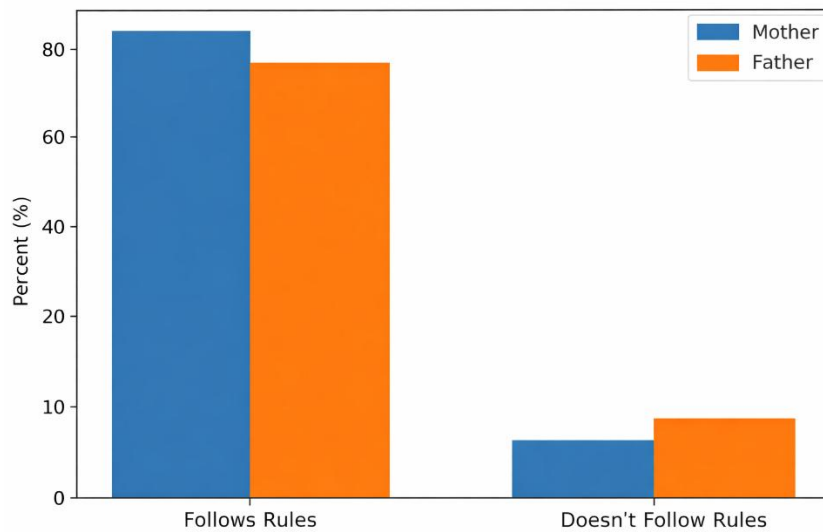


Fig. 2. Comparison of parents' levels of compliance with house rules

According to the findings, 88.0% of mothers ($n = 279$) comply with the rules, while this rate is 81.7% ($n = 259$) for fathers. In contrast, 7.3% of mothers ($n = 23$) were reported as not complying with the rules, while this rate was determined to be 11.0% ($n = 35$) for fathers.

This distribution shows that children perceive both parents as figures who largely comply with the rules. However, the perception that fathers do not follow the rules is higher than that of mothers, suggesting that the father figure may be positioned in the child's mind as a more flexible or less consistent authority. This situation shows that domestic norms are evaluated not only through the rule-setting process but also through modeling and behavioral consistency.

3.1.4. Consistency of authority and role model perception

When responses regarding parents who were said to not follow the rules were examined thematically, the most dominant theme in the mother category ($n = 23$) was behavioral inconsistency (39.1%; $n = 9$). Children defined behaviors such as the mother using bad language, smoking, staying up late, or playing with her phone as rule violations. Statements of situational flexibility were observed at a rate of 26.1% ($n = 6$), while 34.8% ($n = 8$) of statements were ambiguous or unclear.

In the father category ($n = 35$), behavioral inconsistency was again the most prominent theme (34.3%; $n = 12$). However, the reasons related to fathers are more diverse. Situational flexibility was observed in 22.9% ($n = 8$) of cases, while contextual reasons such as work and fatigue were

expressed in 14.3% ($n = 5$) of cases. Furthermore, statements involving hierarchical privilege were present at a rate of 8.6% ($n = 3$), while 20.0% ($n = 7$) of responses were ambiguous.

Overall, the findings show that children do not passively accept parental behavior; rather, they monitor role model consistency. Behavioral inconsistency is a fundamental theme for both parents, although contextual justifications and perceptions of hierarchical privilege are more apparent in the father category. This situation shows that children evaluate authority not only through rule-setting but also through behavioral consistency and contextual legitimacy.

3.1.5. Children's experience of rule-setting and perception of subjectivity

Children's responses to the question "Which rules did you set?" provide important clues about how they position themselves within the home order. A total of 317 responses ($n = 212$), or 66.9%, indicate that children set at least one rule. In contrast, 33.1% of participants ($n = 105$) stated that they had not set any rules.

This distribution shows that a significant proportion of preschool-aged children position themselves not only as passive actors who follow rules, but also as subjective individuals who can set rules to a certain extent. In other words, two-thirds of the children stated that they were subjects within the domestic order. However, the fact that one in three children used the phrase "I don't set any rules" also indicates that the domestic authority structure is internalized to a certain extent in a hierarchical manner. It can be assumed that children in this group view the authority to set rules as belonging to adults.

Overall, the findings show that children do not perceive household rules as a one-way transfer of authority, but rather as something that is partially understood within an interactive structure. While a significant portion of children see themselves in an active position in the formation of domestic norms, a certain group limits the area of decision-making and rule-setting to adult authority. This situation suggests that the perception of being a subject in early childhood is structured in different ways in the context of domestic power relations.

3.1.6. Rules set by children

When the responses of 212 children who stated that they set rules were examined, it was seen that more than half defined the rules they set as prohibition-based (55.7%; $n = 118$). This situation shows that children do not only learn prohibitions from adults; they reproduce the prohibitive norm structure by modeling it.

It is noteworthy that relational rules were observed in 21.7% of cases ($n = 46$). A significant portion of children expressed the rules they set as behavioral regulations directed at siblings (e.g., "my sibling will not take my toys"). This finding suggests that the perception of being a

subject becomes more visible, especially in the context of horizontal relationships. The emergence of rules related to daily routines and play at a rate of 18.4% ($n = 39$) shows that children tend to regulate their own areas of activity. In contrast, the lower level of rules based on cleanliness and responsibility at 13.2% ($n = 28$) suggests that norms related to domestic care work occupy a more limited place within children's agency. The 8.0% ($n = 17$) prevalence of statements involving self-regulation indicates that the experience of rule-making is mostly established through restrictions imposed on others, with the dimension of self-regulation remaining weaker.

Overall, children's perception of being a subject is not merely passive compliance; however, this subjective position is largely structured in the form of prohibitions and restrictions on others. This situation shows that domestic norms are reproduced by children and that forms of authority are interactively internalized.

3.1.7. Reasons for not setting rules and perception of hierarchical authority

When examining the reasons given by 105 children who stated that they did not set rules, it is seen that their perception of being a subject is not homogeneous. 36.2% of this group ($n = 38$) used statements that directly rejected authority; 27.6% ($n = 29$) explicitly stated that the authority to set rules belonged to adults. Furthermore, 17.1% of the children ($n = 18$) defined themselves as "small," attributing a lack of authority based on their developmental position. A smaller number of children (8.6%; $n = 9$) linked the right to set rules to home ownership, citing the ownership of the home as a reason. Statements that were unclear or lacked explicit justification accounted for 10.5% ($n = 11$).

These findings indicate that a significant group of children internalized the domestic authority structure as hierarchical and adult-centered. In particular, the statements "children do not set rules" and "I am small" suggest that the area of decision-making and norm-setting is perceived as an area of authority belonging to adults. Therefore, the perception of being a subject does not emerge at the same level in every child; while some children see themselves as active participants in the domestic order, others position this area as a closed space belonging to adult authority.

3.2. Quantitative findings

3.2.1. Relationships between variables

Table 1. Chi-Square results between rule-setting and demographic and authority variables

Variable	χ^2	sd	p
Age $\times$ Rule-setting	6.41	2	< .05
Gender $\times$ Rule-setting	1.27	1	> .05
Authority $\times$ Rule-setting	9.85	2	< .01

The results of the chi-square analysis conducted between age and rule-setting experience indicated a significant difference ($\chi^2(2) = 6.41, p < .05$). The findings show that the rate of rule-setting decreases with increasing age. No significant relationship was found between gender and rule-setting experience ($\chi^2(1) = 1.27, p > .05$). The relationship between perceived authority and rule-setting experience is statistically significant ($\chi^2(2) = 9.85, p < .01$). Children with a father-centered perception of authority were found to have higher rates of rule-setting.

3.2.2. Hierarchical logistic regression analysis

Hierarchical logistic regression analysis was performed to determine the variables that predict participation in household decision-making processes.

Table 2. Hierarchical logistic regression results predicting participation in household decision-making processes

Variable	B	SE	Wald	OR	%95 GA
Age	-0.34	0.15	5.12*	0.71	[0.52, 0.96]
Gender	0.18	0.21	0.74	1.19	[0.79, 1.81]
Father's authority	1.14	0.39	8.41**	3.13	[1.42, 6.87]

In the first model, age and gender variables were included in the model. This model is statistically significant ($\chi^2 = 7.12, p < .05$). The age variable was found to have a negative and significant effect on participation (OR = 0.71, 95% CI [0.52, 0.96]). The gender variable is not a significant predictor ($p > .05$). In the second model, the perception of authority variable was added to the model. A significant improvement in model fit was observed ($\Delta\chi^2 = 8.34, p < .01$). It was determined that father-centered authority perception significantly increased the likelihood of rule-setting compared to mother-centered authority (OR = 3.13, 95% CI [1.42, 6.87], $p < .05$). The effect of joint parental authority, however, was not statistically significant ($p > .05$). The Nagelkerke R^2 value was calculated as .18. This result indicates that the model

explains 18% of the variance in the variable of participation in household decision-making processes.

When the findings are evaluated overall, it is seen that participation in household decision-making processes is related to perceived authority structures rather than demographic variables. In particular, it has been determined that the perception of father-centered authority has an effect that increases children's rule-making experiences.

4. DISCUSSION

This study examined the levels of preschool children's participation in household decision-making processes through their perceived authority structures and rule-making experiences. The findings show that a significant proportion of children (66.9%) stated that they set at least one rule at home; however, this participation differed significantly according to the family's authority structure. Hierarchical logistic regression analysis results revealed that, when controlling for age and gender, perceived authority structures significantly predicted children's participation in decision-making processes. Specifically, it was determined that a father-centered perception of authority increased the likelihood of rule-making compared to a mother-centered structure.

This finding points to the decisive role of the distribution of power within the family on child participation. Baumrind's (1967) parenting styles theory has demonstrated that the authority structure directly affects the nature of decision-making processes. In democratic parenting styles, mutual communication and explanation processes increase children's opportunities to express their opinions, while in more hierarchical structures, decision-making remains adult-centered. In the current study, the fact that children with a father-centered perception of authority reported higher participation suggests that children can define their own space more clearly in structures where authority is singular and distinct. This situation shows that participation is related not only to the "lack" of authority but also to how the authority structure is organized.

The negative and significant effect of the age variable is consistent with the developmental transition processes frequently emphasized in early childhood literature. The findings show that the likelihood of rule-setting decreases with age. This result suggests that younger age groups perceive domestic boundaries more flexibly; however, as they grow older, the family hierarchy is internalized more clearly. When evaluated within the framework of Piaget's (2013) concept of heteronomous morality, it can be said that rules are perceived as more flexible and context-dependent in the early stages; however, with developmental progress, authority-based norms

become more pronounced. In this context, the decrease in participation can be interpreted not as a loss of agency but as the internalization of normative structures.

The fact that the gender variable is not a significant predictor suggests that participation in decision-making processes in this sample does not show a gender-based divergence. Although the literature indicates that parental expectations may differ for girls and boys (Eccles et al., 1990; Tenenbaum & Leaper, 2002; Tutkun 2022), the current findings suggest that the experience of participation in early childhood may be more closely linked to relational and structural factors.

The qualitative findings complement the quantitative results. The fact that a significant proportion (36.2%) of children who did not set rules used statements involving refusal of authority and that 27.6% directly attributed the decision-making domain to adults indicates that the hierarchical structure within the family is clearly internalized in children's perceptions. This aligns with Thompson's (2012) emphasis that self-regulation and internalization processes in early childhood develop within adult guidance. Children's expression of powerlessness based on the justification of being “small” indicates that their developmental position is intertwined with power relations.

Another important finding of the study is that the perception of authority within the home affects not only the frequency of rule-setting but also the content of the rules. According to social domain theory, children structure moral, social-conventional, and personal domain rules into different categories; this categorization process is influenced by patterns of authority within the family (Smetana, 2010; Turiel, 1983). In mother-centered authority structures, the greater visibility of cleanliness and daily routine-based regulations suggests that care work and domestic organization are associated with the mother figure in the child's mind. Indeed, multicultural time use studies show that daily care and household organization responsibilities are largely undertaken by mothers (Craig & Mullan, 2011; Bornstein, 2012; Tutkun, 2022). In this context, the current study is important in that it reveals how the distribution of roles within the family is reflected in children's representations of authority and rule categories.

The explanatory level of the model (Nagelkerke $R^2 = .18$) indicates that participation in household decision-making processes is a multidimensional structure that cannot be explained by a single variable. Although the perception of authority is a significant predictor of participation, it explains only a limited portion of the total variance. This suggests that children's experience of participation in household decision-making processes cannot be reduced solely to the perceived authority structure; additional structural and relational factors such as family

communication patterns, parental attitudes, sibling structure, socioeconomic context, and cultural norms may also be decisive. Therefore, the findings reveal that participation is a multi-layered and contextual experience rather than a linear and one-dimensional process.

Overall, the research findings reveal that participation in household decision-making processes is related to perceived power and authority structures rather than demographic variables. Participation is not merely a democratic ideal; it is an experience constructed relationally, culturally, and structurally. Supporting children's participation in decision-making processes during early childhood is not only a pedagogical choice; it is also a structural issue that requires rethinking power relations within the family. Encouraging democratic family environments has the potential to support children's self-regulation and social competence development.

5. CONCLUSION

This research reveals how participation in home decision-making processes during the preschool period is structured from the children's perspective and how this participation relates to perceived authority structures. The findings show that a significant proportion of children stated that they set at least one rule at home; however, they also reveal that this participation differed significantly according to the distribution of power within the family and the representation of authority. In particular, the perception of father-centered authority increasing the likelihood of rule-setting compared to mother-centered structures indicates that participation is related not only to democratic openness but also to the structural positioning of authority.

The negative effect of the age variable suggests that participation in decision-making processes in early childhood is not a developmentally fixed characteristic; rather, the perception of participation can change with the internalization of normative structures. The fact that the gender variable did not show a significant difference indicates that participation in this sample did not produce a gender-based division.

Qualitative findings support quantitative results, showing that children do not merely passively accept domestic authority; however, a significant group internalizes the decision-making domain as a closed space belonging to adults. This indicates that domestic power relations directly shape children's subjectivity experience in early childhood.

The limited explanatory power of the model indicates that participation in domestic decision-making processes is a multidimensional construct and that variables such as the quality of family communication, parental attitudes, and socioeconomic context may also contribute to

the process. Therefore, future research should examine the multi-layered nature of the participation experience using more comprehensive models.

In conclusion, participation in household decision-making processes during early childhood reflects family authority structures, power distribution, and relational order. Supporting democratic and explanatory parenting practices can strengthen children's positioning as effective actors in decision-making processes. These findings offer important implications for early childhood education policies and family-based intervention programs.

REFERENCES

- Baumrind, D. (1967). Child care practices anteceding three patterns of preschool behavior. *Genetic Psychology Monographs*, 75(1), 43–88.
- Bornstein, M.H. (2012). Cultural approaches to parenting. *Parenting: Science and Practice*, 12, 212–221. <https://doi.org/10.1080/15295192.2012.683359>
- Craig, L., & Mullan, K. (2011). How mothers and fathers share childcare: A cross-national time-use comparison. *American sociological review*, 76(6), 834-861. <https://doi.org/10.1177/0003122411427673>
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2018). *Designing and conducting mixed methods research* (3rded.). SAGE.
- Denham, S. A. (2006). Social-emotional competence as support for school readiness: What is it and how do we assess it?. *Early education and development*, 17(1), 57-89. https://doi.org/10.1207/s15566935eed1701_4
- Eccles, J. S., Jacobs, J. E., & Harold, R. D. (1990). Gender role stereotypes, expectancy effects, and parents' socialization of gender differences. *Journal of social issues*, 46(2), 183-201. <https://doi.org/10.1111/j.1540-4560.1990.tb01929.x>
- Greig, A. D., Taylor, J., & MacKay, T. (2013). *Doing research with children: A practical guide*. (3rded.). SAGE.
- Grusec, J. E., & Goodnow, J. J. (1994). Impact of parental discipline methods on the child's internalization of values: A reconceptualization of current points of view. *Developmental psychology*, 30(1), 4–19. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.30.1.4>
- Kochanska, G., Koenig, J. L., Barry, R. A., Kim, S., & Yoon, J. E. (2010). Children's conscience during toddler and preschool years, moral self, and a competent, adaptive developmental trajectory. *Developmental psychology*, 46(5), 1320–1332. <https://doi.org/10.1037/a0020381>
- Lansdown, G. (2010). The realisation of children's participation rights: Critical reflections.. In B. Percy-Smith & N. Thomas (Eds.), *A handbook of children and young people's participation* (pp. 11–23). Routledge.
- Lansford, J. E., Godwin, J., Al-Hassan, S. M., Bacchini, D., Bornstein, M. H., Chang, L., ... & Zelli, A. (2018). Longitudinal associations between parenting and youth adjustment in twelve cultural groups: Cultural normativeness of parenting as a moderator. *Developmental psychology*, 54(2), 362–377. <https://doi.org/10.1037/dev0000416>
- Morrongiello, B. A., Midgett, C., & Shields, R. (2001). Don't run with scissors: young children's knowledge of home safety rules. *Journal of pediatric psychology*, 26(2), 105-115. <https://doi.org/10.1093/jpepsy/26.2.105>

- Niu, L., Gao, Y. M., Tian, Y., & Pan, S. M. (2019). Safety awareness and use of child safety seats among parents after the legislation in Shanghai. *Chinese journal of traumatology*, 22(02), 85-87. <https://doi.org/10.1016/j.cjtee.2018.08.005>
- Piaget, J. (2013). *The moral judgment of the child*. Routledge.
- Smetana, J. G. (2010). *Adolescents, families, and social development: How teens construct their worlds*. John Wiley & Sons.
- Smetana, J. G. (2017). Current research on parenting styles, dimensions, and beliefs. *Current opinion in psychology*, 15, 19-25. <https://doi.org/10.1016/j.copsy.2017.02.012>
- Tenenbaum, H. R., & Leaper, C. (2002). Are parents' gender schemas related to their children's gender-related cognitions? A meta-analysis. *Developmental Psychology*, 38(4), 615–630. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.38.4.615>
- Thompson, R. A. (2012). Whither the preconventional child? Toward a life-span moral development theory. *Child development perspectives*, 6(4), 423-429. <https://doi.org/10.1111/j.1750-8606.2012.00245.x>
- Turiel, E. (1983). *The development of social knowledge: Morality and convention*. Cambridge University Press.
- Tutkun, C. (2022). Fathers Looking after Children in Türkiye in Public Settings. *Educational Research and Reviews*, 17(8), 219–226. <https://doi.org/10.5897/ERR2022.4256>

ORTAOKUL DÜZEYİNDE YAPAY ZEKÂ DESTEKLİ AKRAN DEĞERLENDİRMESİNİN ETKİLİLİK VE TUTARLILIK BAĞLAMINDA İNCELENMESİ

Seçil GÖKTEPE

MA Student, Gazi University, Graduate School of Educational Sciences, Department of CEIT, 06500
Teknikokullar, Ankara

ORCID: 0009-0003-6258-5446

Prof. Dr. Tolga GÜYER

Dr., Gazi University, Faculty of Education, Department of CEIT, 06500 Teknikokullar, Ankara

ORCID: 0000-0001-9175-5043

ÖZET

Geleneksel değerlendirme yaklaşımlarından öğrenci merkezli alternatif yaklaşımlara doğru yaşanan dönüşümde, akran değerlendirmesi kritik bir role sahiptir. Ancak öğrencilerin bu süreçte zaman zaman objektif davranamaması veya yetersiz bilgi düzeyi nedeniyle güvenilirlik sorunları yaşaması, yöntemin uygulanabilirliğini zorlaştıran temel engellerdir. Bu araştırma, bu sınırlılıkları aşmak adına, ortaokul öğrencilerinin Sosyal Bilgiler dersindeki yapay zekâ destekli akran değerlendirme sürecinin etkililiğini incelemeyi amaçlamaktadır.

Araştırmada karma yöntem desenlerinden eş zamanlı üçgenleme tasarımı kullanılmıştır. Çalışmanın katılımcılarını, 2024-2025 eğitim-öğretim yılında öğrenim gören 97 yedinci sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Araştırmanın nicel verileri öğretmen ve akran değerlendirme formları aracılığıyla; nitel verileri ise belirlenen ölçütlere göre seçilen 18 öğrenciyle yapılan yarı yapılandırılmış görüşmelerle toplanmıştır.

Elde edilen nicel bulgularda, öğrencilerin yapay zekâ desteğiyle verdikleri akran puanları ile öğretmenin değerlendirme puanları arasında pozitif yönde, istatistiksel açıdan anlamlı bir ilişki ($r_s=.658, p<.001$) olduğu tespit edilmiştir. Bu durum yapay zekânın süreçte nesnel bir referans noktası oluşturarak puanlama güvenilirliğini artırdığını göstermektedir. Nitel bulgular ise öğrencilerin bu süreci bilişsel açıdan eksikliklerini fark etme ve bilgiyi pekiştirme; duyuşsal olarak ise empati kurma ve arkadaşlarına kırmadan yardımcı olma bağlamında oldukça faydalı bulduklarını ortaya koymuştur. Öte yandan öğrencilerin zaman zaman karar verme aşamalarında tereddütler yaşadıkları ve yapay zekânın ürettiği uzun metinleri anlamlandırmada zorlandıkları gözlenmiştir. Sonuç olarak yapay zekânın değerlendirme süreçlerinde bir notlandırma aracı olmaktan ziyade, öğretmen rehberliğinde kullanılarak, öğrenciyi destekleyen akıllı bir asistan olarak konumlandırılmasının hem akademik başarıya hem de yapay zekâ okuryazarlığına ciddi katkılar sunduğu görülmektedir. Ayrıca uygulamanın verimliliğini

artırmak adına süreç öncesinde öğrencilere etkili istem (prompt) yazma ve yapay zekâ çıktılarını eleştirel bir biçimde sorgulama eğitimlerinin verilmesi önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Yapay zekâ, akran değerlendirmesi, ölçme ve değerlendirme, sosyal bilgiler öğretimi

AN EXAMINATION OF THE EFFECTIVENESS AND CONSISTENCY OF AI-SUPPORTED PEER ASSESSMENT AT THE MIDDLE SCHOOL LEVEL

ABSTRACT

In the transition from traditional to student-centered assessment, peer assessment plays a critical role. However, reliability issues due to students' occasional lack of objectivity or insufficient knowledge often act as fundamental barriers to its application. To address these limitations, this research examines the effectiveness of AI-supported peer assessment for open-ended questions in middle school Social Studies courses.

A concurrent triangulation design, a mixed-method approach, was used in the study. Participants included 97 seventh-grade students during the 2024-2025 academic year. Quantitative data were collected via teacher and peer assessment forms, while qualitative data were gathered through semi-structured interviews conducted with 18 selected students.

Quantitative findings revealed a positive and statistically significant correlation ($r_s=.658$, $p<.001$) between AI-supported peer scores and teacher scores. This indicates that AI serves as an objective reference point, enhancing scoring reliability. Qualitative results showed that students found the process beneficial for recognizing cognitive gaps and reinforcing knowledge, as well as for developing empathy and helping their friends without offending them. On the other hand, students occasionally experienced hesitation in decision-making and difficulty interpreting long AI-generated texts. In conclusion, positioning AI as a "smart assistant" under teacher guidance, rather than just a grading tool, significantly contributes to academic achievement and AI literacy. It is recommended to provide students with training on effective prompt writing and critical evaluation of AI outputs prior to the process to increase the efficiency of the application.

Keywords: Artificial intelligence, peer assessment, measurement and evaluation, Social Studies instruction.

(*) Bu bildiri, Seçil Göktepe tarafından Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü'nde yürütülmekte olan "Ortaokul Öğrencilerinin Yapay Zekâ Destekli Akran Değerlendirmesinin Etkililiğinin İncelenmesi" başlıklı yüksek lisans tez çalışmasından üretilmiştir.

1. GİRİŞ

Eğitim sistemlerinde ölçme ve değerlendirme süreçleri, son yıllarda yalnızca bir notlandırma aracı olmaktan çıkarak öğrenmeyi destekleyen çok boyutlu bir sürece evrilmiştir. Geleneksel yaklaşımların sonuç odaklı ve öğretmen merkezli yapısına bir tepki olarak gelişen alternatif ölçme değerlendirme yaklaşımları, öğrenciyi pasif bir alıcı konumundan çıkarıp öğretim sürecinin aktif bir paydaşı haline getirmeyi hedefler (Bahar vd., 2008). Bu yaklaşımlar arasında yer alan akran değerlendirmesi, aynı seviyedeki öğrencilerin birbirlerinin öğrenme ürünlerini analiz ettikleri ve üst düzey düşünme becerileri kazandıkları bir süreç olarak pedagojik bir değere sahiptir (Topping, 1998). Öğrenciler, benzer akademik seviyedeki arkadaşlarının çalışmalarını inceleyerek yalnızca dışsal bir eleştiri yapmakla kalmaz; aynı zamanda kendi bilişsel süreçlerine dair içgörü kazanarak derinlemesine bir öz düzenleme şansı elde ederler (Dochy vd., 1999).

Kuramsal olarak son derece güçlü olan akran değerlendirmesinin sınıf içi uygulamalarında birtakım yapısal sınırlılıklarla karşılaşıldığı bilinmektedir. Alanyazın incelendiğinde, öğrencilerin yetersiz alan bilgisi nedeniyle akranlarının çalışmalarını değerlendirmede isteksiz davranabildikleri veya sosyal ilişkilerin bozulacağı endişesiyle gerçekçi geri bildirimler veremedikleri görülmektedir (Falchikov, 1995). Literatürde arkadaş kayırma olarak adlandırılan taraflı puanlama eğilimleri ve öğrencilerin zaman içinde yorgunluk hissederek arkadaşlarına cömert davranmaları yöntemin yaygınlaşmasını zorlaştırmaktadır (Börkan, 2017). Bu tür sosyal gerilimleri düşürmek adına anonimlik stratejisi uygulansa da, dürüst geri bildirim vermede sınırlılıklar içermektedir (Panadero ve Alqassab, 2019).

Geleneksel değerlendirme yaklaşımlarının sınırlılıkları dikkate alındığında, yapay zekâ temelli sistemler bu engelleri aşmada önemli bir araç olarak öne çıkmaktadır (Adıgüzel vd., 2023). Yapay zekâ teknolojilerinin eğitimde kullanımı genellikle otomatik intihal tespiti üzerine yoğunlaşmaktadır (Mozgovoy vd., 2010). Oysa günümüzde yapay zekâ, öğrencilerin değerlendirme süreçlerini bireyselleştirerek öğretmenlerin iş yükünü hafifletme konusunda önemli bir kapasite sunmaktadır (Adıgüzel vd., 2023). Yapay zekânın sadece bir puanlama makinesi değil, akran değerlendirmesi sürecine nesnel bir referans katmanı olarak entegre edilmesi sürecin adaletine olan inancını artırdığı belirtilmektedir (Darvishi vd., 2022). Nitekim yapay zekânın geri bildirim süreçlerinde öğrencileri desteklemesinin, onların değerlendirme kriterlerini daha iyi içselleştirmelerine fayda sağladığı ortaya konmuştur (Guo, 2024).

Bu araştırma, ortaokul düzeyindeki öğrencilerin yapay zekâ desteğini bir akıllı asistan olarak kullanarak gerçekleştirdikleri akran değerlendirmesi sürecinin etkililiğini incelemeyi

amaçlamaktadır. Araştırmada öğrencilerin yapay zekâ çıktılarında faydalanarak arkadaşlarına verdikleri puanların, alan uzmanı bir öğretmenin değerlendirmesiyle ne ölçüde tutarlı olduğu temel problemi oluşturmaktadır. Aynı zamanda, bu yeni nesil değerlendirme deneyiminin öğrencilerin akademik ve duyuşsal dünyalarında nasıl karşılık bulduğu incelenmektedir.

2. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Bu araştırmada problemin doğası gereği hem nicel hem de nitel verilerin bir arada toplanıp yorumlanmasını sağlayan karma yöntem desenlerinden eş zamanlı üçgenleme tasarımı benimsenmiştir (Creswell ve Clark, 2007). Eş zamanlı üçgenleme tasarımı, nitel ve nicel bulguları birleştirerek veri kaynakları arasında tutarlılık olup olmadığını görmek açısından önemli katkılar sunar (Baki ve Gökçek, 2012). Araştırmanın çalışma grubunu, 2024-2025 eğitim-öğretim yılında Ankara'daki bir devlet ortaokulunda öğrenim gören 97 yedinci sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Nitel verilerin derinlemesine toplanabilmesi amacıyla, puanlama farklılıklarına ve geri bildirim niteliklerine göre amaçlı olarak seçilen 18 öğrenciyle yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır.

Uygulama öncesinde öğrencilere yapay zekâyâ etkili istem (prompt) yazma becerilerini kazandırmak üzere bir atölye çalışması verilmiştir. Veri toplama süreci, Sosyal Bilgiler dersine ait açık uçlu sorular üzerinden yürütülmüştür. Sosyal baskıyı azaltmak için isimler gizlenmiş, öğrenciler yapay zekâdan aldıkları doğru yanıtları referans alarak arkadaşlarının yanıtlarını puanlamıştır. Değerlendirmenin bağımsız ölçütü olarak dersin öğretmeni de kâğıtları puanlamıştır. Nicel verilerin analizinde Spearman sıra farkları korelasyonu kullanılmıştır. Nitel analizde ise betimsel analiz yaklaşımına dayanan içerik analizi yöntemi uygulanmış (Yıldırım ve Şimşek, 2018) ve veriler NVivo 11 yazılımı üzerinden çözümlenmiştir. Elde edilen bulgular, çalışmanın araştırma problemleri etrafında nicel ve nitel olmak üzere iki ana çerçevede incelenmiştir.

2.1. Nicel Bulgular: Öğretmen ve Akran Değerlendirmesi Tutarlılığı

Araştırmanın nicel aşamasında, öğrencilerin yapay zekâ referansı ile akranlarına verdikleri puanlar ile öğretmenin puanları arasındaki tutarlılığa bakılmıştır. Betimsel istatistikler incelendiğinde, 30 tam puan üzerinden yapılan değerlendirmede akran puanlarının ortalaması 16.14, öğretmen puanlarının ortalaması ise 14.96 olarak bulunmuştur. Değişkenlerin normal dağılım göstermemesi sebebiyle uygulanan Spearman sıra farkları korelasyon analizi sonucunda, iki puanlayıcı grubu arasında pozitif yönde ve istatistiksel açıdan yüksek düzeyde anlamlı bir ilişki ($r_s = .658$, $p < .001$) olduğu tespit edilmiştir. Bu anlamlı ilişki, öğrencilerin yapay zekâdan elde ettikleri bilgileri kendi değerlendirmelerine etkili bir biçimde entegre

ettiklerini kanıtlamaktadır. Bununla birlikte, öğretmenin standart sapma değerinin (10.35) öğrencilerden (7.73) daha yüksek olması, uzman öğretmenin başarı farklarını daha keskin ayırt ettiğini göstermektedir. Öğrenciler ise yapay zekâ desteğine rağmen puanlamalarında görece daha cömert ve merkeze yakın kalma eğilimi sergilemişlerdir.

2.2. Nitel Bulgular: Öğrencilerin Deneyimleri ve Görüşleri

Görüşmelerin içerik analizi neticesinde öğrencilerin deneyimleri bilişsel, duyuşsal ve karşılaştıkları sorunlar bağlamında çeşitli temalar altında toplanmıştır.

Adalet ve Güvenilirlik Algısı: Akran değerlendirmesinin en büyük handikabı olan objektiflik sorunu, anonimlik ve yapay zekânın referans alınmasıyla önemli ölçüde çözülmüştür. Bir öğrenci, süreci "O kişiyi görmemem benim daha fazla adil ve tarafsız olmamı sağladı" sözleriyle ifade ederken, bir diğeri "Yapay zekâdan aldığım cevaplarla onların cevaplarını karşılaştırdım... adaletli bir şekilde puanladım" diyerek nesnelliğe vurgu yapmıştır.

Bilişsel Katkılar: Süreç, salt bir not verme işleminin ötesine geçerek güçlü bir biçimlendirici değerlendirme aracı olarak işlev görmüştür. Öğrenciler yapay zekâ çıktılarını okurken kendi eksiklerinin de farkına varmışlardır. "Yanlışlarımı gördüm, yanlışlarımın üzerine gittim" ve "Arkadaşımdın kâğıdını incelerken ben böyle düşünmemiştim dediğim yerler çok oldu" şeklindeki ifadeler, üst bilişsel farkındalığın arttığını göstermektedir.

Sosyal ve Duyuşsal Kazanımlar: Akranlarına geri bildirim verme görevi, öğrencilerin sınıf içi empati düzeylerini artırmıştır. Hataları düzeltirken "kırmadan söyleme" gayreti içine giren öğrenciler, "İnsanların yanlışlarını düzeltmek, onlara hatalarını göstermek güzel bir deneyimdi" diyerek yardımlaşma duygusunun olumlu etkilerini dile getirmişlerdir.

Süreçte Yaşanan Sorunlar: Tüm bu olumlu yansımalara rağmen, öğrenciler zaman zaman arkadaşlarına kaç puan verecekleri konusunda kararsızlık (emin olamama) yaşamışlardır. "Nasıl kırmadan geri bildirim vereceğimi ve puanlamalarımnda nasıl karar vereceğimi bilemedim" sözü bu gerilimi yansıtmaktadır. Ayrıca yapay zekânın ürettiği akademik metinleri anlama ve kendi yaş düzeylerine göre sadeleştirme noktasında güçlük çeken öğrenciler de tespit edilmiştir.

3. SONUÇ

Bu araştırmadan elde edilen nicel ve nitel veriler bütüncül bir biçimde incelendiğinde, ortaokul düzeyinde yapay zekâ destekli akran değerlendirmesinin hem ölçme güvenilirliği hem de öğrencinin bilişsel ve sosyal gelişimi açısından oldukça etkili bir yöntem olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Nicel verilerin sunduğu yüksek korelasyon ($r_s = .658$), geleneksel akran değerlendirmesinin en büyük engeli olan "öznellik ve bilgi eksikliği" sorununun, yapay zekânın

bir doğrulayıcı referans olarak kullanılmasıyla büyük ölçüde aşılabileceğini kanıtlamaktadır. Ancak, öğretmenin puanlamalarındaki daha geniş standart sapma (yüksek ayırt edicilik) oranı, yapay zekânın ve öğrencilerin bir uzman değerlendiricinin bağlamsal derinliğine henüz tam olarak ulaşmadığını da göstermektedir. Bu bulgu, eğitimde salt otomasyona dayalı sistemler yerine, insan ve yapay zekâ iş birliğine dayalı hibrit modellerin benimsenmesi gerektiği görüşünü desteklemektedir (Atasoy ve Moslemi Nezhad Arani, 2025).

Nitel sonuçlar incelendiğinde ise yapay zekânın sürece entegrasyonu, öğrencileri sadece not veren bir puanlayıcı olmaktan çıkarmış; onları araştırmaya, kendi hatalarını fark etmeye ve arkadaşlarıyla empati kurmaya yönelten sosyal bir öğrenme aracına dönüştürmüştür. Öğrenciler, yapay zekânın sunduğu teknik bilgiyi "kırmadan söyleme" ve "yardımcı olma" gibi kendi insani filtrelerinden geçirerek, teknolojinin eksik bıraktığı duygusal boyutu başarıyla tamamlamışlardır.

Bununla birlikte, öğrencilerin uzun çıktıları anlamlandırmada ve doğru puanı vermede yaşadıkları tereddütler, sürecin tamamen teknolojiye terk edilemeyeceğini açıkça göstermektedir. Bu noktada öğrencilerin eleştirel düşünme ve elde ettikleri veriyi sorgulama becerisi kazanmaları, yani yapay zekâ okuryazarlığı, en kritik ihtiyaç olarak öne çıkmaktadır. Sonuç itibarıyla, eğitim ortamlarında yapay zekânın bağımsız bir not verme makinesi olarak değil, öğretmenin sürecin yöneticisi olduğu akıllı bir "pedagojik asistan" olarak konumlandırılması gerekmektedir.

Bu bulgular doğrultusunda, ileride gerçekleştirilecek uygulamalarda verimliliği artırmak adına, süreç öncesinde öğrencilere yapay zekâyı etkili istem yazma, okuduğunu anlama ve üretilen veriyi doğrudan kabul etmek yerine eleştirel biçimde sorgulayıp sentezleme eğitimlerinin verilmesi önerilmektedir.

KAYNAKÇA

Adıgüzel, T., Kaya, M. H., ve Cansu, F. K. (2023). Revolutionizing education with AI: Exploring the transformative potential of ChatGPT. *Contemporary Educational Technology*, 15(3), ep429.

Atasoy, A., ve Moslemi Nezhad Arani, S. (2025). ChatGPT: A reliable assistant for the evaluation of students' written texts? *Education and Information Technologies*. Advance online publication.

Bahar, M., Nartgün, Z., Durmuş, S., ve Bıçak, B. (2008). *Geleneksel - alternatif ölçme ve değerlendirme öğretmen el kitabı*. Pegem.

Baki, A., ve Gökçek, T. (2012). Karma yöntem araştırmalarına genel bir bakış. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 11(42), 1-21.

Börkan, B. (2017). Akran değerlendirmesinde puanlayıcı katılığı kayması. *Eğitimde ve Psikolojide Ölçme ve Değerlendirme Dergisi*, 8(4), 469-489.

Creswell, J. W., ve Clark, V. L. P. (2007). *Designing and conducting mixed methods research*. SAGE.

- Darvishi, A., Khosravi, H., Sadiq, S., ve Gašević, D. (2022). Incorporating AI and learning analytics to build trustworthy peer assessment systems. *British Journal of Educational Technology*, 53(4), 844–875.
- Dochy, F., Segers, M., ve Sluijsmans, D. (1999). The use of self-, peer and co-assessment in higher education: A review. *Studies in Higher Education*, 24(3), 331-350.
- Falchikov, N. (1995). Peer feedback marking: Developing peer assessment. *Innovations in Education and Training International*, 32(2), 175-187.
- Guo, K. (2024). EvaluMate: Using AI to support students' feedback provision in peer assessment for writing. *Assessing Writing*, 61, 100864.
- Mozgovoy, M., Kakkonen, T., ve Cosma, G. (2010). Automatic student plagiarism detection: Future perspectives. *Journal of Educational Computing Research*, 43(4), 511-531.
- Panadero, E., ve Alqassab, M. (2019). An empirical review of anonymity effects in peer assessment, peer feedback, peer review, peer evaluation and peer grading. *Assessment ve Evaluation in Higher Education*, 44(8), 1253-1278.
- Topping, K. (1998). Peer assessment between students in colleges and universities. *Review of Educational Research*, 68(3), 249-276.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2018). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Seçkin.

DİL ÖĞRENİMİNE YÖNELİK DİJİTAL UYGULAMA GELİŞTİRME: PEDAGOJİK YAKLAŞIMLAR, BAĞLAMLAR VE SONUÇLAR

Fatma Şeyma KOÇ

Akdeniz University, Faculty of Education, Department of Foreign Language Education, 07058

Konyaaltı, Antalya

ORCID: 0000-0001-8745-0247

ÖZET

Mobil teknolojilerin dil öğretimine entegrasyonu ders dışı öğrenme fırsatlarını önemli ölçüde artırmıştır. Mobil destekli dil öğrenme araçları, dil öğrenenlere dil girdisine, etkileşimli pratiğe ve kişiselleştirilmiş öğrenme fırsatlarına erişim sağlarken, bu araçların pedagojik tasarım özelliklerinin ve dil yeterliliğindeki kazanımlara katkılarının yeterince anlaşılmadığı görülmektedir. Bu çalışma, literatürdeki yaygın pedagojik yaklaşımları, teknolojik özellikleri ve kullanılabilirlik özelliklerini belirlemek amacıyla mobil ve web tabanlı dil öğrenme uygulamaları üzerine yapılan araştırmaların sistematik bir incelemesini sunmaktadır. Bilgileri sistematik olarak incelemek, analiz etmek ve sentezlemek için PRISMA metodolojisi kullanılmıştır. Çalışmaları yayın özellikleri, hedef kitle, teknolojik özellikler, teorik ilkeler, öğrenme stratejileri, uygulama teknikleri ve öğrenme sonuçları açısından analiz etmek için yapılandırılmış bir kodlama çerçevesi oluşturulmuş ve nitel bulgular içerik analizi yoluyla analiz edilmiştir. Sonuçlar, çoğu uygulamanın kelime bilgisi ve dilbilgisi pratiğine ve alıştırmaya, etkileşimli simülasyonlar ve oyunlaştırılmış öğrenme gibi görevler aracılığıyla konuşma becerilerine odaklandığını göstermektedir. Bunun yanı sıra birçok uygulama, daha işbirlikçi ve etkileşimli öğrenme ortamları oluşturmak için artırılmış gerçeklik, konuşma tanıma ve büyük dil modelleri gibi yeni teknolojileri entegre etmektedir. Bu meta sentez çalışması ayrıca, bu uygulamaların genellikle yapılandırmacılık, iletişimsel dil öğretimi, görev tabanlı dil öğretimi ve özerk öğrenme gibi teorik felsefelere dayandığını ve öğrenci merkezli dil öğrenimini savunduğunu göstermektedir. Çalışma ihtiyaç analizi, öğretim tasarımı prototipleri ve uzman görüşleri gibi kullanıcı merkezli tasarım metodolojilerinin uygulama tasarımını yönlendirdiğini, değerlendirmenin ise kullanılabilirlik ölçümlerinden, öğrenci algısı değerlendirmelerinden ve deneysel tasarımlardan yola çıkılarak yapıldığını göstermektedir.

Analiz edilen çalışmaların genelinde, ortak teknolojik özellikler anlık geri bildirim, çok modlu girdi, uyarlanabilir ve kişiselleştirilmiş girdi olmuştur. Bu sentez yoluyla ortaya çıkarılan teknolojik ve pedagojik ilkeler, eğitim uygulaması tasarımcıları ve araştırmacıları için daha etkin, teoriye uygun ve öğrenci merkezli dil öğrenme araçları oluşturmada yol gösterici bir çerçeve sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Mobil öğrenme, bilgisayar destekli öğrenme, uygulama geliştirme, araç tasarımı, dil öğrenimi

DEVELOPING DIGITAL APPLICATIONS FOR LANGUAGE LEARNING: PEDAGOGICAL APPROACHES, CONTEXTS, AND RESULTS

ABSTRACT

The incorporation of mobile technologies into language teaching has tremendously increased occasions for extracurricular language learning. Mobile-assisted language learning tools provide language learners with adaptable access to language input, interactional practice and personalized learning opportunities, yet there is still insufficient understanding of the pedagogical design characteristics of these tools and their contributions to language proficiency gains. This study presents a systematic metasynthesis of research on mobile and web-based language learning applications, with the purpose of specifying common pedagogical approaches, technological properties, and usability features. The PRISMA methodology was employed to systematically review, analyze, and synthesize information. A structured coding framework was constructed to analyze studies in terms of publication properties, target population, technological characteristics, theoretical principles, learning strategies, implementation techniques, and learning outcomes, and qualitative data were analyzed through content analysis. The results demonstrate that most applications center on vocabulary and grammar practice, and speaking skills through tasks like drill-and-practice, interactional simulations, and gamified learning. Moreover, many applications integrate emerging technologies such as augmented reality, speech recognition, and large language models to build more collaborating and immersive learning venues. The synthesis also shows that these applications are often grounded in theoretical philosophies such as constructivism, communicative language teaching, task-based language teaching, and autonomous learning, and connectivism to advocate for learner-centered language learning. The study also shows that user-centered design methodologies such as needs analysis, instructional design prototypes and expert opinions direct application creation, while evaluation draws from usability measurements, learner perception appraisals and experimental designs. Across the analyzed

studies, common technological properties are instant feedback, multimodal input, adaptive and personalized input. The technological and pedagogical principles identified through this synthesis provide a guiding framework for educational application designers and researchers in building more efficient, theory-aligned and learner-centered language learning tools.

Keywords: MALL, CALL, application development, tool design, language learning

9-11 YAŞ ARASI ÇOCUKLARDA GÖÇMENLİK DURUMUNA GÖRE ÖZNEL SOSYAL STATÜNÜN PSİKO-SOSYAL DURUM VE BİYOBELİRTEÇLERLE İLİŞKİSİ

Emine ÖNCÜ

Mersin Üniversitesi, Hemşirelik Fakültesi, Halk Sağlığı Hemşireliği ABD, Yenişehir, Mersin

ORCID: 0000-0001-6660-1640

Medine ÇİMTAY

Bağımsız araştırmacı

Nurgül ÇATAK

Hemşire, Şanlıurfa Mehmet Akif Inan Eğitim Araştırma Hastanesi, Şanlıurfa

Beyza MÜJDECİ

Hemşire, Karkamış şehit Fuat Oğuzcan ilçe devlet hastanesi, Gaziantep

ÖZET

Öznel sosyal statü (ÖSS), bireyin toplumsal konum algısını ifade eder ve sağlık sonuçlarını gelir, eğitim veya meslek gibi nesnel göstergelerden daha güçlü öngörebilir. Düşük ÖSS, kronik stresi ve inflamasyonu artırarak çocuklukta kardiyometabolik riskleri yükseltebilir ve ruh sağlığı sorunları ile dışa dönük davranışlarla ilişkilidir. Türkiye’de geçici koruma altındaki Suriyeli çocuklar, statü kaybı nedeniyle düşük ÖSS açısından yüksek risk taşımaktadır. Bu çalışma, 9–11 yaş grubu çocuklarda göçmenlik durumuna göre sosyal statü, psikososyal durum ve biyobelirteçler arasındaki ilişkiyi incelemeyi amaçlamaktadır. Kesitsel çalışma, Nisan–Haziran 2025 tarihleri arasında bir ilde yürütülmüş ve ruhsal rahatsızlığı olmayan 184 göçmen ile 637 Türk çocuk çok aşamalı tabakalı örnekleme ile seçilmiştir. Veriler, demografik ve aile yaşamı anketi, Öznel Sosyal Statü Formu, CES-Depresyon ve Saldırganlık Ölçekleri ile boy, kilo ve tansiyon ölçümleri aracılığıyla toplanmış; tanımlayıcı istatistikler, T testi ve ki-kare analizi ile değerlendirilmiştir. Etik onay ve kurum izni alınmış, velilerden ve çocuklardan yazılı onam sağlanmıştır. Çalışma, TÜBİTAK 2209 projesi kapsamında desteklenmiştir (2024-1/1919B012416117). Katılımcıların yaş ortalaması $9,54 \pm 0,62$ yıl (9–12), %51,4’ü kız, %22,4’ü göçmendir. Ortalama boy $139,25 \pm 6,63$ cm, kilo $36,67 \pm 9,64$ kg olarak saptanmıştır. Sağlık algısı $2,16 \pm 1,04$ (1–5), çocukluk ÖSS $7,44 \pm 1,93$, anne ÖSS $5,21 \pm 2,57$, baba ÖSS $5,69 \pm 2,41$ (1–10) olarak ölçülmüştür. Saldırganlık puanı $11,23 \pm 1,94$, yoksulluk indeksi $5,17 \pm 3,96$ ve depresif belirti puanı $20,66 \pm 9,61$ bulunmuştur. Göçmen çocukların sağlık algısı daha yüksek (2,29–2,12), çocukluk ÖSS düşük (7,00–7,56) ve yoksulluk (5,92–5,17) ile depresyon (22,86–20,66) puanları daha yüksektir. Çocukluk ÖSS, yoksulluk ve depresif belirtiler açısından gruplar arası fark anlamlı iken ($p < 0,05$), sağlık algısı, ebeveyn ÖSS ve saldırganlık açısından fark bulunmamıştır ($p > 0,05$). Normal tansiyon Türk çocuklarda %95,4, göçmen çocuklarda %97,8 olup göçmenlik durumu ile hipertansiyon arasında anlamlı ilişki yoktur ($p = 0,413$). Sonuç olarak, göçmen

çocuklar Türk çocuklara göre düşük çocukluk ÖSS ve daha yüksek yoksulluk ve depresyon riski altındadır; psikososyal destek ve sosyal eşitlik odaklı programlarla güçlendirilmeleri önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Öznel sosyal statü; psikososyal durum; biyobelirteç; göçmenlik

ABSTRACT

Subjective social status (SSS), an individual's perceived societal position, predicts health outcomes more strongly than objective indicators. Low SSS can increase chronic stress and inflammation, raising childhood cardiometabolic risk and is linked to mental health problems and externalizing behaviors. In Turkey, Syrian children under temporary protection are particularly at risk for low SSS due to status loss. This study aimed to examine the relationship between social status, psychosocial functioning, and biomarkers according to migration status among children aged 9–11 years. A cross-sectional study in one province (April–June 2025) included 184 migrant and 637 Turkish children without psychiatric disorders, selected via multistage stratified sampling. Data were collected via demographic and family questionnaires, the Subjective Social Status Form, CES-Depression and Aggression Scales, and height, weight, and blood pressure measurements, then analyzed using descriptive statistics, t-tests, and chi-square tests. Ethical approval and institutional permission were obtained, with written consent from parents and children. It was supported as TÜBİTAK 2209 project (2024-1/1919B012416117). The mean age was 9.54 ± 0.62 years (9–12), 51.4% were female, and 22.4% were migrants. Mean height and weight were 139.25 ± 6.63 cm and 36.67 ± 9.64 kg. Health perception averaged 2.16 ± 1.04 (1-5), childhood SSS 7.44 ± 1.93 , maternal SSS 5.21 ± 2.57 , paternal SSS 5.69 ± 2.41 (1-10). Aggression score was 11.23 ± 1.94 , poverty index 5.17 ± 3.96 , and depressive symptoms 20.66 ± 9.61 . Migrant children had slightly higher health perception (2.29 vs. 2.12) (1-5), lower childhood SSS (7.00 vs. 7.56), and higher poverty (5.92 vs. 5.17) and depressive symptoms (22.86 vs. 20.66). Differences were significant for SSS, poverty, and depression ($p < 0.05$), but not for health perception, parental SSS, or aggression ($p > 0.05$). Normal blood pressure was seen in 95.4% of Turkish and 97.8% of migrant children, with no significant association ($p = 0.413$). Migrant children had lower childhood SSS and higher poverty and depression risk; psychosocial support and social equity programs are recommended.

Keywords: Subjective social status; psychosocial functioning; biomarker; migration.

FARKLI EĞİTİM KADEMELERİNDEKİ ÖĞRETMENLERİN ÖĞRENMEDE EVRENSEL TASARIM (UDL) İLKELERİNE YÖNELİK UYGULAMA BAĞLILIKLARI: BETİMSSEL VE KARŞILAŞTIRMALI BİR ÇALIŞMA

Edanur TARI

Yıldız Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eğitim Programları ve Öğretim Anabilim Dalı,
İstanbul

ORCID: 0009-0009-9323-2997

Sertel ALTUN

Yıldız Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eğitim Programları ve Öğretim Anabilim Dalı,
İstanbul

ORCID: 0000-0002-1951-5181

ÖZET

Eğitim ortamlarındaki öğrenci profilinin giderek heterojen bir yapı kazanması, öğretim süreçlerinin "ortalama öğrenci" varsayımından arındırılarak her birey için erişilebilir kılınmasını zorunlu hale getirmektedir. Öğrenme engellerini bireyin yetersizliğinde değil, öğretimin tasarımındaki esneklik eksikliğinde arayan Öğrenmede Evrensel Tasarım (UDL), kapsayıcı eğitim hedefleri için bütüncül bir kuramsal çerçeve sunmaktadır. Ancak alanyazın incelendiğinde, UDL üzerine yapılan çalışmaların daha çok teorik tartışmalar üzerinde yoğunlaştığı; öğretmenlerin bu ilkeleri sınıf içi pratiğe yansıtma düzeylerini (uygulama bağlılığı) farklı kademe ve değişkenler açısından ele alan geniş ölçekli ampirik verilere ihtiyaç duyulduğu görülmektedir.

Bu çalışma, öğretmenlerin UDL ilkelerini sınıf içi öğretime yansıtma düzeylerini betimlemek ve bu düzeylerin kademe, okul türü ve branş gibi değişkenler açısından farklılaşıp farklılaşmadığını ortaya koymak amacıyla tasarlanmıştır. Nicel araştırma yöntemlerinden tarama modelinin benimsendiği araştırmanın çalışma grubu 2026 yılı içerisinde İstanbul ilinde Milli Eğitim Bakanlığı'na bağlı devlet ve özel okullarda görev yapan anaokulu, ilkokul, ortaokul ve lise kademelerinden 350 öğretmen oluşturmaktadır. Veri toplama sürecinde, öğretmenlerin UDL uygulamalarına yönelik bağlılıklarını ölçmek amacıyla Güçkiran (2024) tarafından geliştirilen ve yüksek güvenirlik katsayısına (Cronbach Alfa = .93) sahip olan "Öğrenmede Evrensel Tasarım Uygulama Bağlılığı Aracı (ÖET-UBA)" kullanılacaktır. Üç alt boyut ve 22 maddeden oluşan ölçek aracılığıyla toplanan veriler, öğretmenlerin UDL'yi sınıf içi davranış setlerine ne ölçüde aktarabildiklerini analiz etmeye imkan tanıyacaktır.

Araştırmanın özgün değeri, anaokulundan lise kademesine kadar geniş bir yelpazedeki öğretmenlerin UDL uygulama düzeylerini sistematik bir ölçme aracıyla karşılaştırmalı olarak değerlendirmesinden kaynaklanmaktadır. Elde edilecek bulguların, öğretmenlerin UDL'nin

hangi boyutlarında desteğe ihtiyaç duyduklarını somutlaştırması ve kapsayıcı eğitim politikalarının sahadaki gerçek ihtiyaçlar doğrultusunda yapılandırılmasına veri temelli bir katkı sunması beklenmektedir. Bu yönüyle çalışma, UDL'nin kuramsal potansiyeli ile sınıf pratiği arasındaki boşluğu kapatmaya yönelik bilimsel bir temel oluşturmayı hedeflemektedir.

Anahtar Kelimeler: Öğrenmede Evrensel Tasarım (UDL), Uygulama Bağlılığı, Kapsayıcı Öğretim Tasarımı, Karşılaştırmalı Analiz, Öğretmen Uygulamaları.

IMPLEMENTATION FIDELITY OF TEACHERS AT DIFFERENT EDUCATIONAL LEVELS TOWARD UNIVERSAL DESIGN FOR LEARNING (UDL) PRINCIPLES: A DESCRIPTIVE AND COMPARATIVE STUDY

ABSTRACT

The increasingly heterogeneous student profile in educational environments necessitates the purification of instructional processes from the "average student" assumption, making them accessible to every individual. Universal Design for Learning (UDL), which seeks learning barriers not in the individual's disability but in the lack of flexibility in instructional design, provides a holistic theoretical framework for inclusive education goals. However, a review of the literature reveals that studies on UDL are predominantly concentrated on theoretical discussions; there is a clear need for large-scale empirical data examining the extent to which teachers reflect these principles into classroom practice (implementation fidelity) in terms of different levels and variables.

This study is designed to describe teachers' levels of reflecting UDL principles into classroom instruction and to reveal whether these levels differ in terms of variables such as educational level, school type, and branch. Adopting the survey model—one of the quantitative research methods—the study group consists of 350 teachers working in public and private schools affiliated with the Ministry of National Education in Istanbul during the year 2026, across kindergarten, primary, secondary, and high school levels. In the data collection process, the "Universal Design for Learning Implementation Fidelity Tool (UDL-IFT)," developed by Güçkıran (2024) and possessing a high reliability coefficient (Cronbach's Alpha = .93), will be used to measure teachers' fidelity to UDL applications. The data collected through this scale, which consists of three sub-dimensions and 22 items, will allow for an analysis of the extent to which teachers can transfer UDL into their classroom behavioral sets.

The original value of the research stems from its comparative evaluation of UDL implementation levels among a wide range of teachers from kindergarten to high school using a systematic measurement tool. The findings to be obtained are expected to concretize which

dimensions of UDL teachers require support in and provide a data-based contribution to the structuring of inclusive education policies in line with real needs in the field. In this respect, the study aims to establish a scientific foundation for bridging the gap between the theoretical potential of UDL and classroom practice.

Keywords: Universal Design for Learning (UDL), Implementation Fidelity, Inclusive Instructional Design, Comparative Analysis, Teacher Practices.

AN INTEGRATED E-COMMERCE PLATFORM FOR INTERNATIONAL MARKETS: SNEAKERBOX.RU

Aylin ARSLAN

Flo Technology, Istanbul, Türkiye

ORCID: 0009-0009-9573-6697

ABSTRACT

The rapid growth of cross-border e-commerce has increased the need for scalable, regulation-aware, and technologically robust digital platforms capable of operating across heterogeneous international markets. However, many existing solutions remain either conceptually oriented or insufficiently validated through real-world implementation, particularly in institutionally complex environments.

This study presents the design, development, and deployment of a next-generation e-commerce platform developed by FLO Technology to support international market expansion, with a specific focus on the Russian market. Building upon existing research on cross-border e-commerce platforms, the study proposes a scalable, secure, and regulation-compliant digital commerce infrastructure capable of integrating local financial, logistics, and legal systems within a single end-to-end architecture. The platform was developed from scratch using a distributed architecture based on Java, PHP, RESTful APIs, and cloud-native technologies.

A key focus of the study is addressing market-specific challenges such as local accounting compliance (1C, ATOL), fiscalization requirements, address validation, logistics orchestration, and secure payment processing. To mitigate operational risks, proactive data validation mechanisms and probabilistic logistics distribution algorithms were implemented, while system scalability and reliability were ensured through containerization and cloud auto-scaling strategies.

Deployment-based results indicate measurable financial, operational, and technological gains, validated through real-world deployment and performance metrics, including higher profitability compared to physical retail channels, reduced return rates, improved customer loyalty, and significant reductions in testing and deployment cycles. By combining empirical outcomes with architectural insights, this study contributes a practice-oriented and empirically validated reference model for retailers seeking to expand into highly regulated foreign markets through digital commerce platforms.

Keywords: Cross-border e-commerce, distributed systems, digital transformation

1. Introduction

The rapid growth of cross-border e-commerce has significantly transformed global retail by enabling firms to expand beyond domestic markets and access new consumer segments. However, international expansion introduces substantial operational challenges, including regulatory compliance, localized taxation, logistics coordination, payment processing, and data interoperability across heterogeneous systems. These challenges are particularly pronounced in markets with strict fiscal and financial regulations, where conventional e-commerce architectures often fail to scale effectively.

Russia represents one such complex market, characterized by mandatory fiscalization, integration with state-approved accounting systems, and strict invoicing requirements. For foreign retailers, entering this market requires not only market adaptation but also the development of a robust technological infrastructure capable of ensuring regulatory compliance while maintaining operational efficiency and a seamless customer experience. Consequently, the design of integrated, scalable, and regulation-aware e-commerce platforms has become a critical research and practical concern.

Despite the growing body of research on cross-border e-commerce, much of the existing literature remains conceptual or focuses on isolated components such as logistics optimization, digital payment systems, or consumer behavior analysis. Empirical studies that present end-to-end e-commerce architectures validated through real-world deployment in highly regulated foreign markets are still limited. Addressing this gap, the present study offers a holistic case study of a production-level platform that integrates regulatory compliance mechanisms, logistics orchestration, financial systems, and cloud-native scalability within a single operational framework. By providing evidence derived from an actively operating international e-commerce system, this work responds to current academic calls for practice-oriented research and contributes actionable insights for both researchers and practitioners engaged in international digital commerce.

The primary objective of this study is to develop a fully integrated e-commerce system capable of operating in compliance with Russian financial regulations, minimizing operational risks, and delivering a high-quality customer experience. With the system architecture, implementation strategies, and measurable results of the platform proposed in this study, the study has been positioned within the broader academic literature on international e-commerce platforms.

The remainder of this paper is organized as follows. Section 2 reviews the relevant literature on cross-border e-commerce platforms and international digital commerce. Section 3 presents the overall system architecture and key technological components of the proposed platform. Section 4 reports the financial, operational, and technological outcomes derived from the platform's real-world deployment. Section 5 discusses the findings in relation to existing studies and practical implications. Finally, Section 7 concludes the paper by summarizing the main contributions and outlining directions for future research.

2. Literature Review

Recent studies on cross-border e-commerce have increasingly focused on the technological foundations required to support scalable, resilient, and internationally deployable digital platforms. In particular, platform architecture and cloud-native system design have been identified as critical enablers of cross-border market expansion. Jin (2025) examines brand internationalization strategies in cross-border e-commerce through distributed architectures, emphasizing the role of modular and cloud-based infrastructures in ensuring scalability and system resilience. Similarly, Chen et al. (2025) highlight how platform-based e-commerce systems facilitate global market access by enabling flexible integration with regional services and third-party providers. From an operational perspective, Peng (2024) demonstrates that close alignment between platform architecture and logistics services significantly improves efficiency and delivery performance in cross-border e-commerce ecosystems.

Beyond technological considerations, another stream of literature emphasizes the importance of regulatory compliance, institutional distance, and consumer trust in international digital commerce. Research published in *Management International Review* (2022) shows that the rhythm of internationalization and variations in institutional environments substantially influence the growth trajectories of e-commerce firms. Jones et al. (2024) further argue that regulatory compliance mechanisms embedded within digital platforms play a decisive role in mitigating legal risks associated with cross-border operations. From a consumer perspective, Goetzinger and Špremić (2025) underline the significance of trust-building mechanisms, such as data protection and consumer rights assurance, for sustaining long-term engagement in cross-border e-commerce platforms.

A third line of research evaluates cross-border e-commerce platforms in terms of performance outcomes, efficiency gains, and sustainability implications. Derindağ (2022), through a systematic literature review, identifies recurring themes related to platform scalability, logistics integration, and operational efficiency, providing a comprehensive overview of the field's

evolution. Empirical studies by Rehman et al. (2025) show that cross-border e-commerce adoption positively affects export performance in emerging markets, while Zhang et al. (2025) link platform participation to improvements in green innovation within manufacturing firms. Complementing these findings, Peng (2024) highlights that efficiency-driven platform designs not only enhance operational outcomes but also contribute to more sustainable cross-border trade practices.

Finally, recent conceptual work underscores the broader economic role of cross-border e-commerce platforms within the digital economy. Jin (2025b) emphasizes that such platforms act as key facilitators of international trade by integrating technological interoperability, regulatory adaptability, and market accessibility. Collectively, the existing literature establishes a strong foundation regarding the technological, regulatory, and performance-related dimensions of cross-border e-commerce. However, despite these advances, there remains a limited number of studies that validate integrated platform architectures through real-world implementation and empirical performance outcomes, particularly in institutionally complex international markets. This gap directly motivates the present study.

3. System Architecture and Implementation

This section presents the system architecture and implementation approach of the proposed cross-border e-commerce platform, with a particular focus on modularity, scalability, and regulatory compliance. The platform was designed as a layered architecture that separates customer-facing components, core application services, external system integrations, and cloud-based infrastructure to ensure flexibility and maintainability. The overall end-to-end system architecture, including the interaction between application services and external regulatory and logistics systems, is illustrated in Figure 1, which highlights the platform's layered design and integration-centric architecture. This architectural approach enables seamless orchestration of financial, logistical, and operational processes while supporting the platform's ability to adapt to the regulatory and technical constraints of highly regulated international markets.

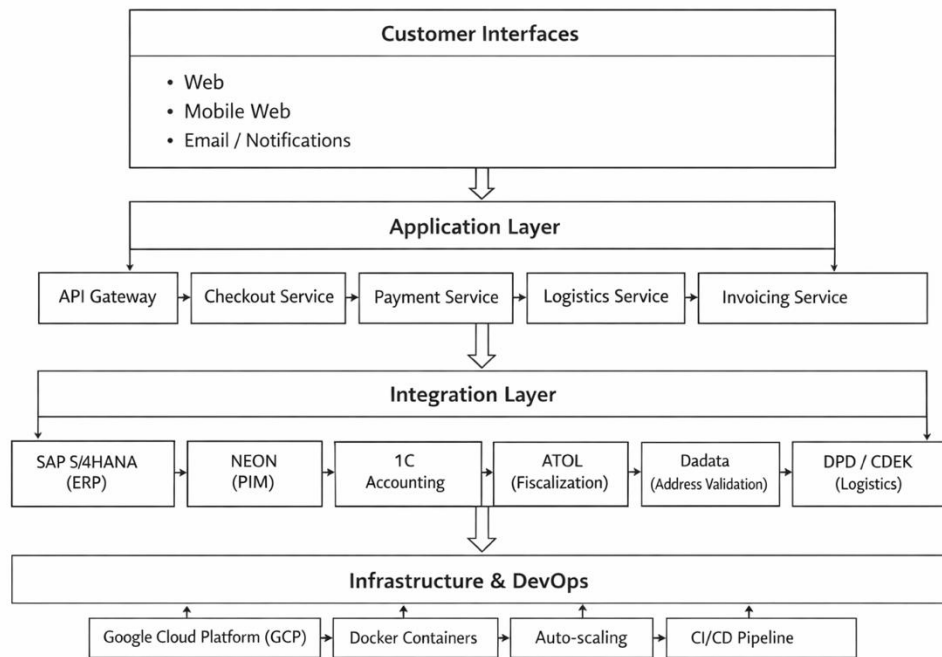


Figure 1. Layered System Architecture of the Proposed E-Commerce Platform

3.1 Front-End Design and User Experience

In alignment with prior findings on user experience and platform usability, the Sneakerbox.ru platform was designed with modern UX/UI principles across web, desktop, mobile web, and email interfaces. The front-end architecture ensures consistency, accessibility, and usability across all customer touchpoints while supporting sustainable operational workflows.

3.2 Backend Architecture and Core Services

The platform was implemented using a distributed architecture primarily built with Java and PHP. Product data is retrieved from SAP S/4HANA and NEON systems via APIs and processed using Elasticsearch-based algorithms before being validated and published through the Orkestra management panel. To enhance security and maintainability, critical services such as payment, logistics, invoicing, and checkout were deployed on isolated subdomains.

3.3 Logistics and Address Validation

Logistics performance is widely recognized as a decisive factor in cross-border e-commerce service quality (Journal of Global Information Management, 2022). In this study, full integration was established with the FM Warehouse system, enabling mandatory FM and DM code tracking for each product. A probabilistic distribution algorithm was implemented to balance shipments between DPD (60%) and CDEK (40%).

To mitigate address-related failures, the Dadata address verification service was integrated at the data entry stage, significantly reducing invalid address submissions and preventing downstream logistics disruptions.

3.4 Financial Systems and Regulatory Compliance

Secure payment processing was achieved through Credit Europe Bank's remoteCheckout infrastructure, ensuring that customer card data is handled exclusively within the bank's secure environment. Accounting and invoicing processes were modernized by migrating the 1C integration from an FTP/XML-based structure to a RESTful JSON-based architecture. End-to-end invoice management, including proforma, sales, and refund invoices, is handled via the ATOL integrator, ensuring compliance with local fiscal regulations.

3.5 Customer Communication and Digital Marketing

Consistent customer communication is critical for trust and loyalty in digital commerce ecosystems. Accordingly, SMS and email channels were implemented with structured templates and sequential delivery logic. Digital marketing enhancements included ElasticSearch-based recommendation improvements, SEO optimization, and user behavior analytics using Yandex Metrika and Google Analytics, aligning with data-driven marketing practices emphasized in prior research.

4. Results and Evaluation

Following the implementation of the proposed e-commerce platform, a comprehensive evaluation was conducted to assess operational performance under real-world conditions. The evaluation focuses on key performance indicators related to profitability, system efficiency, customer experience, and process automation. All results reported in this section are derived from data collected during the first operational phase of the platform and reflect its performance in a highly regulated cross-border market environment.

4.1 Operational Efficiency and Customer Experience

Operational automation and local integrations resulted in a 45% reduction in return rates compared to in-store purchases. Furthermore, engagement strategies guided by Mindbox have resulted in 65-75% higher customer loyalty compared to past CRM campaign benchmarks. Proactive address validation effectively eliminated broken orders, confirming prior research that emphasizes the importance of data accuracy in logistics-intensive e-commerce systems.

4.2 Technological and R&D Impact

Test automation reduced pre-release testing time by approximately 40%, while the cloud-native architecture ensured system stability under high traffic conditions. The modular design

established a reusable technological foundation for future international expansions, aligning with best practices identified in distributed systems research.

5. Discussion

The findings of this study reinforce existing academic insights that successful cross-border e-commerce initiatives require not only advanced technical infrastructures but also deep alignment with local regulatory and institutional environments. Proactive data validation, modern integration protocols, and cloud scalability emerged as critical success factors, demonstrating how technical decisions directly influence operational efficiency and customer satisfaction. These findings further demonstrate that architectural and integration decisions are not merely technical choices but strategic determinants of cross-border e-commerce success.

6. Future Work

Planned enhancements include multi-currency and multi-language support, advanced analytics and visualization tools for executive decision-making, and the integration of machine learning models to analyze customer feedback data for personalized experiences. These developments aim to further strengthen the platform's adaptability across diverse international markets.

7. Conclusion

The rapid expansion of cross-border e-commerce has intensified the need for scalable, regulation-aware, and technologically robust digital platforms capable of operating across heterogeneous international markets. Existing solutions often remain either conceptually abstract or insufficiently validated through real-world deployment, particularly in markets with strict regulatory and operational constraints. In response to this gap, this study designed and implemented an integrated cross-border e-commerce platform based on a cloud-native, modular, and integration-centric architecture. The proposed system was developed to support international market entry, operational automation, and regulatory compliance while ensuring scalability and performance under real operational conditions.

Beyond its practical implementation, this study contributes to the existing literature by bridging the gap between conceptual discussions of cross-border e-commerce and real-world system engineering. By presenting an empirically grounded case with quantified operational, the paper offers concrete evidence of how architectural and integration choices translate into competitive advantage in international digital commerce environments.

The Sneakerbox.ru platform demonstrates how a locally compliant, cloud-based, and scalable e-commerce platform can enable successful international market expansion. Beyond its immediate commercial impact, the platform serves as a strategic technological roadmap for

global retail operations, reinforcing the organization's digital transformation and applied R&D capabilities.

REFERENCES

- Aynidinova, G. (2025). Cross-border e-commerce: Opportunities and challenges in global digital trade. *Journal of International Retail and Distribution*, 12(1), 22–35.
- Chen, Y., Wang, L., & Zhang, H. (2025). Platform-based cross-border e-commerce and global market expansion. *Journal of Digital Economy*, 3(1), 1–15. Springer Nature.
- Derindağ, Ö. F. (2022). Rise of cross-border e-commerce: A systematic literature review. *Journal of Applied and Theoretical Social Sciences*, 4(2), 85–102.
- Goetzinger, L., & Špremić, M. (2025). Consumer protection challenges in cross-border e-commerce: A systematic review. *European Journal of Economics*, 9(2), 45–62.
- Jin, Z. (2025a). Cross-border e-commerce brand internationalization: Distributed architecture and cloud computing strategies. *Distributed Processing Systems*, 18(1), 45–60.
- Jin, Z. (2025b). The role of cross-border e-commerce platforms in the digital economy. Springer Nature.
- Jones, R., Miller, T., & Brown, S. (2024). Regulatory compliance in cross-border e-commerce platforms. *Journal of International Commercial Law and Technology*, 19(3), 210–224.
- Journal of Global Information Management. (2022). Platform-based cross-border import retail e-commerce service quality evaluation. *Journal of Global Information Management*, 30(4), 1–18.
- Liu, X., Zhao, Q., & Sun, Y. (2025). Supply chain digitization and regional economic growth: Evidence from cross-border e-commerce. *Journal of Supply Chain Management*, 61(2), 98–115.
- Management International Review. (2022). Effects of internationalization rhythm and institutional distances on e-commerce firms' growth. *Management International Review*, 62(4), 567–590.
- Orman, S., & Teker, D. (2024). The impact of cross-border e-commerce on SME internationalization: Evidence from Turkey. *Pazarlama ve Pazarlama Araştırmaları Dergisi*, 17(2), 145–162.
- Peng, Y. (2024). Cross-border e-commerce platforms, logistics services and efficiency frameworks. *International Journal of Research Studies in Management*, 13(1), 22–38.
- Rehman, A., Khan, M., & Ali, S. (2025). Cross-border e-commerce adoption and export performance: Empirical evidence from emerging markets. *International Journal of Electronic Commerce Studies*, 16(1), 33–50.
- Wei, Z. (2025). Cross-border e-commerce and international trade development: A review. *Asian Economic and Management Perspectives*, 8(1), 12–27.
- Xiang, L. (2025). Business model innovation in cross-border e-commerce platforms. *Advances in Economics, Management and Political Sciences*, 14, 85–97.
- Zhang, Y., He, Q., & Zhang, S. (2025). Cross-border e-commerce participation and green innovation: Evidence from manufacturing firms. *Frontiers in Sustainable Development*, 3, 1–14.

6 ŞUBAT 2023 KAHRAMANMARAŞ DEPREMLERİNİN TÜRKİYE’DE İLLERİN İÇ GÖÇ DİNAMİKLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ: KÜMELEME ANALİZİ

Meryem PULAT ÖZTÜRK

Fırat Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü

ORCID: 0000-0003-0642-5619

ÖZET

Bu araştırmada 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremlerinin Türkiye’de iller arası iç göç dinamikleri üzerindeki etkisi ele alınmıştır. Depremden yoğun biçimde etkilenen illerde göç yapısında meydana gelen değişimleri ortaya koyabilmek amacıyla deprem öncesi dönem (2018–2022 ortalaması) ile deprem sonrası dönem (2023–2024 ortalaması) karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. Çalışmada; hastane sayısı, hastane yatak sayısı, ithalat, ihracat, alınan göç, verilen göç, akademisyen sayısı, öğrenci sayısı, toplam hasarlı konut sayısı, konut satış sayısı, nüfus yoğunluğu ve nüfus artış hızı değişkenleri kullanılmıştır. Değişkenler arasındaki ölçek farklılıklarını azaltmak amacıyla nüfus yoğunluğu ve nüfus artış hızı dışındaki tüm değişkenler nüfusa oranlanmış, ardından kümeleme analizi öncesinde tüm değişkenler standartlaştırılmıştır. Araştırmanın temel amacı, deprem sonrasında illerin küme yapılarında meydana gelen değişimleri ve olası konum değişikliklerini ortaya koymaktır. Analiz sürecinde K-ortalamalar, PAM, Ward, Complete, Gaussian Mixture Model (GMM) ve Fuzzy kümeleme algoritmaları uygulanmıştır. En uygun küme sayısını belirlemek amacıyla Dunn, Calinski–Harabasz, Davies–Bouldin ve Silhouette indekslerinden yararlanılmıştır. Bu indekslerin sonuçlarına göre hem deprem öncesi hem de deprem sonrası dönem için en uygun kümeleme çözümünün $k = 3$ ile K-ortalamalar yöntemi olduğu belirlenmiştir. Bu doğrultuda iller “Yüksek Çekim Merkezi”, “Dengeli/Durgun” ve “Riskli/Göç Veren” olmak üzere üç grupta sınıflandırılmıştır. Tüm analizler R programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Elde edilen bulgular, deprem sonrasında bazı deprem illerinin küme konumlarının değiştiğini ve göç veren iller kategorisine doğru bir kayma yaşandığını göstermektedir. Çalışma, afetlerin bölgesel göç dinamikleri üzerindeki etkisini çok boyutlu veri yapısı çerçevesinde inceleyerek literatüre katkı sağlamaktadır. Ayrıca mevcut literatürde deprem öncesi ve sonrası dönemleri karşılaştırmalı biçimde ele alarak illerin sosyo-ekonomik ve göç göstergelerine göre kümelenmesini ve küme geçişlerini inceleyen bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu yönüyle araştırma, depremin illerin göç temelli yapısal konumlarında meydana getirdiği değişimi kümeleme analizi aracılığıyla ortaya koyarak özgün bir katkı sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: İç göç, Afet, Pazarcık (Kahramanmaraş) Deprem, Veri madenciliği, Kümeleme analizi.

THE EFFECTS OF THE FEBRUARY 6, 2023 KAHRAMANMARAŞ EARTHQUAKES ON PROVINCIAL INTERNAL MIGRATION DYNAMICS IN TURKIYE: A CLUSTERING ANALYSIS

ABSTRACT

In this study, the impact of the February 6, 2023 Kahramanmaraş earthquakes on interprovincial internal migration dynamics in Turkey has been examined. In order to reveal the changes in migration patterns in the provinces heavily affected by the earthquake, a comparative analysis was conducted between the pre-earthquake period (average of 2018–2022) and the post-earthquake period (average of 2023–2024). In the study, the variables used were the number of hospitals, the number of hospital beds, imports, exports, immigration, emigration, the number of academics, the number of students, the total number of damaged houses, the number of house sales, population density, and population growth rate. In order to reduce the scale differences among the variables, all variables except for population density and population growth rate were normalized to the population, and then all variables were standardized before the clustering analysis. The main objective of the research is to reveal the changes in the cluster structures of provinces and possible location changes after the earthquake. During the analysis process, K-means, PAM, Ward, Complete, Gaussian Mixture Model (GMM), and Fuzzy clustering algorithms were applied. To determine the optimal number of clusters, Dunn, Calinski–Harabasz, Davies–Bouldin, and Silhouette indices were utilized. According to the results of these indices, the most suitable clustering solution for both the pre-earthquake and post-earthquake periods was determined to be $k = 3$ with the K-means method. In this context, the provinces have been classified into three groups: "High Attraction Center," "Balanced/Stable," and "Risky/Emigration." All analyzes were conducted using the R program. The findings indicate that after the earthquake, the cluster positions of some earthquake-affected provinces changed and there was a shift toward the category of emigration-providing provinces. The study contributes to the literature by examining the impact of disasters on regional migration dynamics within the framework of a multidimensional data structure. Additionally, there has been no study in the existing literature that examines the clustering of provinces based on socio-economic and migration indicators by comparing the periods before and after the earthquake. In this respect, the research offers a unique contribution by revealing the changes caused by the earthquake in the migration-based structural positions of the provinces thru cluster analysis.

Keywords: Internal migration, Disaster, Pazarcık (Kahramanmaras) Earthquake, Data mining, Cluster analysis.

THE RISE OF RIGHT-WING POPULISM AND THE POLITICAL ECONOMY OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT: A HEGEMONIC STRUGGLE IN GLOBAL CAPITALISM

Hilal KUVVETLİ

İstanbul Arel University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of International Trade and Finance, 34537 Tepekent-Büyükkçekmece, İstanbul

ORCID: 0000-0002-9066-4358

ABSTRACT

This study examines the political economy of the growing tensions between sustainability governance and the rise of right-wing populism (RWP) in contemporary global politics. While sustainable development (SD) has become a central organizing principle of global environmental governance, right-wing populist movements increasingly challenge environmental regulation, climate policy, and multilateral governance institutions. Within this broader global trend, the United States (US) represents a particularly significant case due to its central role in the global political economy and its influence on international climate governance.

This study conceptualizes sustainable development, drawing on neo-Gramscian approaches to global political economy, as a reformist hegemonic project that seeks to stabilize neoliberal capitalism by integrating environmental governance into existing market-oriented institutional structures. In this perspective, sustainability initiatives such as green growth, carbon markets, and technological modernization represent strategies aimed at reconciling ecological governance with continued economic expansion.

Empirically, the study analyzes elite political texts produced in the US between 2015 and 2026, including presidential speeches, executive orders, federal policy documents, and congressional statements. Using Critical Discourse Analysis (CDA), the article examines how sustainability and climate governance are framed within contemporary right-wing populist discourse.

The findings identify several recurring discursive patterns. These include the framing of climate governance as an elite-driven project imposed by international institutions, the promotion of fossil fuel expansion through narratives of energy dominance and economic recovery, and the articulation of climate policy within broader discourses of sovereignty, national security, and geopolitical competition. These narratives challenge the legitimacy of sustainability governance and reflect deeper tensions associated with neoliberal crisis, economic restructuring, and geopolitical rivalry.

The article argues that contemporary conflicts over SD should be interpreted as part of a broader hegemonic struggle over competing stabilization strategies within global capitalism, where reformist projects of green modernization confront alternative political projects centered on fossil-based accumulation, economic nationalism, and energy sovereignty.

Keywords: political economy; sustainable development; sustainability governance; right-wing populism; the United States

SAĞ POPÜLİZMİN YÜKSELİŞİ VE SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMANIN POLİTİK EKONOMİSİ: KÜRESEL KAPİTALİZMDE HEGEMONYA MÜCADELESİ

ÖZET

Bu çalışma, çağdaş küresel siyasette sürdürülebilirlik yönetişimi ile sağ popülizmin (right-wing populism, RWP) yükselişi arasındaki artan gerilimlerin politik ekonomisini incelemektedir. Sürdürülebilir kalkınma (SD), küresel çevre yönetişiminin merkezi bir düzenleyici ilkesi haline gelmiş olsa da, sağ popülist hareketler giderek çevresel düzenlemeleri, iklim politikalarını ve çok taraflı yönetim kurumlarını sorgulamakta ve bunlara meydan okumaktadır. Bu daha geniş küresel eğilim içinde Amerika Birleşik Devletleri (ABD), küresel politik ekonomideki merkezi konumu ve uluslararası iklim yönetişimi üzerindeki etkisi nedeniyle özellikle önemli bir örnek teşkil etmektedir.

Bu çalışma, küresel politik ekonomiye yönelik neo-Gramsciyeen yaklaşımlardan hareketle sürdürülebilir kalkınmayı, çevresel yönetişimi mevcut piyasa odaklı kurumsal yapılara entegre ederek neoliberal kapitalizmi istikrara kavuşturmayı amaçlayan reformist bir hegemonik proje olarak kavramsallaştırılmaktadır. Bu perspektife göre yeşil büyüme, karbon piyasaları ve teknolojik modernizasyon gibi sürdürülebilirlik girişimleri, ekolojik yönetişimi ekonomik büyüme ile uzlaştırmayı hedefleyen stratejilerdir.

Çalışmanın ampirik analiz bölümünde 2015–2026 döneminde ABD’deki başkanlık konuşmaları, başkanlık kararnameleri, federal politika belgeleri ve kongre açıklamaları incelenmektedir. Makale, Eleştirel Söylem Analizi (Critical Discourse Analysis – CDA) yöntemini kullanarak sürdürülebilirlik ve iklim yönetişiminin çağdaş sağ popülist söylem içinde nasıl çerçevelendiğini ortaya koymaktadır.

Bulgular, bir dizi tekrar eden söylemsel örüntüye işaret etmektedir. Bunlar arasında iklim yönetişiminin uluslararası kurumlar tarafından dayatılan elit merkezli bir proje olarak çerçevelenmesi, enerji hâkimiyeti ve ekonomik toparlanma anlatıları aracılığıyla fosil enerji

kullanımının teşvik edilmesi, iklim politikasının ise egemenlik, ulusal güvenlik ve jeopolitik rekabet söylemleri içinde yeniden konumlandırılması yer almaktadır. Bu anlatılar sürdürülebilirlik yönetişiminin meşruiyetini sorgulamakta ve neoliberal krizin, ekonomik yeniden yapılanmanın ve jeopolitik rekabetin yarattığı daha derin gerilimleri yansıtmaktadır. Makale, sürdürülebilir kalkınma etrafındaki güncel çatışmaların, küresel kapitalizm içinde rekabet eden farklı istikrarlaştırma stratejileri arasındaki daha geniş bir hegemonya mücadelesinin parçası olarak yorumlanması gerektiğini ileri sürmektedir. Bu göre, yeşil modernizasyonu hedefleyen reformist projeler; fosil temelli birikim, ekonomik milliyetçilik ve enerji egemenliği etrafında şekillenen alternatif siyasal projelerle karşı karşıya gelmektedir.

Anahtar Kelimeler: politik ekonomi; sürdürülebilir kalkınma; sürdürülebilirlik yönetişimi; sağkanat popülizm; Amerika Birleşik Devletleri

ALGI, TUTUM VE DAVRANIŞ BOYUTLARIYLA FİNANSAL OKURYAZARLIK: DEMOGRAFİK BİR ANALİZ

Betül USLU ÜNALDI

Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Kütahya

ORCID: 0000-0001-5838-3604

Mediha Mine ÇELİKKOL

Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, KSBMYO, Finans, Bankacılık ve Sigortacılık, Kütahya

ORCID: 0000-0001-7876-9483

ÖZET

Ekonomik şartların değişim içerisinde olduğu günümüzde, hanehalkı üyeleri finansal kararlar almak, bu kararları uygulamak ve sonrasında karşılaşılabilecek sorunların üstesinden gelmek için finansal okuryazar olmaya ihtiyaç duymaktadır. Finansal okuryazarlık sadece finansal bilgiye sahip olunması değil, sahip olunan bilginin hayata geçirilmesine yönelik becerilerin bir bütünüdür. Bu beceri düzeyi, bireylerin yaş, cinsiyet, vb. demografik özelliklerine göre değişimler göstermektedir. Bu çalışmanın amacı da, hanehalkında gelir yönetiminde etkili olan üyenin finansal okuryazarlık düzeyinin demografik özelliklerine göre farklılaşp farklılaşmadığının tespit etmektir. Çalışmanın evrenini Eskişehir ilinde yaşayan hanehalkı üyeleri oluşturmaktadır. Çalışmada bireylerin finansal okuryazarlık düzeylerini belirlemek amacıyla finansal okuryazarlığı çok boyutlu bir yapı olarak ele alan ve üç alt boyuttan oluşan bir ölçek kullanılmıştır. Veri setinin analizinde kullanılacak istatistiksel yöntemlerin belirlenebilmesi amacıyla öncelikle değişkenlerin dağılım özellikleri incelenmiştir. Bu kapsamda normallik varsayımı Kolmogorov-Smirnov testi ile değerlendirilmiş, ayrıca çarpıklık ve basıklık değerleri dikkate alınarak dağılımın normal dağılıma yakınlığı incelenmiştir. Ölçeğin yapısal geçerliliği Açıklayıcı Faktör Analizi (AFA) ile test edilmiştir. Finansal okuryazarlığın algı, tutum ve harcama boyutlarının demografik özelliklere göre farklılaşp farklılaşmadığı ise tek yönlü varyans analizi (one-way ANOVA) ile incelenmiştir. Analiz sonuçları, finansal okuryazarlığın algı boyutunun cinsiyet, yaş, eğitim durumu, çalışma durumu ve gelir düzeyine göre anlamlı biçimde farklılaştığını göstermektedir. Tutum boyutuna ilişkin bulgular ise cinsiyet, eğitim durumu ve çalışma durumuna bağlı anlamlı farklılıklar bulunduğunu ortaya koymaktadır. Harcama boyutunda ise yalnızca eğitim durumuna göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılaşma tespit edilmiştir. Bulgular, finansal okuryazarlığın farklı boyutlarının demografik değişkenlerle olan ilişkilerinin aynı düzeyde olmadığını, eğitim düzeyinin finansal okuryazarlığa ilişkin algı, tutum ve harcama davranışları üzerinde belirgin bir ayırt edici unsur olarak öne çıktığını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Finansal okuryazarlık, hanehalkı, demografik faktörler

FINANCIAL LITERACY THROUGH THE DIMENSIONS OF PERCEPTION, ATTITUDE, AND BEHAVIOR: A DEMOGRAPHIC ANALYSIS

ABSTRACT

In today's ever-changing economic climate, household members need to be financially literate in order to make financial decisions, implement them, and overcome any subsequent challenges. Financial literacy is not merely a matter of possessing financial knowledge, but rather a set of skills aimed at putting that knowledge into practice. This level of skill varies according to individuals' demographic characteristics, such as age and gender. The aim of this study is to determine whether the financial literacy level of the household member responsible for income management differs according to demographic characteristics. The study population consists of household members living in the province of Eskişehir. In the study, a scale comprising three sub-dimensions and treating financial literacy as a multi-dimensional construct was used to determine individuals' levels of financial literacy. To determine the statistical methods to be used in the analysis of the dataset, the distribution characteristics of the variables were first examined. In this context, the assumption of normality was assessed using the Kolmogorov–Smirnov test, and the proximity of the distribution to a normal distribution was examined by considering skewness and kurtosis values. The construct validity of the scale was tested using Exploratory Factor Analysis (EFA). Whether the perception, attitude and expenditure dimensions of financial literacy differed according to demographic characteristics was examined using one-way analysis of variance (ANOVA). The analysis results indicate that the perception dimension of financial literacy differs significantly according to gender, age, educational status, employment status and income level. Findings regarding the attitude dimension reveal significant differences linked to gender, educational status and employment status. In the spending dimension, a statistically significant difference was detected only in relation to educational status. The findings indicate that the relationships between the different dimensions of financial literacy and demographic variables are not of the same magnitude, and that educational level emerges as a distinct distinguishing factor influencing perceptions, attitudes and spending behaviours regarding financial literacy.

Keywords: Financial literacy, households, demographic factors

1. GİRİŞ

Finansal okuryazarlık, OECD (2022) tarafından finansal konularda doğru kararlar alabilmek ve nihayetinde finansal refaha ulaşabilmek için gerekli olan finansal farkındalık, bilgi, beceri, tutum ve davranışların birleşimi olarak tanımlanmaktadır. Tanımdan anlaşılacağı üzere finansal

okuryazarlık, finansal ürün, hizmet ve uygulamalar hakkında bilgi sahibi olmanın yanında bazı özelliklere de sahip olmayı gerekli kılmaktadır. Finansal bilgiye ulaşma, bu bilgiyi eleştirel olarak değerlendirme ve finansal kararlarda kullanabilme becerileri, finansal okuryazar olabilmek için gereken becerilerdir. Bireylerin finansal konulara yönelik tasarruf yapma, bütçe oluşturma ya da riskten kaçınma gibi istek ve düşünceleri tutumlarını; harcama yapma biçimleri, tasarruf etme, borçlanma ya da yatırım kararları gibi eylemleri ise davranışlarını ifade etmektedir (Bayazıt Hayta, 2011: s.249). Genelde olumlu tutumların benzer yönde davranışlara dönüşmesi beklenmektedir (Ajzen ve Fishbein, 2000: s.17). Ancak bireylerin sahip oldukları gelir düzeyi, eğitim, sosyal çevre ve fırsatlar gibi içsel ve dışsal etkenler, tutumun davranışa dönüşmesini engelleyebilmektedir. Finansal okuryazarlıkla ilgili yapılan çok sayıda çalışmada, finansal okuryazarlık düzeyini etkileyen demografik ve sosyo-ekonomik faktörler incelenmiştir (Buckland, 2010; Lusardi ve Mitchell, 2011; Knoll & Houts, 2012; Lusardi vd. 2014; Mustapha ve Jeyaram, 2015; Potrich vd., 2015; Yıldırım vd., 2017; Garg ve Singh, 2018; Kadoya ve Khan, 2020; Dewi, 2022; Ndou, 2023).

Finansal okuryazarlık, finansal açıdan rahat bir yaşam sürmek isteyen bireyler kadar hanehalkı için de kritik bir öneme sahiptir. Çünkü finansal kararlar çoğu zaman bireysel değil, ortak kaynakların yönetildiği hanehalkı bağlamında alınmaktadır. Bu nedenle finansal okuryazarlığın kapsamı, bireyden hanehalkına doğru genişlemekte; tasarruf, borçlanma, yatırım ve bütçe yönetimi gibi süreçler için hanehalkının finansal okuryazarlığı belirleyici bir unsur haline gelmektedir.

Literatürde hanehalkının finansal okuryazarlık düzeyini etkileyen demografik faktörler üzerine yapılmış çalışmalar da bulunmaktadır. Lotto (2020) çalışmasında, Tanzania’da hanehalkı finansal okuryazarlık düzeyinin sosyo-demografik faktörlere bağlı olarak anlamlı biçimde farklılaştığını ortaya koymuştur. Araştırma bulgularına göre finansal okuryazarlık düzeyi genel olarak düşüktür. Özellikle cinsiyet, yaş, eğitim, gelir ve istihdam durumu belirleyici değişkenler olarak öne çıkmaktadır. Erkeklerin kadınlara kıyasla, genç bireylerin yaşlılara kıyasla ve daha yüksek eğitim ile gelir düzeyine sahip bireylerin diğer gruplara göre daha yüksek finansal okuryazarlık seviyesine sahip olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca istihdamda yer alan bireylerin finansal bilgi düzeylerinin daha yüksek olduğu ve kentsel bölgelerde yaşayan hanehalkının finansal kaynaklara erişim avantajı nedeniyle daha yüksek finansal okuryazarlık sergilediği belirlenmiştir.

Np ve Sm (2022) tarafından gerçekleştirilen çalışmanın bulguları, özellikle eğitim düzeyi ve gelir artışının dijital finansal okuryazarlığı olumlu yönde etkilediğini göstermektedir. Bununla

birlikte yaş ve cinsiyet gibi değişkenlerin de dijital finansal beceriler üzerinde anlamlı etkiler yarattığı belirlenmiştir. Çalışma, dijital finansal hizmetlerin etkin kullanımının artırılabilmesi için demografik farklılıkların dikkate alınması gerektiğini ve özellikle dezavantajlı gruplara yönelik eğitim programlarının önemini vurgulamaktadır.

Gupta ve Hanagandi (2022) çalışmalarında, demografik faktörlerin finansal okuryazarlık üzerindeki etkisini incelemektedir. Elde edilen bulgular, finansal okuryazarlığın yaş, cinsiyet, eğitim düzeyi, meslek ve gelir gibi değişkenlere bağlı olarak anlamlı biçimde farklılaştığını göstermektedir. Özellikle eğitim ve gelir düzeyinin finansal bilgi ve beceriler üzerinde güçlü bir belirleyici olduğu, buna karşılık düşük sosyo-ekonomik grupların finansal okuryazarlık açısından daha dezavantajlı konumda bulunduğu tespit edilmiştir.

Mejía vd. (2022) tarafından gerçekleştirilen çalışma, finansal okuryazarlık ile demografik değişkenler arasındaki ilişkiyi incelemektedir. Araştırma bulguları, finansal okuryazarlık düzeyinin bireyler arasında homojen dağılmadığını ve özellikle yaş, cinsiyet, eğitim düzeyi ve gelir gibi faktörlere bağlı olarak anlamlı farklılıklar gösterdiğini ortaya koymaktadır. Daha yüksek eğitim ve gelir düzeyine sahip bireylerin finansal okuryazarlık seviyelerinin daha yüksek olduğu, düşük sosyo-ekonomik grupların ise finansal bilgi açısından daha dezavantajlı konumda bulunduğu tespit edilmiştir.

Ankrah Twumasi vd. (2022) tarafından Gana'daki kırsal çiftçi hanehalkları üzerine yapılan çalışma, finansal okuryazarlığın belirleyicilerini incelemektedir. Bulgular, finansal okuryazarlığın eğitim düzeyi, gelir, yaş ve finansal hizmetlere erişim gibi faktörlerden anlamlı biçimde etkilendiğini göstermektedir. Ayrıca finansal kurumlarla etkileşim ve deneyimin finansal bilgi düzeyini artırdığı tespit edilmiştir.

Bu çalışmada da Eskişehir ilindeki hanehalkının demografik özelliklerinin finansal okuryazarlık düzeyleri üzerindeki etkisini incelemek amaçlanmaktadır. Bunun için hanehalkı içinde finansal konularda karar verici üye durumunda olan hane üyesine anket uygulanmıştır. Veriler tek yönlü varyans analiz (one-way ANOVA) yöntemi ile analiz edilmiştir.

2. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Bu çalışmada bireylerin finansal okuryazarlık düzeyleri ölçülerek, demografik faktörlerin finansal okuryazarlık üzerindeki etkisi incelenmiştir. Araştırmanın veri toplama süreci için gerekli etik onayı, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Rektörlüğü Sosyal ve Beşeri Bilimler Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulunun 30.12.2021 tarihli ve 2021-10 sayılı kararı ile verilmiştir.

2.1. Araştırmanın Evreni

Araştırmanın evrenini Eskişehir ilinde ikamet etmekte olan hanehalkı oluşturmaktadır. Katılımcılar belirlenirken Türkiye İstatistik Kurumu hanehalkı tanımından yararlanılmıştır. Bu tanıma göre, akraba ilişkisi olsun ya da olmasın, aynı ikamet adresinde yaşayan bir ya da daha fazla kişiden oluşan grup hanehalkı olarak tanımlanmaktadır (TÜİK, 2025). Çalışma kapsamında, basit tesadüfi örnekleme ile ulaşılan ve Eskişehir ilinde yaşayan toplam ve hanehalkı içinde finansal kararlar veren 325 kişi ile araştırma yapılmıştır.

2.2. Araştırmanın Metodolojisi ve Kullanılan Ölçekler

Araştırmada veri toplama sürecinde nicel yöntemlerden biri olan anket tekniği kullanılmıştır. Bu kapsamda, Eskişehir ilinde ikamet eden ve tesadüfi örnekleme yöntemiyle seçilen hanehalkına yüz yüze anket uygulanmıştır. Araştırma kapsamında oluşturulan anket formunun ilk bölümünde bulunan 6 soru katılımcılara ait demografik bilgileri içermektedir. Katılımcıların finansal okuryazarlık düzeylerini ölçmek amacıyla Sarıgül'ün (2015) çalışmasından yararlanılarak hazırlanan 14 soruluk “Finansal Okuryazarlık Ölçeği” kullanılmıştır. Bu ölçek 4 boyuttan oluşmaktadır. Bu boyutlar: finansal konularla ilgili olmayı ifade eden “ilgi”, finansal konulara ilişkin olumsuz tutumları ifade eden “algı”, finansal konulara ilişkin olumlu tutumları ifade eden “tutum” ve para harcamaya ilişkin dikkatsizliği ifade eden “harcama” boyutlarıdır. Finansal okuryazarlık ile ilgili sorular 5’li likert ölçeği ile hazırlanmıştır.

2.3. Verilerin Analizi

Verilerin analizi IBM SPSS v.22 programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Kullanılan ölçeklerin faktör yapılarını ve iç güvenilirliğini test etmek amacıyla açımlayıcı faktör analizi, finansal okuryazarlığın demografik özelliklere göre farklılaşıp farklılaşmadığını test etmek için tek yönlü varyans analizi (one-way ANOVA) uygulanmıştır.

2.3.1. Normallik Testi Bulgularının Değerlendirilmesi

Araştırma kapsamında kullanılan Finansal Okuryazarlık ölçeğine ilişkin normallik testinden elde edilen bulgulara göre, her bir değişkenin dağılım özellikleri incelenmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. Normallik testi sonuçları

	Finansal Okuryazarlık Ölçeği			
	İlgi	Algı	Tutum	Harcama
n	325	325	325	325
$\bar{X}$	4,18	3,66	4,23	3,42
S	0,771	0,989	0,770	1,062
Median	4,33	3,75	4,33	3,67
Minimum	1	1	1	1
Maksimum	5	5	5	5
Kolmogorov-Smirnov	0,13	0,08	0,143	0,118
P	0	0	0	0
Çarpıklık	-1,088	-0,335	-1,153	-0,497
Basıklık	0,839	-0,442	1,009	-0,552

Elde edilen bulgular incelendiğinde, finansal okuryazarlık boyutlarına ilişkin dağılımların Kolmogorov-Smirnov testi sonuçlarına göre istatistiksel olarak normal dağılım varsayımını sağlamadığı görülmektedir ($p < 0,05$). Bununla birlikte çarpıklık ve basıklık değerlerinin genel olarak $\pm 1,5$ sınırları içerisinde yer alması, dağılımların aşırı sapma göstermediğine ve kabul edilebilir düzeyde normal dağılıma yakın olduğuna işaret etmektedir. Ayrıca örneklem büyüklüğünün yüksek olması ($n=325$), merkezi limit teoremi çerçevesinde parametrik testlerin normallik varsayımına karşı daha dayanıklı hale gelmesini sağlamaktadır. Bu bulgular doğrultusunda, Mishra vd., (2019)’ne göre verilerin parametrik testlerin varsayımlarını karşılayacak düzeyde normal dağıldığı ve analizlerde parametrik testlerin uygulanabilir olduğu değerlendirilmiştir. Finansal okuryazarlık boyutlarının farklı gruplar arasında karşılaştırılmasında tek yönlü varyans analizi (One-Way ANOVA) yönteminin kullanılmasının istatistiksel açıdan uygun olduğu değerlendirilmiştir.

2.3.2. Açımlayıcı Faktör Analizi

Bu araştırmada ölçeğin faktör yapısını ve güvenilirliğini belirlemek amacıyla açımlayıcı faktör analizi (exploratory factor analysis) uygulanmıştır. Bulgular, “ilgi” faktörünü oluşturması beklenen “para ile ilgili konular karmaşıktır.”, “finansal okuryazarlık konusunda eğitim almak isterim.” ve “gazetelerin ve televizyonların ekonomi ve finans haberlerini izlerim.” maddelerinin ölçeğin diğer faktörlerinin altında düşük madde yükü ile yer aldıklarını göstermektedir. Ayrıca, bu üç maddenin iç güvenirlik katsayısının (Cronbach’s alpha = .10) çok düşük olduğu bulunmuş ve ölçekten bu maddeler çıkarılarak faktör analizi yeniden uygulanmıştır.

Ölçeğin finansal okuryazarlık algı düzeyindeki açıkladığı toplam varyans %59,20’dir. Maddelerin Finansal Okuryazarlık Ölçeği ile arasındaki korelasyon katsayıları (madde toplam puan korelasyon değerleri) .28 ile .77 arasında değişmektedir. Analiz sonucunda “tutum”,

“harcama” ve “algı” faktörlerinin yapısal olarak kuramsal zemine uyum sağladığı ve Cronbach alfa iç tutarlık katsayılarının kabul edilebilir olduğu (sırasıyla .74, .70 ve .64) olduğu bulunmuştur. 11 madde ve 325 kişi ile yürütülen açımlayıcı faktör analizinden elde edilen bulgular Tablo 2’de sunulmuştur.

Tablo 2. Finansal okuryazarlık ölçeği açımlayıcı faktör analizi sonuçları

	Tutu m	Harcama	Algı
Bir ürün ya da hizmet satın alırken finansal durumumu dikkate alırım.	.842	.045	-.114
Alışveriş yaparken fiyatları kıyaslarım.	.836	-.058	.042
Beklenmedik harcamalar için köşede para bulundurulmalıdır.	.640	-.095	-.10
Haftalık ve aylık harcama planları yaparım.	.600	-.053	-.334
Harcamalarımı kontrol etmekte zorlanırım.	-.072	.855	.185
Paramın nasıl bittiğini anlamam.	-.087	.797	.260
Para, harcanmak içindir, biriktirmek için değil.	-.376	.699	.048
Alışveriş yapmak mutluluğum için çok önemlidir.	.228	.474	-.047
Ne yaparsam yapayım finansal durumumda bir değişiklik olmaz.	-.053	.084	.803
Finansal planlama ve bütçe çok parası olanlar için gereklidir.	-.082	.054	.743
Günlük ve haftalık gibi kısa dönemler için harcama planı yapmak gereksizdir.	-.277	.369	.599
Açıklanan varyans (%)	22,458	20,378	16,362
Eigen Value	2,470	2,242	1,800
Cronbach’s Alpha	.739	.704	.636

KMO = .711 Bartlett’s $\chi^2 = 1090,711$, $p < .001$, Çıkarım (Extraction) Metodu: Madde Faktör Analizi (PCA), Rotasyon Metodu: Varimax with Kaiser Normalization

2.3.3. Katılımcı Profiline Analizi

Araştırmaya Eskişehir’de ikamet eden toplam 325 kişi katılmıştır. Katılımcıların %45,5’i kadın, %54,5’i erkektir. Katılımcıların %4,3’ü 18 ile 22 yaş arasında, %20’si 23 ile 27 yaş arasında, %18,5’i 28 ile 32 yaş arasındadır. 33 ile 37 yaş arasında olanlar %8,9, 38 ile 42 yaş arasında olanlar %14,5 ve 43 yaş ve üzerinde olanlar %33,8 oranındadır. Katılımcıların %38,5’i bekâr, %50,2’si evli, %11,3’ü boşanmıştır. İlkokul mezunlarının oranı %9,1, ortaokul mezunlarının oranı %14,8, lise mezunlarının oranı %22,2’dir. Katılımcıların %42,8’i üniversite ve %11,1’i lisansüstü eğitim seviyesine sahiptir. Katılımcıların %62,6’sı özel sektör çalışanıyken, %13,8’i serbest meslek sahibi, %5,8’i kamu sektörü çalışanıdır. Herhangi bir işte çalışmayanların oranı %8,6, ev hanımlarının oranı %7,4 ve öğrencilerin oranı %1,8’dir. Aylık gelir durumu asgari ücret ve altında olanlar %31,1, üstünde olanlar %68,9 oranındadır.

Araştırmaya katılan bireylerin demografik özellikleri incelendiğinde, örneklemin genel olarak heterojen bir yapıya sahip olduğu görülmektedir. Cinsiyet dağılımı açısından katılımcıların %45,5’inin kadın, %54,5’inin erkek olması, örneklemin cinsiyet bakımından dengeli bir yapıya

yakın olduğunu göstermektedir. Yaş dağılımı incelendiğinde, katılımcıların yalnızca genç bireylerden değil, orta yaş ve üzeri bireyleri de kapsayan geniş bir yaş aralığını temsil ettikleri, eğitim düzeyi incelendiğinde ise katılımcıların büyük çoğunluğunun orta ve yüksek eğitim seviyesine sahip olduğu dikkat çekmektedir. Meslek dağılımına bakıldığında, katılımcıların büyük bir kısmının özel sektörde çalıştığı (%62,6), gelir düzeyi açısından ise örneklemin ağırlıklı olarak orta ve üst gelir grubuna yakın bireylerden oluştuğu görülmektedir. Genel olarak değerlendirildiğinde, araştırma örnekleminin yaş, eğitim, meslek ve gelir açısından çeşitlilik gösterdiği söylenebilir. Katılımcıların demografik değişkenlere göre dağılımı Tablo 3’de sunulmuştur.

Tablo 3. Katılımcıların demografik değişkenlere göre dağılımı

		n	%
Cinsiyet	Kadın	148	45,5
	Erkek	177	54,5
	Toplam	325	100
Yaş	18 – 22	14	4,3
	23 – 27	65	20,0
	28 – 32	60	18,5
	33 – 37	29	8,9
	38 – 42	47	14,5
	43 ve üzeri	110	33,8
	Toplam	325	100
Medeni Durum	Bekar	125	38,5
	Evli	163	50,2
	Boşanmış	37	11,3
	Toplam	325	100
Eğitim Durumu	İlkokul	30	9,1
	Ortaokul	48	14,8
	Lise	72	22,2
	Üniversite	139	42,8
	Lisansüstü	36	11,1
	Toplam	325	100
Mesleki Durum	Özel sektör çalışanı	203	62,6
	Serbest meslek sahibi	45	13,8
	Çalışmıyor	28	8,6
	Ev hanımı	24	7,4
	Kamu sektörü çalışanı	19	5,8
	Öğrenci	6	1,8
	Toplam	325	100
Gelir Durumu	Asgari Ücret ve Altı	101	31,1
	Asgari Ücret Üstü	224	68,9
	Toplam	325	100

2.4. Bulgular

Katılımcıların finansal okuryazarlık düzeylerinin demografik özelliklerine göre farklılaşıp farklılaşmadığının tespit etmek için tek yönlü varyans analizi (one-way ANOVA) yapılmıştır.

İlk karşılaştırma finansal okuryazarlık algı boyutu ile demografik özellikler arasında yapılmıştır. Sonuçlar, katılımcıların algı boyutuna ilişkin finansal okuryazarlık düzeylerinin, demografik değişkenlere göre farklılık gösterdiğini ortaya koymaktadır. Cinsiyete göre yapılan analizde, erkek bireylerin (Ort. = 2,83; SS = 1,03), kadınlara kıyasla (Ort. = 2,56; SS = 0,93) finansal konular ile ilgili olumsuz algı düzeylerinin daha yüksek olduğu görülmektedir ($F(1, 323) = 6,06; p < ,05$). Yaş değişkenine göre yapılan analizde ise, yaştan finansal konulara ilişkin olumsuz algılar üzerinde anlamlı bir etkisi olduğu bulunmuştur ($F(2, 322) = 8,47; p < ,01$). Bonferroni post-hoc testi sonuçlarına göre, 18–27 yaş grubundaki bireyler (Ort. = 2,41; SS = 1,06) ile 28–37 yaş grubundaki bireyler (Ort. = 2,57; SS = 1,05) arasında anlamlı bir fark bulunmazken, 38 yaş ve üzerindeki bireylerin olumsuz algı düzeyleri (Ort. = 2,93; SS = 0,88) her iki gruba göre anlamlı şekilde daha yüksektir. Eğitim düzeyinin, finansal konular ile ilgili olumsuz algılar üzerinde anlamlı bir etkisi olduğu görülmektedir ($F(2, 322) = 41,40; p < ,01$). Bonferroni testi sonuçlarına göre, ilkökul ve ortaokul düzeyinde eğitime sahip bireyler (Ort. = 3,24; SS = 0,67) ile lise mezunları (Ort. = 3,13; SS = 0,56) arasında anlamlı bir fark bulunmazken, üniversite ve üzeri eğitim düzeyine sahip bireylerin olumsuz algı düzeyleri (Ort. = 2,29; SS = 1,07) her iki gruba göre anlamlı düzeyde daha düşüktür. Çalışma durumuna göre yapılan analizde, herhangi bir işte çalışan bireylerin finansal okuryazarlıkla ilgili olumsuz algı düzeyleri (Ort. = 2,63; SS = 1,02), çalışmayan veya ev hanımı olan bireylerin düzeylerine göre (Ort. = 3,03; SS = 0,61) istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşüktür ($F(1, 323) = 7,40; p < ,05$). Benzer şekilde, aylık geliri asgari ücret ve altı düzeyde olan bireylerin finansal konulara ilişkin olumsuz algı düzeyleri (Ort. = 2,99; SS = 0,65), asgari ücretin üzerinde gelire sahip bireylere kıyasla (Ort. = 2,57; SS = 1,09) anlamlı düzeyde daha yüksektir ($F(1, 323) = 12,62; p < ,01$). Analiz sonuçları Tablo 4’de yer almaktadır.

Tablo 4. Finansal okuryazarlık (algı boyutu) ile demografik değişkenler arasındaki farklılıkların ANOVA sonuçları

		n	$\bar{X}$	SS	F
Cinsiyet	Kadın	148	2,56	0,93	6,06*
	Erkek	177	2,83	1,03	
Yaş	18 – 27	79	2,41 _a	1,06	8,47**
	28 – 37	89	2,57 _a	1,05	
	38 ve üzeri	157	2,93 _b	0,88	
Eğitim Durumu	İlkokul ve Ortaokul	78	3,24 _a	0,67	41,40**
	Lise	72	3,13 _a	0,56	
	Üniversite ve üzeri	175	2,29 _b	1,07	
Çalışma Durumu	Çalışan	267	2,63	1,02	7,40*
	Çalışmıyor, ev hanımı, öğrenci	58	3,03	0,61	
Gelir Düzeyi	Asgari Ücret ve Altı	101	2,99	0,65	12,62**
	Asgari Ücret Üstü	224	2,57	1,09	

$\bar{X}$ = Aritmetik Ortalama; SS = Standart Sapma; F=ANOVA; * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$; a, b: Farklı harfler anlamlı farklılığı göstermektedir ($p < 0,01$).

Araştırmada ikinci olarak, katılımcıların finansal okuryazarlık konusundaki olumlu tutumlara sahip olma düzeylerinin demografik değişkenlere göre farklılaşıp farklılaşmadığı tek yönlü varyans analizi ile incelenmiştir. Finansal konular ile ilgili olumlu tutumlara sahip olma durumu, katılımcıların cinsiyetine, eğitim durumuna ve çalışma durumuna göre anlamlı olarak farklılaşırken, katılımcıların yaşına ve gelir durumuna göre farklılaşmamaktadır. Kadınların (ort=4,26; SS=0,70), erkeklere göre (ort=4,06; SS=0,77) finansal konular ile ilgili olumlu tutumlarının daha yüksek olduğu görülmüştür ($F(1, 323)=5,98$; $p < ,05$). Eğitim düzeyinin, bireylerin finansal konular ile ilgili olumlu tutuma sahip olma düzeyi üzerinde anlamlı bir etkisi olduğu görülmektedir ($F(2, 322) = 3,45$; $p < ,05$). Yapılan Bonferroni post-hoc analizi sonuçlarına göre, ilkokul ve ortaokul düzeyinde eğitime sahip bireylerin finansal konulara ilişkin olumlu tutum düzeyleri (Ort. = 3,97; SS = 0,86), üniversite ve üzeri eğitim düzeyine sahip bireylere kıyasla (Ort. = 4,23; SS = 0,71) istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşüktür. Öte yandan, lise mezunlarının olumlu tutum düzeyleri, ne ilkokul ve ortaokul mezunlarından ne de üniversite ve üzeri eğitim düzeyine sahip bireylerden anlamlı biçimde farklılık göstermemektedir. Herhangi bir işte çalışan bireylerin finansal okuryazarlıkla ilgili olumlu tutum düzeyleri (Ort. = 4,08; SS = 0,77), çalışmayan veya ev hanımı olan bireylere kıyasla (Ort. = 4,49; SS = 0,43) istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşüktür ($F(1, 317) = 13,83$; $p < ,01$). Analiz sonuçları Tablo 5’de yer almaktadır.

Tablo 5. Finansal okuryazarlık (tutum boyutu) ile demografik değişkenler arasındaki farklılıkların ANOVA sonuçları

		n	$\bar{X}$	SS	F
Cinsiyet	Kadın	148	4,26	0,70	5,98*
	Erkek	177	4,06	0,77	
Yaş	18 – 27	79	4,19	0,62	0,82
	28 – 37	89	4,21	0,90	
	38 ve üzeri	157	4,10	0,71	
Eğitim Durumu	İlkokul ve Ortaokul	78	3,97 _a	0,86	3,45*
	Lise	72	4,16 _{a,b}	0,68	
	Üniversite ve üzeri	175	4,23 _b	0,71	
Çalışma Durumu	Çalışan	267	4,08	0,77	13,83**
	Çalışmıyor, ev hanımı, öğrenci	58	4,49	0,43	
Gelir Düzeyi	Asgari Ücret ve Altı	101	4,09	0,86	0,89
	Asgari Ücret Üstü	224	4,18	0,69	

$\bar{X}$ = Aritmetik Ortalama; SS = Standart Sapma; F=ANOVA; * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$; a, b: Farklı harfler anlamlı farklılığı göstermektedir ($p < 0,01$).

Araştırmada üçüncü olarak, katılımcıların finansal okuryazarlık harcama boyutunun demografik değişkenlere göre farklılaşıp farklılaşmadığı tek yönlü varyans analizi ile incelenmiştir. Finansal okuryazarlık düzeyi harcama boyutu, katılımcıların eğitim durumuna göre anlamlı olarak farklılaşırken, katılımcıların cinsiyetine, yaşına, çalışma durumuna ve gelir

durumuna göre farklılaşmamaktadır. Eğitim düzeyinin, bireylerin finansal okuryazarlığın harcama boyutuna ilişkin algıları üzerinde anlamlı bir etkisi olduğu görülmektedir ($F(2, 322) = 9,35$; $p < ,01$). Yapılan Bonferroni post-hoc analizi sonuçlarına göre, lise mezunları (Ort. = 3,32; SS = 0,82), hem ilkokul ve ortaokul düzeyinde eğitime sahip bireylere (Ort. = 2,66; SS = 0,78) hem de üniversite ve üzeri eğitim düzeyine sahip bireylere (Ort. = 2,84; SS = 1,09) kıyasla harcama konusunda daha dikkatsiz oldukları yönünde bir algıya sahiptirler. Öte yandan, ilkokul-ortaokul düzeyindeki bireyler ile üniversite ve üzeri düzeydeki bireyler arasında bu algı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır. Analiz sonuçları Tablo 6’da yer almaktadır.

Tablo 6. Finansal okuryazarlık (harcama boyutu) ile demografik değişkenler arasındaki farklılıkların ANOVA sonuçları

		n	$\bar{X}$	SS	F
Cinsiyet	Kadın	148	2,98	1,00	1,53
	Erkek	177	2,84	0,98	
Yaş	18 – 27	79	2,99	1,02	0,81
	28 – 37	89	2,95	1,16	
	38 ve üzeri	157	2,83	0,86	
Eğitim Durumu	İlkokul ve Ortaokul	78	2,66 _a	0,78	9,35**
	Lise	72	3,32 _b	0,82	
	Üniversite ve üzeri	175	2,84 _a	1,09	
Çalışma Durumu	Çalışan	267	2,88	0,96	0,21
	Çalışmıyor, ev hanımı, öğrenci	58	2,95	1,09	
Gelir Düzeyi	Asgari Ücret ve Altı	101	2,89	0,85	0,04
	Asgari Ücret Üstü	224	2,91	1,05	

$\bar{X}$ = Aritmetik Ortalama; SS = Standart Sapma; F=ANOVA; * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$; a, b: Farklı harfler anlamlı farklılığı göstermektedir ($p < 0,01$).

SONUÇ

Çalışma amacı kapsamında Eskişehir ilinde ikamet eden tesadüfi örnekleme yöntemi ile ulaşılan hanehalkı mensubu toplam 325 kişi araştırmaya dâhil edilmiştir. Yüz yüze anketler yoluyla toplanan verilerin analizinde IBM SPSS v.22 programı tercih edilmiştir. Çalışmada finansal okuryazarlık boyutları ile demografik değişkenler arasında ilişki test edilmiştir. Elde edilen sonuçlar finansal okuryazarlık algı boyutunun cinsiyet, yaş, eğitim, çalışma ve gelir değişkenleri ile ilişkili olduğunu; finansal okuryazarlık tutum boyutunun cinsiyet, eğitim ve çalışma değişkenleri ile ilişkili olduğunu; finansal okuryazarlık harcama boyutunun ise sadece eğitim değişkeni ile ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır. Bu sonuçlar, Lotto (2020), Np ve Sm (2022), Gupta ve Hanagandi (2022), Mejía vd. (2022), Ankrah Twumasi çalışma bulguları ile benzerlik göstermektedir. Araştırmadan elde edilen temel bulgular ışığında, toplumsal finansal refahın artırılmasına yönelik stratejik öneriler geliştirilebilir. Finansal okuryazarlığın tüm boyutlarında eğitim düzeyi en temel belirleyici olarak karşımıza çıkmaktadır. Finansal

okuryazarlık eğitimlerinin akademik seviyeyle sınırlı kalmayıp lise ve altı grupları da kapsayacak şekilde yaygınlaştırılması son derece önem taşımaktadır. Özellikle düşük gelir grubunda olan ve çalışma hayatı dışında kalan bireylerin finansal konulara yönelik yüksek olumsuz algılarını değiştirmek adına; yerel yönetimler ve kamu bankaları aracılığıyla bütçe yönetimi odaklı, erişilebilir destek programları oluşturulmalıdır.

KAYNAKÇA

- Ajzen, I. & Fishbein, M. (2000) Attitudes and the attitude-behavior relation: Reasoned and automatic processes. *European Review of Social Psychology*, 11(1), 1-33,
- Ankrah Twumasi, M., Jiang, Y., Adhikari, S., Adu Gyamfi, C., & Asare, I. (2022). Financial literacy and its determinants: the case of rural farm households in Ghana. *Agricultural Finance Review*, 82(4), 641-656.
- Bayazıt Hayta, A. (2011). Aile Finans Sistemi İlişkileri, Gazi Kitabevi, Ankara.
- Buckland, J. (2010). Are low-income Canadians financially literate? Placing financial literacy in the context of personal and structural constraints. *Adult Education Quarterly*, 60(4), 357-376.
- Dewi, V. I. (2022). How do demographic and socioeconomic factors affect financial literacy and its variables? *Cogent Business & Management*, 9 (1), 2077640.
- Garg, N., & Singh, S. (2018). Financial literacy among youth. *International Journal of Social Economics*, 45(1), 173-186.
- Gupta, P. K., & Hanagandi, S. S. (2022). Impact of demography on financial literacy. *SDMIMD Journal of Management*, 13, 81-96.
- Kadoya, Y., & Khan, M. S. R. (2020). Financial literacy in Japan: New evidence using financial knowledge, behavior, and attitude. *Sustainability*, 12(9), 3683.
- Knoll, M. A., & Houts, C. R. (2012). The financial knowledge scale: An application of item response theory to the assessment of financial literacy. *Journal of Consumer Affairs*, 46(3), 381-410.
- Lotto, J. (2020). Understanding sociodemographic factors influencing households' financial literacy in Tanzania. *Cogent Economics & Finance*, 8(1), 1792152.
- Lusardi, A., & Mitchell, O. S. (2011). Financial literacy and retirement planning in the United States. *Journal of Pension Economics & Finance*, 10(4), 509-525.
- Lusardi, A., Mitchell, O. S., & Curto, V. (2014). Financial literacy and financial sophistication in the older population. *Journal of Pension Economics & Finance*, 13(4), 347-366.
- Mejía, S. H., García-Santillán, A., & Moreno-García, E. (2022). Financial literacy and its relationship with sociodemographic variables. *Economics & Sociology*, 15(1), 40-55.
- Mishra, P., Pandey, C. M., Singh, U., Gupta, A., Sahu, C., & Keshri, A. (2019). Descriptive statistics and normality tests for statistical data. *Annals Of Cardiac Anaesthesia*, 22(1), 67-72.
- Mustapha, M., & Jeyaram, S. (2015). Financial literacy and demographic factors. *Journal of Technology Management and Business*, 2(1).
- Ndou, A. (2023). The relationship between demographic factors and financial literacy. *International Journal of Research in Business and Social Science*, 12(1), 155-164.
- Np, A. A., & Sm, J. A. (2022). Relationship between demographic factors and digital financial literacy. *Romanian Economic Journal*, 25(84), 41-53.

- OECD (2022). OECD/INFE Guidance on Digital Delivery of Financial Education, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/c980ce2b-en>.
- Potrich, A. C. G., Vieira, K. M., & Kirch, G. (2015). Determinants of financial literacy: Analysis of the influence of socioeconomic and demographic variables. *Revista Contabilidade & Finanças*, 26, 362-377.
- Yıldırım, M., Bayram, F., Oğuz, A., & Günay, G. (2017). Financial literacy level of individuals and its relationships to demographic variables. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 8(3), 19.

TÜRKİYE’DE İDARE HUKUKU’NUN GELİŞİMİNİN ÖNÜNDEKİ TEMEL ENGELLER

Ali ERDEM

Akdeniz Üniversitesi, İİBF, Siyaset Bilimi ve Kamu Yönetimi Bölümü, Hukuk Ana Bilim Dalı
Kampüs Antalya
ORCID: 0000-0002-2633-7555

ÖZET

İdari rejime sahip olan Türkiye özelinde İdare Hukuku, birey-devlet arası ilişkileri düzenleyen ayrıca ve özel bir hukuki alan, kamu yönetiminin faaliyetlerini hukuka uygunluk, hesap verebilirlik ve kamu yararı ilkeleri çerçevesinde düzenleyen ve denetleyen, buy yolla bireyleri kamu gücü karşısında koruyan ve kamu yönetiminde hukukun üstünlüğünü güvence altına alan, kamu yararını gözeten, tedvin edilmemiş (dağınık) ve içtihatlarla dayanan dinamik bir kamu hukuku dalıdır (Gözler, 2023). Dinamik ve içtihatlarla beslenen bir hukuk dalı olması dolayısıyla, yasal çerçevelerdeki karmaşıklık, hukukun siyasallaşması, kurumsal kapasite yetersizlikleri ve özellikle kamusal kısılcısından kurtulmak için idarenin özel hukuk araçlarına yönelmesi gibi yapısal ve kurumsal eksiklikler, idare hukukunun gelişmesi ve genişlemesi önündeki temel engellerdendir.

İdareye tanınan, özünde gerek mevzuatık boşlukların doldurulması, gerek en hızlı ve somut olaya uygun kararın verilmesi gibi etkinlik amaçlı, kanuni sınırlar içindeki “takdir yetkisi” uygulamada “hukuki güvenlik ilkesini” zedelerken, kararlardaki tutarsızlık riskini de arttırmaktadır (Akyılmaz, Sezginer & Kaya, 2022).

Bir tarafta “hukuka uygunluk karinesi”, “üstünlük” gibi araçlarla güçlendirilmiş idare, diğer tarafta “idari işlem ve eylemlere karşı yargı yolu açıktır...” şeklindeki anayasa hükmü ile kanuni sınırların aşılmasıyla su yüzüne çıkabilecek olan keyfiliğe bağlı işaret edilen yargı yolu... Her ne kadar bahsedilenler tanımlanmış ve tecrübe edilmiş durumlar olsa da, hepsinden öte, idarenin bizihi “özel hukuk” alanına yönelmiş/yönelmekte olması, idare hukuku alanının genişlemesi/gelişmesi bir yana, mevcut durumu daha da bulanıklaştırmaktadır. Bu bulanık mevzuatık durum ve uygulama alanları içinde bireylerin hak arama imkanları fiilen zorlaşmaktadır (Gözübüyük & Tan, 2021). İdare’nin “kusursuz sorumluluğu”, “fiili memur” vb. teknik kurumlarla idarenin sorumluluğu genişletilmiş ve asli hale getirilmiş iken, özel hukuk yönelimi bu durumu temelden sarsmaktadır. Diğer taraftan, tarafsız, bağımsız ve uzmanlık temelli olması gereken ve idare hukukunun konusunun esaslı aktörü olan idari kurumların, siyasal müdahalelere açık halde olması, objektifleğe zarar veren (Gözler, 2023) ayrı bir

engelleyici ve önemli faktördür. Tüm bu gerçekliğe, idari kapasite yetersizliği ve buna bağlı olarak, kamusal hizmetlerin yürütülmesinde belki de, “özelleştirmenin” yan etkilerinden korunmak için geliştirilen ve özel hukuk hükümlerince yürütülen hizmet görme teknikleri eklenince, bahse konu hukuki ve idari bulanıklık ve karmaşıklık derinleşmektedir. Değil gelişim ve genişleme, idare hukuku alanı her geçen gün daralmaktadır.

Anahtar Kelimeler: İdare Hukuku, Özel Hukuk, İdari Kapasite Yetersizliği

THE MAIN OBSTACLES TO THE DEVELOPMENT OF ADMINISTRATIVE LAW IN TURKEY

ABSTRACT

In the Turkish context, which has an administrative regime, Administrative Law is a separate area of law regulating the relations between the individual and the state. It regulates and supervises the work of the public administration in accordance with the principles of legality, accountability, and public interest, thereby protecting the individuals against the public power, guaranteeing the rule of law in public administration, and serving the public interest. It is an active area of public law, which has not been codified (scattered) and is based on case law (Gözler, 2023). Due to its dynamic structure and reliance on case law, various structural and institutional deficiencies such as the complexity of legal rules, politicization of law, institutional capacity deficiencies, and especially the administration's tendency to use private law tools to escape from the fetters of public authority have hindered and still hinder the development and expansion of the area called administrative law.

Such “discretionary power” entrusted to the administration, which is in its core about efficiency such as closing legislative gaps and providing the quickest, most realistic decisions possible, within legal limits, creates a threat on the “principle of legal certainty” on practice and increases the risk to create inconsistencies in decisions (Akyılmaz, Sezginer & Kaya, 2022).

On the one side, there is the administration armed with aids such as “presumption of legality” and “superiority”, and on the other, there is the judicial path indicated by the constitutional provision that “judicial review is open against administrative acts and decisions...”, which may arise from an arbitrariness created by exceeding the limits of legality.

Although all the above situations have already been defined and observed in practice, yet the increasing tendency of the administration to enter the area of private law, above all, still further obscures our legal system, without advancing or extending administrative law. In such an unclear legislative framework and its practical application, it becomes considerably more difficult for individuals to seek legal redress (Gözübüyük & Tan, 2021). While it makes the

administration's responsibility wider and primary with technical institutions such as "strict liability", "de facto officials", this private law orientation negates in essence. On the other hand, the fact that institutions that should be impartial, independent, and based on expertise, and which are the main actors in the field of the subject matter of administrative law, can be politically intervened is another important obstacle that damages objectivity (Gözler, 2023). If, in addition to this reality, the inadequacy of administrative capacity and therefore the service provision techniques developed against possible side effects of "privatisation" in the provision of public services and the provisions for implementing it under private law are added, the legal and administrative ambiguity mentioned above is aggravated. The field of administrative law, rather than developing and expanding, is shrinking day by day.

Keywords: Administrative Law, Private Law, Lack of Administrative Capacity

SOSYAL MEDYA'DA PAYLAŞILAN ÖZÇEKİM'LERİN GÖRSEL KÜLTÜRÜ ÜZERİNE

İkram ALPSOY

Ağrı İbrahim Çeçen University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of
Public Relations and Advertising, Ağrı,
ORCID: 0000-0001-6798-5180

ÖZET

Bu araştırma, sosyal medya platformlarında görünürlüğü her geçen gün artan özçekim (selfie) uygulamasını, bilhassa gençlerin kendini sembolleştirme taktikleri üzerinden analiz etmeyi amaçlamaktadır. Özçekim, çoğu zaman yüzeysel bir narsisizm göstergesi olarak değerlendirilse de bu araştırma söz konusu pratiğin çok katmanlı anlam üretim süreçlerini ve özne inşasındaki rolünü tartışmaya açmaktadır. Araştırmanın ana amacı, özçekimin sadece kişisel bir anlatım mı ya da siyasi ve tasarımsal bir müdahale mecrası mı olduğunu saptamaktır. Çalışmanın kapsamı, Facebook, Instagram, Tumblr ve Flickr gibi görsel odaklı sosyal medya platformlarında üretilen özçekim içeriklerini içermektedir. Bu kapsamda, genç erkek ve kadın kullanıcıların kimlik, vücut ve sembol uygulamaları üzerinden öz benlik anlatımını nasıl oluşturdukları incelenmektedir. Araştırma, temsil politikalarının tarihsel birikimini referans alarak, özçekim fenomenini eleştirel bir çerçevede değerlendirmektedir. Veriler, özçekim'in kişinin kendini merkeze aldığı narsist bir tutumdan daha çok kendini tekrardan oluşturduğu, sosyal kurallarla tartıştığı, bazı durumlarda ise bu kuralların göz ardı edildiği bir mecra oluşumuna imkân sağladığını göstermektedir.

Bu yönüyle selfie, dijital kültürde hem bireysel hem de politik bir ifade biçimi olarak değerlendirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Sosyal Medya, Özçekim, Görsel Kültür.

ON THE VISUAL CULTURE OF SELFIES SHARED ON SOCIAL MEDIA

ABSTRACT

This study aims to analyze the growing popularity of selfies on social media platforms, particularly through the lens of young people's strategies for self-representation. Although selfies are often viewed as a superficial manifestation of narcissism, this study opens up a discussion on the multi-layered processes of meaning-making involved in this practice and its role in the construction of the self. The primary aim of the study is to determine whether the selfie is merely a form of personal expression or a medium for political and design-oriented intervention. The scope of the study includes selfie content produced on visually oriented social media platforms such as Facebook, Instagram, Tumblr, and Flickr. In this context, the study

examines how young male and female users construct their self-expressions through identity, body, and symbol-based applications. Drawing on the historical development of representational policies, the study examines the phenomenon of selfies within a critical framework. The data suggests that the selfie serves as a medium through which individuals not only place themselves at the center -as in a narcissistic attitude- but also redefine themselves, engage with social norms, and, in some cases, disregard those norms. In this regard, the selfie is viewed as both an individual and a political form of expression within digital culture.

Keywords: Social Media, Selfie, Visual Culture.

1. GİRİŞ

Özçekim (selfie) kavramı, son yıllarda önemli tartışmaların odak noktası haline gelmiştir. Sosyal medya sitelerinde görülen bu zihinsel kendini gösterme hali, birçok kitle iletişim aracında da ele alınmıştır (Carr 2015). Ancak, özçekimlerle alakalı tartışmaların çoğu genç erkek ve kadınlara odaklanmakta, onların görünürdeki narsisizmini bir tür gerici kişilik özelliği olarak eleştirmektedir.

Bu kavram, ergenlik çağından 20'li yaşların ortalarına kadar olan erkek ve kadınların kendilerini temsil eden paylaşımlarına imkan sağladığı için sosyal medya kültüründe önem kazanmaktadır.

Tek tek değerlendirildiğinde yapılan bu paylaşımlar sıradan ve zararsız görünebilmektedir. Buna karşın bir bütün halinde irdelendiğinde, görsellere dayalı mecranın sıradışı bir biçimde ele geçirildiği, erkek ve kadın bedenlerinin sert ve cesur bir şekilde yansıtıldığı gözlenmektedir. Bu çalışma, teknoloji ve sosyal ağların fotoğraf ve videoların yayılması ve paylaşılması için bir araç olarak kullanılmasıyla ortaya çıkan etkiye dair tartışmalara katkı sunmayı amaçlamaktadır. Özçekim kavramı, tablet, dizüstü bilgisayar, akıllı telefon, film ve dijital kameralar aracılığıyla oluşturulan çok özel bir etkileşimi tanımlamak için kullanılmaktadır. İçerisinde bulunan dijital çağda, kişisel kameralar o kadar yaygın hale gelmiştir ki kompulsif öz-görüntüleme, görsel alanda yeni bir tüketici temelli dilin doğmasını sağlamaktadır. Bunun yanı sıra, Instagram, Tumblr, X, Facebook vb. sosyal ağ uygulamaları, fotoğraf ve videoların anlık ve kolaylıkla yayılmasına yardımcı olmaktadır.

2. SOSYAL MEDYA

Sosyal medya, insanların topluma yönelik kimliklerini belirli sınırlar kapsamında oluşturdukları, istedikleri kişilerle bağlantı kurabildikleri ve arkadaşlarını görebilmelerine imkan sağlayan internet kökenli uygulamalardır (Boyd ve Ellison, 2007, s. 211).

Ortak bir mecra aracılığıyla birbiriyle bağlantı kuran topluluklar şeklinde betimlenen sosyal medya platformları, tüketicilere oluşturdukları profillerini internet siteleri üzerinden kullanmalarına imkan sağlamaktadır (Güçdemir, 2012, s. 40). Bireylerin içerisinde bulundukları sosyal yapıda kimliklerini oluşturmalarına imkân sağlayan bu mecralar, spordan sanata, bilimden kültüre, siyasetten ekonomiye, arkadaşlıktan özel beğenilere kadar birçok alanda yazı, fotoğraf, görüntü, tasarım vb. verilerin paylaşımında tercih edilmektedir (Kirschner ve Karpinski, 2010; Lewis vd., 2008). Geniş bir kullanım alanına sahip olan sosyal medya özçekimler aracılığıyla insanlara görsel bir kültür oluşturmada da imkan sağlamaktadır.

3. ÖZÇEKİM (SELFIE) KAVRAMI VE SOSYAL MEDYADA KULLANIMI

Özçekim (selfie) kavramı, bireyin akıllı telefon, tablet, dizüstü bilgisayar vb. dijital araçlarla kendi fotoğrafını kayıt altına alarak sosyal medya platformlarında yayınlaması olarak tanımlanmaktadır (Selfie..., t.y.).

2013 yılında Oxford Sözlükleri tarafından Yılın Kelimesi seçilen Özçekim (selfie) kavramı, aynı yıl Nelson Mandela'nın anma töreninde Amerika Birleşik Devletleri (ABD) Başkanı Barack Obama'nın İngiltere Başbakanı David Cameron ve Danimarka Başbakanı Helle Thorning-Schmidt'le birlikte selfie çekerken çekilen fotoğrafının paylaşılmasıyla kamuoyu tarafından bilinirliği artan bir olgu haline gelmiştir. Ancak söz konusu olay, politik ve etik bağlamda tartışmalara yol açmış; bu tür bir davranış, kimi yorumcular tarafından saygısızlık ve aşırı benmerkezcilik göstergesi olarak eleştirilmiştir (McCalmont, 2013).

Özçekim, son yıllarda insanların kendini muhataplarına takdim etme yöntemlerinden biri olmanın yanı sıra sanal mecralarda yeni bir kimlik oluşturmada da ön plana çıkan bir araç olmuştur. Günlük yaşam biçimleri, bireysel seçimler ve bedensel görünümünün yansımaları özçekimle birlikte görünür hale getirilmekte, böylelikle insanlar yaptıkları bu tarz paylaşımlarla dijital bir kişilik sunumu ortaya koymaktadır. Bu da sosyal kimlik kuramı ve dijital sosyoloji kapsamında ele alındığında insanların kendini topluma sunma şekillerinin yorum, beğeni, paylaşım gibi toplumsal tasdik yöntemleriyle bağlantılı olduğunu yansıtmaktadır (Fallon, 2014).

Özçekim uygulamaları, insanların kendisini devamlı bir gözetime maruz bırakması ve bu gözetim sürecinde takdir edilme isteğini güçlendirmesi yönüyle de önemlidir. Bu kapsamda özçekim, gözetim toplumu olgusuna dair tartışmalarla bağlantı kurulabilecek bir olgu olarak yorumlanabilmektedir (Wortham, 2013). Çünkü insanlar, sosyal mecralarda yaptıkları görüntüye dayalı paylaşımlarla kendilerini denetlerken aynı zamanda diğer insanların değerlendirmesine açık hale gelmektedir.

Buna karşın özçekime dayalı görsel kültür, eleştirilere de maruz kalmaktadır. Bilhassa sosyal medya platformlarında yapılan paylaşımların bazılarının sıradan, yenilikten uzak veya gerçekçi bulunmaması, kadınların yüzlerini ve fiziksel özelliklerini mübalağalı bir şekilde yansıtması, erkeklerin bedenlerini daha kaslı göstermeye çalışması eleştirilerde öne çıkan hususlar arasında yer almaktadır (Saltz, 2014). Bu da toplumsal cinsiyet kurallarının sanal mecralarda tekrardan oluşturulduğunu ve görselliği merkeze alan bir takdir edilme anlayışının yaygınlaştığını ortaya koymaktadır (Schuster, 2013).

Sonuçta, özçekim, dijital çağın bireyleri için hem bir kendini ifade etme aracı hem de sosyal onay arayışının görünür bir pratiği olarak değerlendirilebilir. Ancak bu pratiğin, bireysel kimlik sunumlarını standartlaştırma ve yüzeyselleştirme riski taşıdığı da göz ardı edilmemelidir.

SONUÇ

Dijitalleşmenin artmasıyla beraber, insanların duygu ve düşüncelerini aktarma, böylelikle bunları görünürleştirme yöntemleri de değişime uğramıştır. Sosyal ağ mecralarının fotoğraf, video, tasarım vb. özelliği, insanların sahip olduğu kimliğe dair temsilleri ve kendini sunum yöntemlerini tekrardan oluşturmuş, özçekim (selfie) ise bu süreçte dijital alandaki görsel kültürün önemli bir unsuru olmuştur.

Bu araştırma, sosyal medya mecralarında kullanıcılar paylaşımı yapılan özçekimlerin kişisel bir veri aktarımı olmanın yanı sıra kimliğin üretimi ve simgesel anlam oluşum aşamalarının bir ögesi olarak ele alınması gerektiğini göstermektedir.

Çalışma verileri, özçekimlerin çoğunlukla kendini beğenmeyle ilişkilendirilmesine karşın insanların kendilerini tekrardan betimledikleri ve toplumsal kurallarla etkileşime girdikleri bir görsel ifade alanı oluşturduğunu göstermektedir.

Bu kapsamda özçekim, sanal kültürde kişisel kimliğin aktarımı, toplumsal kabul çabası ve görsel simge aşamalarının bir araya geldiği noktada bulunan dikkate değer bir iletişim uygulaması olarak yorumlanabilir.

Sonuç olarak selfie, dijitalleşme sürecinin görsel etkileşim yapısını anlamlandırmak için mühim bir çalışma mecrası sunmaktadır. Bundan dolayı gelecekte gerçekleştirilecek araştırmaların özçekim kavramını toplumsal cinsiyet, dijital kimlik, görsel temsil vb. hususlarda daha geniş çaplı bir şekilde yorumlamasının alan yazınına ciddi kazanımlar sağlayacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Boyd, D. M., Ellison, N. B. (2007). "Social Network Sites: Definition, history, and scholarship". *Journal of Computer-Mediated Communication*, 13(1), Article 11.
<http://jcmc.indiana.edu/vol13/issue1/boyd.ellison.html>.
- Carr, D. (2015). *Selfies on a Stick, and the Social-Content Challenge for the Media*. New York Times, January 4. http://www.nytimes.com/2015/01/05/business/media/selfieson-a-stick-and-the-social-content-challenge-for-the-media.html?_r=0.
- Fallon, K. (2014). Selfie Is Both a Brilliant and Terrible TV Show. *The Daily Beast*, September 30. <http://www.thedailybeast.com/articles/2014/09/30/selfie-is-both-a-brilliant-and-terrible-tv-show.html>
- Güçdemir, Y. (2012). *Sanal Ortamda İletişim Bir Halkla İlişkiler Perspektifi*, İstanbul: Derin Yayınevi.
- Kirschner, Paul A. & Karpinski, Aryn C. (2010). Facebook and Academic Performance. *Computers in Human Behavior*, 1-9.
- Lewis, K., Jason K., Marco G., Andreas W. & Nicholas C. (2008). Tastes, Ties, and Time: A New Social Network Dataset Using Facebook.com. *Social Networks*, 30, 330-342.
- McCalmont, L. (2013). President Obama Takes Selfie with World Leaders. *Politico.com*, December 10, 11:50 AM EST. <http://www.politico.com/story/2013/12/nelson-mandelamemorial-service-obama-photo-100948.html>.
- Schuster, J. (2013). Invisible Feminists? Social Media and Young Women's Political Participation. *Political Science* 65 (1), 8-24.
- Wortham, J. (2013). My Selfie, Myself. *The New York Times*, October 19. http://www.nytimes.com/2013/10/20/sunday-review/my-selfie-myself.html?pagewanted=all&_r=0.
- Saltz, J. (2014). Art at Arm's Length: A History of the Selfie. *Vulture*, <http://www.vulture.com/2014/01/history-of-the-selfie.html>
- Selfie. (Tarih Yok). Oxford İngilizce Sözlük.
<https://www.oxfordlearnersdictionaries.com/definition/english/selfie?q=selfie>

A PARAMETRIC STUDY OF TUNED MASS DAMPER PERFORMANCE IN SLENDER REINFORCED CONCRETE HIGH-RISE BUILDINGS

Assoc. Prof. Dr. Resat OYGUC

Istanbul Technical University, Institute of Disaster Management, Department of Earthquake
Engineering, 34469 Maslak, İstanbul

ORCID: 0000-0002-9874-3763

Dr. Evrim OYGUC

Istanbul Technical University, Institute of Disaster Management, Department of Earthquake
Engineering, 34469 Maslak, İstanbul

ORCID: 0000-0003-0658-1646

ABSTRACT

Slender high-rise reinforced concrete buildings with long fundamental periods exhibit distinct dynamic characteristics under seismic excitation, and conventional structural approaches often prove insufficient in improving their earthquake performance. This study investigates the seismic effectiveness of a passive tuned mass damper (TMD) system applied to a 48-story reinforced concrete high-rise located in a high-seismicity district of Istanbul, through both frequency-domain parametric optimization and time-history analyses. The structural model was developed and three classical TMD design formulations were comparatively evaluated. A comprehensive parametric grid search was performed via the Sherman–Morrison matrix update method, and eleven ground motion records were selected in accordance with the ATC-58 Method 1 protocol. The results demonstrate that the TMD system provides consistent and meaningful reductions in roof displacement, absolute acceleration, and inter-story drift ratio across all ground motion records, with the resonance peak in the frequency response function suppressed by approximately 5 dB. Detuning sensitivity analysis reveals that the Sadek formulation offers substantially superior robustness under long-term frequency mistuning compared to Den Hartog, despite a slight nominal performance disadvantage. Fragility-based evaluation confirms a notable reduction in damage exceedance probability at the design seismic hazard level, and cost-effectiveness analysis supports the economic viability of the proposed TMD configuration.

Keywords: Tuned mass damper, reinforced concrete high-rise, seismic control, Den Hartog method, Sherman–Morrison update, frequency response function, fragility analysis,

1. INTRODUCTION

The rapid urbanization observed in high-seismic-risk regions of Turkey has led to a growing prevalence of slender, long-period reinforced concrete (RC) high-rise buildings. These structures exhibit a fundamentally different seismic response compared to low-rise or medium-

rise counterparts: their long fundamental periods place them in the descending spectral acceleration branch, resulting in low spectral accelerations but high spectral displacements. Traditional stiffening and sectional enlargement strategies become architecturally and economically impractical beyond a certain slenderness threshold, motivating the use of supplemental damping devices.

The tuned mass damper (TMD), introduced by Frahm (1911) and theoretically systematized by Den Hartog (1956), is among the most well-established passive vibration control devices in structural engineering. Its fixed-point optimal design, expressed through closed-form frequency ratio $f_{\text{opt}} = 1/(1 + \mu)$ and damping ratio $\zeta^d_{\text{opt}} = \sqrt{(3\mu/8(1 + \mu)^3)}$, provides a practical starting point for design. Subsequent contributions by Warburton (1982) for stochastic loading and Sadek et al. (1997) for damped primary systems have extended the theoretical framework. Despite this theoretical maturity, the application of TMDs to long-period RC high-rise buildings under realistic seismic loading remains insufficiently studied in the literature.

Most existing studies focus on wind-induced vibration or short-to-medium period structures. Studies directly addressing TMD effectiveness for RC high-rises with $T_1 > 4$ s under earthquake excitation are scarce, and the Turkish seismic design code TBDY 2018 does not include dedicated provisions for TMD design in such structures. This study addresses these gaps through a systematic numerical investigation combining frequency-domain parametric optimization and nonlinear time-history analysis under eleven scaled ground motion records.

1.1 Seismic Performance of TMDs: State of the Art

The application of TMDs to seismic problems has been investigated since the 1990s with findings that highlight the load-type dependency of TMD effectiveness. Villaverde and Koyama (1993) reported that a TMD with $\mu = 0.042$ reduced roof displacement by approximately 40% under the 1985 Mexico City earthquake records, which contained strong long-period energy content near the structural period. Soto-Brito and Ruiz (1999) found that while TMDs effectively reduced peak responses under moderate earthquakes in 22-story nonlinear frames, their effectiveness diminished significantly for near-fault pulse-type records, highlighting the narrow-band limitation of passive TMDs.

Rana and Soong (1998) conducted a parametric study on a 10-story building model showing that displacement reductions of 20–25% are achievable with $\mu = 0.02$ under earthquake-type excitation, consistent with the present findings. Farshidianfar and Soheili (2013) incorporated soil–structure interaction into TMD optimization using ant colony optimization for a 15-story building, finding that soil flexibility significantly reduces TMD effectiveness. For the ZB rock-

class site in the present study, SSI effects are negligible given the large separation between site and structural periods. Pourzeinali et al. (2007) employed multi-objective optimization to simultaneously minimize roof displacement and floor acceleration in a 12-story frame, motivating the multi-metric performance framework adopted here.

Çetin (2020) optimized TMD parameters for shear-frame systems using the Differential Evolution algorithm with transfer-function-based objective functions, reporting approximately 26% displacement reduction for $\mu = 0.06$ in a 4-story frame. The higher mass ratio in that study ($3\times$ larger than the present $\mu = 0.02$) partly explains the higher reduction. Elselumi (2024) compared single and multiple TMD systems on a 10-story building under El Centro excitation, achieving 54% displacement reduction. However, that result is based on a single ground motion record at a higher mass ratio, whereas the present study reports the mean over eleven ATC-58-scaled records, providing a statistically more representative performance estimate.

1.2 Research Gaps and Scope of the Present Study

Globally, more than 50 high-rise buildings exceeding 300 m have been equipped with TMD or similar vibration control systems. The 660-ton pendulum TMD in Taipei 101 (508 m), the approximately 1000-ton TMD in Shanghai Tower (632 m), and the dual 300-ton TMDs in the John Hancock Center (344 m) are prominent examples. In virtually all these applications, wind-induced vibration is the primary design driver. The literature on TMD performance for earthquake-dominated long-period RC high-rises ($T_1 \geq 4$ s) remains sparse: most numerical studies employ simplified SDOF or shear-beam models rather than detailed 3D finite element representations, and the Turkish seismic code TBDY 2018 contains no dedicated provisions for TMD design or verification in such structures.

The present study addresses these gaps through: (i) a realistic 48-DOF ETABS model of a 48-story RC high-rise with $T_1 = 6.824$ s; (ii) a computationally efficient Sherman–Morrison parametric grid search over 216,000 μ – f – ζ^d combinations; (iii) Newmark- β time-history verification under eleven ATC-58 Method 1 scaled records; and (iv) multi-metric performance assessment including fragility analysis and benefit-to-cost evaluation within the TBDY 2018 framework. The results aim to provide both scientific benchmarks and practical design guidance for passive TMD implementation in seismically active regions.

2. STRUCTURAL MODEL AND GROUND MOTION SELECTION

2.1 Building Description and ETABS Model

The reference structure is a 48-story (6 basement + ground + 41 typical floors) RC high-rise with a total height of 139.7 m above grade and a footprint of approximately 980 m², yielding a

slenderness ratio $H/B \approx 12.0$. The lateral load-resisting system consists of central RC shear walls (C45 concrete) combined with peripheral composite columns incorporating embedded H-steel profiles in the lower 40 stories (diameter 1.30 m) transitioning to pure RC sections (diameter 1.00 m) in the upper 8 stories. The structural model was assembled in CSI ETABS with rigid diaphragm floors and a 30-mode CQC modal analysis.

Key modal results are summarized in Table 1. The fundamental X-translation period $T_1 = 6.824 \text{ s}$ places the structure in the descending (D) branch of the TBDY 2018 DD-2 elastic spectrum for ZB soil class ($V_{s,30} > 760 \text{ m/s}$). The first-mode effective modal mass is $M_{e00} = 15,600 \text{ t}$ with a cumulative mass participation ratio $\Sigma UX_1 = 0.601$. The second mode is a torsional mode ($T_2 = 3.532 \text{ s}$), and the third mode corresponds to Y-direction translation ($T_3 = 3.052 \text{ s}$).

Table 1. Modal analysis results, first 10 modes.

Mode	T (s)	ω (rad/s)	ΣUX	Dominant Type
1	6.824	0.921	0.601	X Translation (1st)
2	3.532	1.779	0.601	Torsion (1st)
3	3.052	2.058	0.601	Y Translation (1st)
4	1.515	4.149	0.758	X Translation (2nd)
5	0.793	7.924	0.758	Torsion (2nd)
6	0.606	10.37	0.823	X Translation (3rd)
7	0.567	11.08	0.823	Y Translation (2nd)
8	0.339	18.53	0.823	Torsion (3rd)
9	0.328	19.15	0.863	X Translation (4th)
10	0.232	27.08	0.863	Y Translation (3rd)

2.2 Ground Motion Selection and Scaling

Eleven bidirectional ground motion records were selected from the AFAD national strong-motion database and the NGA-West2 archive following the ATC-58 Method 1 protocol. The selection criteria included moment magnitude $M_W = 5.8 - 7.6$, closest distance $R_{hr}^P = 8 - 75 \text{ km}$, and site classification primarily ZB ($V_{s,30} > 760 \text{ m/s}$). The target period band for geometric-mean spectral matching was set as $T = 0.2T_1$ to $2.0T_1$ (1.36–13.65 s). Table 2 lists the selected records.

Table 2. Selected ground motion records

No	Event	Year	Mw	R (km)	PGA (g)	Site
1	Bingol	2003	6.4	14.0	0.51	ZB
2	Duzce	1999	7.2	8.3	0.54	ZB
3	Erzincan	1992	6.9	13.0	0.50	ZC
4	Golcuk (Kocaeli)	1999	7.6	17.0	0.36	ZB
5	Imperial Valley	1940	6.9	8.3	0.31	ZC
6	Loma Prieta	1989	6.9	22.0	0.44	ZB
7	Northridge	1994	6.7	17.5	0.36	ZB
8	San Fernando	1971	6.6	38.9	0.20	ZA
9	Silivri	2019	5.8	75.0	0.10	ZB
10	Van	2011	7.1	20.0	0.21	ZB
11	Victoria Mexico	1980	6.1	39.3	0.15	ZC

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1 Optimal Parameter Formulations

Three closed-form TMD tuning methods were applied for the mass ratio $\mu = 0.02$ and structural damping ratio $\zeta_s = 0.05$:

$$\text{Den Hartog (1956): } f_{\text{opt}} = 1/(1 + \mu) = 0.9804; \zeta^d_{\text{opt}} = \sqrt{(3\mu / 8(1 + \mu)^3)} = 0.0841$$

$$\text{Warburton (1982): } f_{\text{opt}} = \sqrt{((1 - \mu/2)/(1 + \mu))} = 0.9853; \zeta^d_{\text{opt}} = 0.0701$$

$$\text{Sadek et al. (1997): } f_{\text{opt}} = 0.9735; \zeta^d_{\text{opt}} = 0.1886$$

The three formulations yield very similar frequency ratios (0.9735–0.9853) but markedly different damping ratios: the Sadek method prescribes a damping coefficient approximately 2.2 times larger than Den Hartog, reflecting its optimization criterion oriented toward damped primary systems. The resulting TMD physical properties for $\mu = 0.02$ are: $m^d = 312 \text{ t}$, $k^d = 1,037 \text{ kN/m}$ (Den Hartog), $c^d = 47.4 \text{ kN} \cdot \text{s/m}$ (Den Hartog) and $c^d = 105.5 \text{ kN} \cdot \text{s/m}$ (Sadek).

3.2 Sherman–Morrison Parametric Grid Search

A comprehensive grid search over 216,000 combinations in the three-dimensional parameter space ($\mu = 0.01 - 0.05$; $f = 0.85 - 1.15$; $\zeta^d = 0.02 - 0.30$) was performed to identify the FRF-minimizing parameter set. Full matrix inversion for each combination would be computationally prohibitive for a 48-DOF system. The Sherman–Morrison rank-1 matrix update formula was employed to update the dynamic stiffness matrix $Z(\omega)$ when the TMD

parameters are perturbed, reducing the computational overhead by a factor of approximately three relative to direct inversion. The update formula is:

$$[Z + uv^T]^{-1} = Z^{-1} - (Z^{-1} u v^T Z^{-1}) / (1 + v^T Z^{-1} u)$$

where u and v^T represent the rank-1 perturbation vectors corresponding to the TMD stiffness and damping modifications. This approach allows the FRF envelope to be evaluated across the entire grid without re-factorizing the full system matrix at each step.

3.3 Frequency Response Function Analysis

The normalized FRF of the uncontrolled structure exhibits a sharp resonance peak at $|H^*|_{1ax} = 9.8 \text{ m/m}$ ($r = 1.0$). With the TMD designed at $\mu = 0.02$ using Den Hartog parameters, the resonance peak is split into two equal sub-peaks at $|H^*| = 3.1 \text{ m/m}$, representing a 68% reduction equivalent to 5.1 dB. The Warburton method yields a nearly identical response ($|H^*| = 3.3 \text{ m/m}$), whereas the Sadek method, owing to its substantially higher damping ratio, produces a single broadened peak at $|H^*| = 3.4 \text{ m/m}$. Although the Sadek method is slightly inferior at the nominal design point, its advantage emerges under off-nominal conditions. Table 3 summarizes the FRF peak reduction for different mass ratios.

Table 3. FRF peak reduction for different mass ratios (Den Hartog, $\zeta_s = 0.05$)

	μ	$m^d \text{ (t)}$	f_{opt}	$\zeta_{d,opt}$	$ H^* _{peak} \text{ (m/m)}$	Reduction (dB)
*	0.01	156	0.9901	0.0603	4.8	3.1
	0.02 *	312	0.9804	0.0841	3.1	5.1
	0.03	468	0.9709	0.1015	2.3	6.8
	0.05	780	0.9524	0.1273	1.7	9.0

Selected design mass ratio

3.4 Time-History Analysis

Newmark- β time-history analyses ($\gamma = 0.5$, $\beta = 0.25$) were conducted for all eleven ground motion records. The uncontrolled roof displacement ranged from 180 mm (Silivri 2019 and Victoria Mexico) to 750 mm (Duzce 1999 and Golcuk 1999). With the TMD ($\mu = 0.02$, Den Hartog), the mean reduction across eleven records was $23.6 \pm 3.1\%$. The narrow standard deviation confirms consistent TMD effectiveness across diverse earthquake characteristics. The maximum reduction of 29.0% was achieved for the Golcuk 1999 record, which contains energy concentrated near $T_1 = 6.824 \text{ s}$, while the minimum of 19.6% occurred for the broadband Imperial Valley 1940 record.

The critical inter-story drift ratio (IDR) occurs at floors 17–22 for all scenarios. The uncontrolled peak IDR of 1.45% satisfies the TBDY 2018 mandatory limit of 1.6% but exceeds

the serviceability performance target of 1.0%. With the TMD at $\mu = 0.02$, the peak IDR is reduced to 1.13%, representing a 22.1% reduction consistent with the roof displacement reduction. Achieving the serviceability IDR target of 1.0% requires $\mu \geq 0.04$ –0.05, which implies a TMD mass of 625–780 t. Table 4 provides a comparative summary of IDR values.

Table 4. Inter-story drift ratio comparison and TBDY 2018 evaluation

Scenario	Critical Floor	Max IDR (%)	TBDY 2018 (1.6%) Compliance
Uncontrolled	17–22	1.45	✓ Compliant
TMD, $\mu=0.01$	17–22	1.32	✓ Compliant
TMD, $\mu=0.02$ *	17–22	1.13	✓ Compliant
TMD, $\mu=0.03$	17–22	1.05	✓ Compliant
TMD, $\mu=0.05$	17–22	0.97	✓ Compliant

* Selected design mass ratio

3.5 Detuning Sensitivity Analysis

A key practical concern for high-rise TMD systems is long-term frequency detuning caused by structural stiffness changes or manufacturing tolerances. The sensitivity of each design method to frequency deviation Δf was evaluated by computing the FRF peak at offsets of $\pm 2.5\%$, $\pm 5.0\%$, $\pm 7.5\%$, and $\pm 10.0\%$ from the nominal tuning frequency. At the nominal point, Den Hartog achieves 5.1 dB vs. Sadek's 4.6 dB. However, at $\Delta f = \pm 10\%$, Den Hartog loses 28–29% of its effectiveness, while Sadek loses only 9–10%. This robustness advantage of the Sadek method stems from its higher damping ratio ($\zeta^d = 0.1886$), which broadens the effective frequency band at the cost of a larger damper ($c^d = 105.5$ vs. 47.4 kN·s/m). For long-term high-rise applications where stiffness degradation is expected, the Sadek method offers a more reliable design basis.

5. CONCLUSIONS

This study has systematically characterized the seismic effectiveness of a passive TMD system applied to a 48-story, $T_1 = 6.824$ s slender RC high-rise through frequency-domain parametric optimization and Newmark- β time-history analysis under eleven ATC-58-compliant scaled ground motion records. The following conclusions are drawn:

(1) The TMD designed at $\mu = 0.02$ with Den Hartog parameters reduces mean roof displacement by $23.6 \pm 3.1\%$, roof acceleration by $19.2 \pm 3.4\%$, and peak IDR from 1.45% to 1.13% averaged over eleven records. The narrow standard deviation confirms reliable performance across diverse earthquake characteristics.

- (2) The FRF resonance peak is suppressed from 9.8 m/m to 3.1 m/m (5.1 dB), confirming that the fixed-point optimal design translates effectively to the first-mode-dominated MDOF system.
- (3) The Sadek method, although nominally inferior by 0.5 dB, provides substantially superior robustness under frequency detuning: 9–10% performance loss at $\pm 10\%$ frequency deviation versus 28–29% for Den Hartog. For long-term applications, the Sadek formulation is the recommended starting point.
- (4) The DS_2 damage exceedance probability at the DD-2 hazard level is reduced by 23.4 percentage points, and the benefit-to-cost ratio for $\mu = 0.02$ is 3.5, confirming economic viability.
- (5) TBDY 2018 does not include dedicated TMD provisions for high-rise structures with $T_1 \geq 4$ s. Based on the present results, minimum mass ratios of $\mu_{\min} = 0.01$ and recommended $\mu = 0.02$ – 0.03 are proposed, along with a minimum 11-record ground motion set and a serviceability IDR target of 1.0%.
- (6) The Sherman–Morrison matrix update method accelerates the 216,000-combination parametric grid search by a factor of approximately three compared to direct matrix inversion, validating it as a computationally efficient approach for high-DOF TMD optimization.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was supported by the Scientific Research Projects Coordination Unit of Istanbul Technical University under Project No. 43442. The author gratefully acknowledges the financial support and institutional resources provided by ITU BAP.

REFERENCES

- ATC (2011). Seismic Performance Assessment of Buildings, Volume 1 – Methodology. FEMA P-58. Applied Technology Council, Redwood City, CA.
- Den Hartog, J.P. (1956). Mechanical Vibrations, 4th edn. McGraw-Hill, New York.
- Elselumi, H. (2024). Comparison of Tuned Mass Damper and Multiple Tuned Mass Dampers under Seismic Effect. M.Sc. Thesis, İTÜ Institute of Disaster Management, Istanbul.
- Farshidianfar, A., Soheili, S. (2013). Ant colony optimization of tuned mass dampers for earthquake oscillations of high-rise structures including soil–structure interaction. Soil Dynamics and Earthquake Engineering, 51, 14–22.
- Frahm, H. (1911). Device for damping vibrations of bodies. US Patent No. 989,958.
- Pourzeinali, S., Saeed, H., Eimani, A. (2007). Robust multi-objective optimization of TMD control system with random system parameters using ANN and genetic algorithm. Nonlinear Dynamics, 51(4), 627–645.

Sadek, F., Mohraz, B., Taylor, A.W., Chung, R.M. (1997). A method of estimating the parameters of tuned mass dampers for seismic applications. *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, 26(6), 617–635.

Sherman, J., Morrison, W.J. (1950). Adjustment of an inverse matrix corresponding to a change in one element of a given matrix. *Annals of Mathematical Statistics*, 21(1), 124–127.

TBDY (2018). Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği. Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Ankara.

Warburton, G.B. (1982). Optimum absorber parameters for various combinations of response and excitation parameters. *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, 10(3), 381–401.

FORENSIC SCIENCE AND CRIMINOLOGICAL INSIGHTS: TRANSFORMING CRIMINAL INVESTIGATION

Ms. Khushbu SHARMA

Ph.D. Research Scholar, School of Law, UPES, Dehradun, India.

ORCID: 0009-0004-6978-164X

Dr. Kanchal GUPTA

Associate Professor, School of Law, UPES, Dehradun, India.

ORCID: 0000-0003-4889-5934

ABSTRACT

The fields of criminology and forensic science together provide a strong framework for comprehending and dealing with criminal conduct. They are complementary but separate disciplines. Applying scientific techniques to examine physical evidence from crime scenes and provide vital information for inquiries and court cases to aid in delivering justice is the main goal of forensic science. In contrast, criminology explores the psychological and sociological aspects of crime and provides insights into criminal conduct, its causes, and the effects it has on society. This research paper looks at how criminology and forensic science work together, highlighting how they might improve criminal investigations and the administration of justice. Through an examination of the convergence between criminological theory and scientific evidence analysis, the research demonstrates how a multidisciplinary approach might result in more efficient methods for investigating crimes. Important subjects include the use of criminological ideas to analyze criminal intentions and motives, the function of forensic techniques in crime scene investigation, and the cooperation of criminologists and forensic scientists in criminal profiling. In addition, the study addresses the technological developments in forensic science and how they affect criminological research, arguing that continual innovation and interprofessional collaboration are necessary to meet the ever-changing difficulties of contemporary crime.

Keywords: crime; criminology; forensic science; investigation.

PRIVACY AND PROTECTION OF BIG DATA VIS-À-VIS ARTIFICIAL INTELLIGENCE: A CRITICAL ANALYSIS

Dr. Rajesh KUMAR, Assistant Professor
School, of Law, UPES, Dehradun
ORCID: 0000-0002-4338-5639

ABSTRACT

The concepts of privacy and data protection pertain to the preservation of individual privacy and private information in an era where everything is going exponentially digitized. Big Data encompasses large, varied, and quickly produced collections of organized and unorganized data that beyond the capabilities of conventional data processing technologies to efficiently capture, handle, and evaluate. Big Data refers to the collection of large volumes of information that are continuously generated from various sources like Artificial Intelligence (AI) and Internet of Things (IoT). Artificial intellect (AI) refers to the replication of human intellect in machines, allowing them to carry out tasks, acquire knowledge from past encounters, and adjust to new data. AI systems employ data analysis and interaction to produce novel insights, forecasts, and patterns, hence facilitating the growth of Big Data repositories. Machine learning algorithms, which are a subset of artificial intelligence (AI), iteratively improve their models by assimilating new data, hence augmenting the amount of information accessible for analysis. The extensive accumulation, manipulation, and examination of immense datasets by AI systems give rise to issues over privacy, potentially resulting in breaches of data protection legislation. The emergence of transparency and accountability issues is particularly evident in the intricate decision-making processes of AI algorithms, posing challenges in assigning responsibility for the resulting consequences. The task of lawmakers, regulators, and legal experts in dealing with the intricate field of AI and Big Data involves the continuous difficulty of maintaining a balance between fostering innovation, safeguarding individual rights, and adhering to changing legal norms. This paper examines the various uses of Artificial Intelligence and the role of AI in producing Big Data. Additionally, the challenges pertaining to safeguarding and storing large-scale datasets. Finally, the strategy used by the developed countries such as Europe and the United States to address the regulation of safeguarding the privacy and security of Big Data. Finally, the Indian framework is lacking in ensuring the privacy and security of data. Ultimately, this paper consolidates essential observations and puts forth suggestions to India for a thorough and flexible strategy regarding privacy and safeguarding in the age of Big Data-powered AI.

Keywords: Big Data, Technology, Artificial Intelligence (AI), India, EU, US

THE IDEOLOGY OF "PEOPLE AS THE ROOT" IN THE HONG DUC CODE: SOCIAL PROTECTION POLICY AND ANTI-OPPRESSION FOR VULNERABLE GROUPS

Dr. Nguyen The HONG

Lecturer in History, Faculty of Social Sciences Education, School of Education, Dong Thap
University, Vietnam

Pham Thi Kim NGAN

Students majoring in History Education, Faculty of Social Sciences Education, School of Education,
Dong Thap University, Vietnam

Duong To Quoc THAI

Lecturer in History, Faculty of Social Sciences Education, School of Education, Dong Thap
University, Vietnam

ORCID: 0009-0008-1929-3751

ABSTRACT

This article elucidates the ideology of "taking the people as the root" – a core manifestation of humanitarianism within the *Quoc Trieu Chinh Law* (The Hong Duc Code) during the Early Le dynasty. The study argues that, transcending the typical suppressive nature of feudal legislation, the Hong Duc Code established a progressive social protection system and sophisticated anti-oppression mechanisms. This humanitarian thought is materialized through two primary dimensions: First, special protection for hazardous social groups, including the elderly, children, the disabled, and women. Regulations regarding the mitigation of punishments, support obligations, and relief during natural disasters reflect the court's profound concern for the right to life. Second, the code established stringent legal barriers to fight the abuse of power and harassment by bureaucrats and local despots against the poor. Severe penalties for land seizure, the oppression of commoners, and mandates holding accountable officials for the people's welfare during epidemics serve as eloquent testaments to this "pro-people" spirit. The article asserts that the synthesis of "rule of law" (Phap tri) and "rule of virtue" (Duc tri) in the Hong Duc Code not only stabilized the social order of that era but also laid the foundation for Vietnam's humanistic legal tradition, providing valuable lessons for the construction of a modern rule-of-law state today.

Keywords: National Trieu Chinh Law (The Hong Duc Code); People as roots; Humanitarian thought; Social protection; Vulnerable groups.

1. INTRODUCTION

In the historical progression of global jurisprudence, few ancient legal codes demonstrate a more seamless integration of rigorous statecraft and profound humanitarianism than the *Quoc Trieu Chinh Luat* (National Code of the Le Dynasty), popularly known as the *Hong Duc Code* in Vietnam. Promulgated and refined during the reign of Emperor Le Thanh Tong (r. 1460–

1497) the zenith of Vietnamese feudalism this code transcends its status as a mere legal instrument to become a synthesis of political ideology, ethics, and indigenous cultural traditions. A cornerstone of the Hong Duc Code's enduring relevance and its surprisingly modern character is the philosophy of "*Dan duy bang ban*" (The People as the Root of the Nation). This ideology was systematically codified into specific social protection policies and anti-oppression mandates, particularly designed to shield vulnerable segments of society, including women, children, the elderly, the disabled, and the impoverished.

Historical Context and Ideological Foundations

The emergence of the Hong Duc Code was inextricably linked to the necessity of consolidating an independent, autonomous, and stable nation following the expulsion of the Ming invaders. Legislators of the Early Le period, led by the visionary Emperor Le Thanh Tong, skillfully incorporated Confucian values without succumbing to a mechanical imitation of Northern (Chinese) legal systems. Instead, they "Vietnamized" governance principles to align with the socio-practical realities and cultural psyche of the Vietnamese people. Confucianism within the Hong Duc Code did not merely emphasize absolute monarchical loyalty or the maintenance of a rigid hierarchy; it placed a significant burden of responsibility on the ruler to ensure the welfare and safety of the populace. Consequently, "The People as the Root" was not an abstract political slogan but a functional compass guiding various legal domains, from civil and criminal law to bureaucratic administration.

Social Protection and the Empowerment of Vulnerable Groups

The Hong Duc Code exhibited extraordinary concern for the "*co, doc, phe, tat*"- individuals who were orphaned, widowed, disabled, or otherwise lacked social support. The State not only recognized their existence but also legislated the specific responsibilities of society and local authorities in their care and sustenance. Perhaps the most progressive feature of the code, relative to its contemporaries, was its robust protection of women's rights. In a society traditionally constrained by the Confucian "preference for males over females," the Hong Duc Code distinctly recorded women's rights to property ownership and inheritance. Furthermore, it granted women the right to initiate divorce under specific conditions of neglect or abuse by their husbands. This reflects a humanitarian spirit that transcended feudal dogmas to protect the dignity and practical interests of individuals.

Mechanisms Against Oppression and Abuse of Power

Beyond protection, the Hong Duc Code established a stringent framework to curb oppression by the mandarin class against commoners. Adopting the view that "the bureaucracy is the source

of either order or chaos" , the code prioritized the control of power and the punishment of corruption and authoritarianism. Acts such as the wrongful arrest of innocents, the maltreatment of prisoners, or the unlawful seizure of civilian property were met with severe penalties. Crucially, the code mandated that local officials provide relief during natural disasters or epidemics; negligence in this duty resulted in legal liability. Such mechanisms ensured that state power was exercised in the service of public stability, justice, and the protection of the disenfranchised.

Contemporary Values and Research Significance

Analyzing the "People as the Root" ideology in the Hong Duc Code is not merely an exercise in historical inquiry but offers vital insights for the modern construction of a Rule-of-Law state. The values of human rights protection, social justice, and the regulation of power embedded in this ancient code remain profoundly relevant today. As Vietnam continues to refine its legal system toward more progressive and humane standards, inheriting the quintessence of the Hong Duc Code is an objective necessity. This article provides an in-depth analysis of two critical dimensions social protection policies and anti-oppression mechanisms for vulnerable groups to reaffirm the Hong Duc Code's status as a pinnacle of Vietnamese humanitarian jurisprudence.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. Research Materials and Source Base

To elucidate the "People as the Root" ideology through social protection policies and anti-oppression mechanisms for vulnerable groups, this study employs a diverse systems of materials, including primary legal texts, theoretical treatises, and historical archives.

Firstly, primary legal sources: The central object of investigation is the *Quoc Trieu Hinh Luat* (National Code of the Le Dynasty, commonly referred to as the Hong Duc Code). This research utilizes the translation by the Institute of History in collaboration with scholars Nguyen Ngoc Nhuan and Nguyen Ta Nhi (National Political Publishing House), cross-referenced with the version by Nguyen Q. Thang and Nguyen Van Tai (Culture and Information Publishing House). Direct access to 722 articles across 6 volumes and 13 chapters allows for the deconstruction of specific provisions in criminal, civil, matrimonial, and administrative law to identify the hallmarks of civil rights protection. Chapters such as *Dao Tac* (Robbery and Theft), *Ho Hon* (Household and Marriage), *Dien San* (Landed Property), and *Thong Che* (General Regulations) are thoroughly exploited to recognize the legal status and protections afforded to the elderly, children, and women.

Secondly, specialized scholarly works: This study builds upon the achievements of doctoral dissertations and master's theses in Jurisprudence and History in Vietnam. Notably, the work of Luong Van Tuan (2013) on the *"Humanistic and Progressive Values of the Quoc Trieu Hinh Luat in the Construction of a Rule-of-Law State"* provides a critical foundation. Tuan asserts: *"The Hong Duc Code was not merely an instrument of suppression but an effective means of social organization and the implementation of the nation's traditional humanistic ethics"* (Luong Van Tuan, 2013, p.45). Furthermore, research on legislative techniques by Tran Quang Thanh (2015) and Confucian ideology by Tran Thi Thuy Ngoc (2005) provides the theoretical framework for analyzing how "Populism" was transformed from philosophy into legal language.

Thirdly, archival sources and scientific journals: The author accessed data from the VNU Journal of Science, the Journal of Legislative Studies, and ministerial-level research projects from the Institute of Legal Science (Ministry of Justice). Specifically, Project No. 4979 on the *"History of Formation and Values of the Quoc Trieu Hinh Luat"* offers empirical evidence regarding the socio-economic context of the Early Le period, explaining why social protection became a legislative priority during Emperor Le Thanh Tong's era (Institute of Legal Science, 2003).

2.2. Research Methodology

This research is conducted based on the methodology of dialectical and historical materialism, situating the law within an organic relationship with the economic, political, and cultural conditions of 15th-century Dai Viet. Specifically, the following specialized methods are applied:

Legal Textual Analysis: This is the key method for decoding the inner content of the legal articles. The author does not merely interpret the literal meaning but analyzes the structure of crimes, sentencing frameworks, and exemptions from criminal liability for vulnerable groups. For instance, by analyzing Articles 160 and 272, the study clarifies how Le legislators established the obligation of local authorities to care for the destitute. This method helps confirm that anti-oppression regulations were not mere monarchical favors but mandatory legal mechanisms.

Historical and Logical Method: This method is used to examine the evolution of "Populist" thought from the Ly-Tran periods to the Early Le dynasty. By placing the Hong Duc Code in the post-resistance context against the Ming invaders, the study explains the rise of national self-esteem and the need to stabilize the populace's hearts. Tran Thi Thuy Ngoc (2005) points

out: *"The combination of orthodox Confucianism and traditional Vietnamese ethics created a unique nuance for the Hong Duc Code, where the interests of commoners were placed under the protection of the law"* (Tran Thi Thuy Ngoc, 2005, p.82). Logical reasoning helps systematize scattered regulations into two main groups: social protection and anti-authoritarianism.

Comparative Legal Method: To highlight the uniqueness and progressiveness of the Hong Duc Code, this study performs synchronic comparisons with the laws of the Ming Dynasty (China) and diachronic comparisons with subsequent feudal codes (such as the Hoang Viet Luat Le of the Nguyen Dynasty). Comparison results show that while Northern laws leaned toward punishment and strict hierarchy, the Hong Duc Code exhibited greater flexibility and humanity in recognizing women's rights regarding property and divorce. As Dang Thi Hai Hang (2014) noted: *"The fundamental difference between the Hong Duc Code and Chinese law lies in its recognition of Vietnamese customs, especially the role of women in family and society"* (Dang Thi Hai Hang, 2014, p.112).

Interdisciplinary Approach: The research utilizes knowledge from history, legal sociology, and political science to analyze the impact of law on the structure of Vietnamese villages. The ideology of "The People as the Root" is considered not only from a legal perspective but also as a national governance strategy aimed at creating social consensus. According to Nguyen Minh Tuan (2006), legislative techniques during this period reached a high level by using law to constrain the power of mandarins and protect citizens from the harassment of the local bureaucracy (Nguyen Minh Tuan, 2006).

2.3. Implementation Process and Data Reliability

The research process is divided into three stages:

1. **Collection and Screening:** Synthesizing articles related to five vulnerable groups (the elderly, children, women, the disabled, the poor) and crimes involving the abuse of power.
2. **Data Processing:** Cross-referencing Han-Viet translations to ensure the accuracy of ancient legal terminology. Expert consultation was conducted through the works of Prof. Dr. Hoang Thi Kim Que on the humanistic values of ancient Vietnamese law. She emphasized: *"The value of the Hong Duc Code lies in the fact that it codified moral values into highly enforceable legal norms"* (Hoang Thi Kim Que, cited in Luong Van Tuan, 2013).
3. **Synthesis and Verification:** Evaluating the feasibility and historical impact of these articles through records in the *Dai Viet Su Ky Toan Thu* (Complete Annals of Dai Viet) to prove that these regulations actually entered social life rather than existing only on paper.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. THE "PEOPLE AS THE ROOT" PHILOSOPHY AND THE LEGALIZATION OF CONFUCIAN-VIETNAMESE ETHICAL VALUES

Theoretical Framework of "Populism" in the Early Le Context

In the history of Vietnamese political thought, the Early Le period marked a significant transition as Confucianism gradually attained a monopolistic status, replacing the dominant roles of Buddhism and Taoism from the Ly-Tran eras. However, Confucianism during this period, particularly under Emperor Le Thanh Tong, was not a mechanical reproduction of Northern doctrines but a process of profound "indigenization." The core philosophy guiding the entire national governance system was "*Dan duy bang ban*" (The People as the Root of the Nation). Originally a Mencian concept, it combined with the traditional Vietnamese ethos of "loving the people as one's own children" to create a distinct identity within Dai Viet's legal framework.

The codification of this ideology into the *Quoc Trieu Hinh Luat* demonstrated a leap in legislative thinking. The State did not view the populace merely as subjects for rule or taxation but as the prerequisite entity for the dynasty's survival. Tran Thi Thuy Ngoc (2005) observed that: "*Confucian thought in the Quoc Trieu Hinh Luat did not stop at dry dogmas but was transformed into vivid legal norms, regulating all aspects of social life toward humanization*" (Tran Thi Thuy Ngoc, 2005, p.42). This implies that law was not only an instrument of power (Rule by Law) but also a medium for implementing morality (Rule by Virtue).

The Intersection of "Li" (Rites) and "Luat" (Laws)

A unique feature of the Hong Duc Code, compared to the legal systems of the Ming or Qing dynasties, was its harmonization of "*Li*" (Confucian moral standards) and "*Luat*" (criminal sanctions). In Early Le legislative conception, Law must serve Rites, yet Rites must also be protected by Law. The "People as the Root" ideology was manifested by maintaining hierarchical order while simultaneously emphasizing the obligations of superiors toward subordinates, and of officials toward commoners.

Luong Van Tuan (2013) asserted: "*The seamless integration of Legalist rigor and Confucian humanism in the Hong Duc Code created a body of law that possessed both deterrent power and profound educational character*" (Luong Van Tuan, 2013, p.78). The legalization of these moral values provided vulnerable social classes with a legal "shield" against oppression. Accordingly, the powerful were forbidden from bullying the weak, and officials were prohibited

from using their authority to harass the people. Violations were not only morally condemned but also strictly punished under the specific provisions of the penal code.

Obligations of the Monarch and Mandarins toward the People

The "Populist" ideology imposed high demands on the governmental apparatus. Emperor Le Thanh Tong believed that "the bureaucracy is the source of either order or chaos." Therefore, to protect the "root" (the people), the law had to strictly control the "branches" (the officials). This is clearly reflected in regulations concerning the selection, supervision, and punishment of officials who abused their power. Nguyen Minh Tuan (2006) pointed out: *"Legislative techniques in the Early Le period reached an exemplary level by using law to constrain power, forcing officials to fulfill their duties as 'parents of the people'"* (Nguyen Minh Tuan, 2006, p.115).

The State did not only demand citizens' compliance with the law; more importantly, it committed to protecting the people's peace. During natural disasters, providing relief was not a charitable act but a legal obligation of local officials (Article 160). If officials neglected this duty, leaving the people in hunger and cold, they were prosecuted. This is the highest expression of the legalization of *"Dan duy bang ban"*. According to Dang Thi Hai Hang (2014), *"The contemporary value of this ideology is the precursor to the 'State of the people, by the people, and for the people' perspective in modern society"* (Dang Thi Hai Hang, 2014, p.156).

Protecting Civil Rights through Specific Institutions

The Hong Duc Code devoted significant space to protecting the practical interests of citizens, from land ownership rights to the right to a fair trial. Allowing citizens to file lawsuits against officials, or mandating that officials compensate citizens for damages, are typical examples. Research by the Institute of Legal Science (2003) emphasized: *"The Hong Duc Code did not view the people as slaves of the state but as subjects needing protection against the encroachment of local feudal forces"* (Institute of Legal Science, 2003, p.89).

Furthermore, the populist philosophy permeated regulations regarding personal status. Mitigating criminal liability for the elderly, children, and the disabled (Article 16) was not just an act of mercy but a recognition of their vulnerable status in society. This reflects the Confucian moral concept of *"Ren zheng"* (Benevolent Governance) strictly codified. According to Nguyen Van Duong (2010), *"The progressiveness of Vietnamese criminal law during this period lay in its ability to find a balance between the requirements of political stability and the need to protect human beings"* (Nguyen Van Duong, 2010, p.54).

Interaction with Indigenous Customs An indispensable aspect is how the Hong Duc Code legalized traditional Vietnamese moral values, such as village solidarity and the ethos of "remembering the source when drinking water." Maintaining regulations on ancestral worship property (*huong hoa*) and family land demonstrated the State's respect for traditional social structures to maintain public stability. Insu Yu (1994), in his study of Vietnamese law, noted: *"The Hong Duc Code is a perfect mirror reflecting the magnificent fusion between state law and village customs, between the monarch's will and the commoners' aspirations"* (Insu Yu, 1994, p.210).

In conclusion, the "People as the Root" philosophy in the Hong Duc Code was not a hollow theoretical slogan. It was the compass for Early Le legislators to build a legal system where humans especially vulnerable groups became the center of protection. The legalization of Confucian-Vietnamese moral values transformed this code into a monumental cultural-legal heritage, imbued with a humanitarian and progressive spirit that transcended its time. As Prof. Dr. Hoang Thi Kim Que once remarked, *"The Hong Duc Code is the earliest declaration of human rights in the history of Vietnamese law"* (As cited in Luong Van Tuan, 2013).

3.2. SOCIAL PROTECTION POLICIES FOR SPECIAL BENEFICIARIES: PHYSICALLY AND SOCIALLY VULNERABLE GROUPS

The Categorization of Vulnerable Groups in Early Le Legislative Technique

Within the structure of the *Quoc Trieu Hinh Luat*, Early Le legislators demonstrated a highly scientific approach to classifying the beneficiaries of social protection policies. Vulnerable groups were not viewed generically but were divided into two primary categories: the physically vulnerable (the elderly, children, and the disabled) and the socially vulnerable (the destitute and those without family support). This classification allowed the State to establish corresponding protective institutions, ranging from the mitigation of criminal liability to the compulsory enforcement of social care obligations.

According to Luong (2013), the progressiveness of the Hong Duc Code lay in its transformation of the ruler's personal compassion into a system of legally enforceable collective responsibilities for both the community and local officials. This created a nascent yet tightly-knit social security network within 15th-century Vietnamese feudalism.

Preferential Treatment and Sentence Mitigation Based on Age and Health

One of the clearest manifestations of humanitarian spirit is found in the regulations of Article 16 in the *Danh Le* (General Provisions) chapter. The Code explicitly defined priority levels based on age: individuals over 70 and children under 15, if they committed a crime (excluding

especially serious offenses like the "Ten Abominations"), were permitted to redeem their punishment with money. Notably, for those over 80 and children under 10, even capital offenses required the King's personal review for clemency; if they committed theft or caused injury, they were exempt from severe physical punishment.

Nguyen (2010) observed: "The establishment of age thresholds for the exemption or mitigation of criminal liability in the Hong Duc Code reveals that legislators deeply understood the cognitive and behavioral limitations of vulnerable groups" (p. 68). This aligns perfectly with humanitarian principles in modern criminal law, where special subjects always receive judicial leniency. Furthermore, those classified as "phe tat" (severely disabled) enjoyed similar privileges, proving that this society did not abandon those with physical impairments.

The Obligation to Protect the Destitute and Disabled

The Hong Duc Code prescribed a multi-layered social protection mechanism: family - village - state. Article 294 mandated that relatives bear the responsibility of caring for widows, widowers, the lonely, the severely disabled, and the poor who could not support themselves. However, the unique aspect lay in the responsibility of local authorities. If these individuals had no kin to rely on, the local officials (*xa quan*) were legally bound to gather, nurture, and provide them with food and shelter.

Research by the Institute of Legal Science (2003) emphasized that Article 295 constitutes a "golden statute" of social security. It stipulated that local officials who ignored the hungry, sick, or dying on the streets - failing to provide aid and allowing them to perish - would face severe penalties. This demonstrates that the Early Le state codified the tradition of "the intact leaf protecting the tattered one," turning it into a mandatory public duty for the administrative apparatus. Dang (2014) added: "This protection policy was not only humanitarian but also a strategy to maintain social stability, preventing potential unrest from the most impoverished classes" (p. 124).

Protecting Children and the Elderly from Abuse

Beyond providing relief, the Hong Duc Code established rigorous legal barriers to protect vulnerable groups from exploitation. Articles 605 and 606 imposed heavy penalties for kidnapping or selling children into servitude, as well as for the maltreatment of the elderly. The protection of children was further evidenced in inheritance laws; even orphans were protected by the law regarding the *huong hoa* (ancestral worship property) left by their parents. Local officials were obligated to oversee the management of this property until the child reached adulthood.

According to Tran (2015), the legislative technique in child protection during this era was highly visionary. The State protected not only the physical person but also the economic future of orphans. Similarly, the elderly were respected not only through ethical rites but through legal prerogatives, such as exemptions from forced labor and poll taxes (Article 291), ensuring them a peaceful old age.

Critical and Comparative Values

When compared with the laws of the Ming Dynasty (China), the Hong Duc Code exhibited greater flexibility and concern for the practical lives of the Vietnamese people. While Ming law focused on maintaining strict patriarchal family order, the Hong Duc Code extended the State's protective arm to the most destitute members of society. As Yu (1994) pointed out, "the relationship between the state and the people in Early Le law functioned more like a bilateral protection pact than a one-sided imposition" (p. 185).

In conclusion, the social protection policies for vulnerable groups in the Hong Duc Code represent a precious heritage. They prove that as early as the 15th century, our ancestors built a responsible society where physical or social vulnerability was not a barrier to enjoying the protection of justice. These values serve as the foundation for modern efforts to improve social security policies and protect human rights during the current phase of building a Rule-of-Law state (Hoang, as cited in Luong, 2013).

3.3. PROTECTION OF WOMEN'S RIGHTS: A TRANS-HISTORICAL HUMANITARIAN HIGHLIGHT

The Status of Women in Early Le Legislative Thought

Within the framework of a feudal society deeply influenced by the Confucian "Three Obediences" (obeying father, husband, and son), the *Quoc Trieu Chinh Luat* emerged as an extraordinary legal phenomenon by establishing robust safeguards for women's rights. The fundamental distinction of Early Le law compared to Chinese feudal dynasties lay in its recognition of the practical role of women in the Vietnamese family and village economy. Legislators of this era did not view women merely as dependent objects but as subjects endowed with specific rights concerning property and personhood.

According to Dang (2014), this progressiveness originated from indigenous matriarchal traditions that persisted within Vietnamese society, forcing Confucian regulations to "concede" to national humanitarian values upon implementation. This transformed the protection of women in the Hong Duc Code into a "trans-historical humanitarian highlight," laying the groundwork for gender equality in the history of Vietnamese jurisprudence (p. 92).

Property Ownership and Inheritance: Breaking the "Daughter as Outsider" Prejudice

One of the most brilliant achievements of the Hong Duc Code was the recognition of women's property rights. Under Articles 374, 375, and 376, when parents died intestate, daughters were entitled to inheritance rights equal to those of sons in the distribution of assets (excluding ancestral worship property). This was a revolutionary provision; in contemporary feudal societies, property was typically passed only to males to maintain the lineage.

Luong (2013) analyzed: "The codification of daughters' inheritance rights not only ensured familial fairness but also created independent economic status for women, preventing them from falling into destitution during domestic crises" (p. 112). Furthermore, the code explicitly recognized the concept of "common property" (*phu thê điền sản*) and the private property a wife brought into the marriage. In cases where a husband died without children, the wife held the right to manage and dispose of their joint assets—a rare prerogative in Eastern feudal law.

Autonomy in Marriage and Humanitarian Divorce Provisions

Beyond economic rights, the Hong Duc Code granted women progressive personal rights, particularly in marital relations. Article 308 stipulated that if a husband abandoned his wife for five months without care (excluding public service duties), the wife had the right to report to local authorities to petition for divorce and was permitted to remarry. This provision indicated that the State did not tolerate emotional oppression or marital neglect.

Research by Tran (2005) emphasized that allowing women to proactively terminate a marriage when a husband violated his duties is evidence of a philosophy protecting the human rights of the vulnerable. Additionally, the code strictly punished domestic violence and forced marriage.

Yu (1994) observed: "The Le laws created a 'safe space' for women within the patriarchal family structure, where their dignity was shielded by rigorous criminal sanctions" (p. 198).

Sanctions Against Oppression and Violation of Women

The Hong Duc Code established a system of severe penalties to counter violations of women's physical integrity and honor. Crimes such as rape, forced marriage, or officials abusing their power to take women as concubines met with harsh punishments, including death or exile. Article 403 mandated that any man who committed rape was subject to exile or death and was required to pay compensation for the victim's honor.

The Institute of Legal Science (2003) pointed out that the requirement for "honor compensation" (*tiền sỉ nhục*) alongside physical punishment was a highly humanitarian legislative technique, focusing on the restoration of the victim's psychological well-being. Moreover, women who committed crimes were granted preferential sentencing. For instance, a

pregnant woman sentenced to death would only face execution 100 days after childbirth (Article 680), ensuring the infant's right to life and exhibiting humanity toward the mother.

Inheritance and Contemporary Values

From the perspective of legal history, the provisions protecting women in the Hong Duc Code offer vital lessons for the present. The combination of ethics and law, and the protection of both property and personal rights, created a model for gender equality with a unique Vietnamese identity. **As Nguyen (2010) asserted:** "The humanitarian values concerning women in the Hong Duc Code are important precursors for building our modern Law on Marriage and Family, aiming toward a just and civilized society" (p. 85).

In summary, the objective of protecting women in the *Quoc Trieu Hinh Luat* is a powerful testament to the "People as the Root" ideology. When women—a group often marginalized in feudal societies—were placed at the center of legal protection, the code reached the pinnacle of humanitarian spirit. This is why the Hong Duc Code continues to be evaluated by domestic and international scholars as the most progressive legal document in the ancient and medieval history of Vietnam and the region (Hoang, as cited in Luong, 2013).

3.4. MECHANISMS OF POWER CONTROL AND SANCTIONS AGAINST OPPRESSION AND ABUSE OF AUTHORITY

The Philosophy of "Confining Power within the Cage of Law" in the Early Le Period

In the history of ancient jurisprudence, the *Quoc Trieu Hinh Luat* stands out as a model for utilizing law to restrain the corruption of the state apparatus. Early Le legislators, under the guidance of Emperor Le Thanh Tong, deeply understood that oppression against vulnerable groups often stemmed not from the law itself but from the abuse of power by the executive workforce. Consequently, the "People as the Root" ideology in this section is manifested through a strict governance principle: officials must be servants of the people; if they exploit their authority for profit or to bully the populace, they face the most severe legal sanctions.

According to Nguyen (2006), this code served not only as a tool for the monarch to manage society but also as an instrument to control the bureaucracy itself. **The author asserts:** "Legislative techniques in the Early Le period reached an exemplary level by transforming administrative regulations into specific criminal sanctions, aimed at preventing the abuse of power from its inception" (p. 118). This created an internal self-control mechanism within the administration, where every official act was scrutinized through the lens of penal law.

Sanctions Against Harassment and Corruption

One of the most common forms of oppression against the people, especially the poor, was the harassment by officials in tax collection and administrative processing. The *Quoc Trieu Hinh Luat* dedicated numerous articles to punishing crimes related to corruption and authoritarianism. Article 138 stipulated that any official who exploited their position to accept bribes, even small amounts, was subject to *do* (fixed-term imprisonment) or *luu* (exile). If they forced citizens to contribute beyond regulations or over-taxed them, local officials were charged with embezzlement and required to compensate the victims twofold.

Luong (2013) analyzed that protecting the people from harassment was not only about maintaining justice but was also a strategy to preserve the nation's economic resources. The author noted: "The strictness in handling official crimes helped consolidate the commoners' trust in the dynasty while minimizing the impoverishment of vulnerable classes caused by corrupt officials" (p. 145).

Controlling Power in Judicial and Procedural Activities

Vulnerable groups are often victims of injustice in trials. To prevent this, the Hong Duc Code established stringent regulations for prison wardens and presiding officials. Article 685 explicitly stated that if an official intentionally falsified records, wrongfully convicted the innocent, or deliberately overlooked crimes for personal gain, they would face the same punishment they had wrongly applied to the citizen. This is the highly progressive principle of "recusal" and "judicial reciprocity."

Tran (2015) pointed out that the mechanism for controlling judicial power in the Hong Duc Code was deeply humanistic. The State did not allow officials to abuse penal law to intimidate the populace. For instance, Article 707 strictly punished excessive torture or the maltreatment of prisoners. **The author emphasized:** "The codification of procedural processes and sanctions against judges created a safe corridor for the 'low-voiced' populace when facing the authorities" (p. 89).

Responsibilities of Officials in Implementing Social Protection Policies

As analyzed in section 3.2, protecting vulnerable groups was a legal obligation. However, the unique aspect of section 3.4 is the codification of sanctions if officials *failed to perform* that duty. Article 295 stipulated that local and district officials who witnessed lonely elderly people, orphans, or the impoverished disabled and failed to provide aid, or allowed them to die on the roadside, would be punished by *biem* (demotion) or *do*.

Dang (2014) described this as a mechanism of "compulsory humanitarianism." The author argued: "The progressiveness of the Hong Duc Code lay in the fact that it not only forbade officials from committing evil acts but also mandated them to perform good deeds. Indifference to the people's suffering was considered a crime against the duties of an official" (p. 167). This proves that state power was created to serve the people's livelihood, and failures in social protection were failures of power that required punishment.

Top-Down Supervision and the Right to Petition

The Early Le dynasty also established cross-supervision mechanisms through agencies like the Censorate (*Ngu su dai*) to investigate official misconduct. Simultaneously, the code opened doors for citizens to directly denounce the abuse of power. According to the Institute of Legal Science (2003), allowing the populace to sue officials was a breakthrough: "Even within a feudal society, the people of Dai Viet were empowered to protect themselves against authority through clear legal institutions" (p. 112).

Nguyen (2010) added that strictness toward officials equated to tolerance toward the people. He wrote: "When power is controlled by the heaviest punishments such as exile or death, it forces rulers to be cautious in every decision, thereby minimizing oppression against vulnerable groups" (p. 76).

Distinction from Contemporary Laws and Inherited Values

Compared to the laws of the Ming Dynasty, where officials often held privileged protection from penal law, the Hong Duc Code exhibited a stronger spirit of "law above status" (*quan phap bat vi than*) in protecting civil rights. Yu (1994) remarked: "The mechanism of power control in the Early Le period through the Hong Duc Code created a unique balance where the law stood above the individual will of officials to protect the 'root' of the nation-the people" (p. 215).

In conclusion, the mechanisms of power control and sanctions against the abuse of authority in the Hong Duc Code provide the most authentic evidence for the legalization of the "People as the Root" ideology. It transformed the dynasty's humanitarian promises into heavy-duty enforcement tools, ensuring that vulnerable groups always had a solid foundation of justice. As Prof. Dr. Hoang Thi Kim Que noted, this is an invaluable historical lesson for building an honest government that serves the people (As cited in Luong, 2013).

4. CONCLUSION

Synthesis of Research Findings

Through a systematic analysis of the specific chapters and articles within the *Quoc Trieu Hinh Luat*, this study has elucidated a historical truth: the Hong Duc Code was not merely the pinnacle of Dai Viet's feudal legislative technique but also the earliest manifesto of humanitarian spirit and social protection. The codification of the "*Dan duy bang ban*" (The People as the Root) philosophy created a decisive turning point, evolving law from a pure instrument of suppression into a primary means of protecting human beings, especially vulnerable groups.

Research results confirm that the seamless integration of Confucian ethics and the Vietnamese tradition of righteousness created a unique legal entity. Within this framework, the rights of the elderly, children, the disabled, and particularly women were no longer spontaneous favors granted by the monarch but had become institutionalized rights guaranteed by the coercive power of the State. This constitutes the core "trans-historical" quality of the code, allowing it to escape the mold of Northern legal models and embody a profound national identity.

Humanitarian Values and Anti-Oppression Mechanisms

This research has also demonstrated that the anti-oppression spirit in the Hong Duc Code was enforced through a rigorous system of power control. The Early Le State's courage to "confine power within the cage of law" by prescribing severe penalties for officials who abused their authority is a testament to sagacious governance. When the interests of the populace were prioritized over the preservation of bureaucratic privileges, the law fulfilled its highest mission: maintaining justice and social stability from the roots.

Notably, the provisions protecting women's property rights and marital autonomy served as a powerful resistance against the narrow prejudices of orthodox Confucianism. This reveals the visionary outlook of Early Le legislators, who recognized that a society can only flourish when its most vulnerable members feel safe and respected.

Inheritance and Contemporary Values in Building a Rule-of-Law State

From a contemporary perspective, the values of the *Quoc Trieu Hinh Luat* remain profoundly relevant, serving as an invaluable reference for the process of building a socialist Rule-of-Law State in modern-day Vietnam.

- **Firstly**, the lesson of "taking the people as the root" reminds us that all legal regulations must originate from the interests and aspirations of the people.

- **Secondly**, the mechanisms for power control and the punishment of corrupt officials in the Hong Duc Code provide a crucial historical precursor for current anti-corruption efforts and administrative reforms.
- **Thirdly**, the spirit of social protection and the safeguarding of vulnerable groups serves as a compass for refining laws on social security, gender equality, and children's rights in the context of international integration.

The study and inheritance of the rational nuclei within the Hong Duc Code are not merely acts of nostalgia but a continuation of the nation's legal-cultural lineage, creating endogenous strength for the modern legal system. As history has proven, the enduring vitality of a legal code stems not from the severity of its punishments, but from the warmth of human compassion and the fairness of reason.

Final Remarks

In summary, the *Quoc Trieu Hinh Luat* is a monumental cultural and legal heritage, a source of pride for Vietnamese intellect. Over five centuries, the "populist" and humanitarian spirit of this code continues to shine as a testament to the brilliant development of Dai Viet civilization during the Early Le period. This research aims to provide a systematic perspective, contributing to the affirmation of the Hong Duc Code's status on the global legal map and suggesting new directions for applying classical values to contemporary legal life.

REFERENCES

1. Dang, T. H. H. (2014). *The Hong Duc Code: Basic contents and contemporary values* [Master's thesis, Vietnam National University, Hanoi].
2. Institute of Legal Science. (2003). *Research on the historical formation, basic contents, and values of the Le Dynasty's National Criminal Code (The Hong Duc Code)* [Ministerial-level research project, No. 4979]. Ministry of Justice of Vietnam.
3. Le, T. T. (1991). *Quoc Trieu Hinh Luat (The National Criminal Code)* (N. N. Nhuan & N. T. Nhi, Trans.). National Political Publishing House. (Original work published 15th century).
4. Luong, V. T. (2013). *The National Criminal Code: Humanitarian and progressive values and their inheritance in building a Rule-of-Law state in Vietnam today* [Doctoral dissertation, Vietnam National University, Hanoi].
5. Nguyen, M. T. (2006). *Organization of the government during the feudal period of Vietnam*. Justice Publishing House.
6. Nguyen, Q. T., & Nguyen, V. T. (2003). *Le Trieu Hinh Luat (The Hong Duc Code)*. Culture and Information Publishing House.
7. Nguyen, V. D. (2010). *Major characteristics of Vietnamese criminal law during the feudal period* [Master's thesis, Vietnam National University, Hanoi].
8. Tran, Q. T. (2015). *Legislative techniques in the National Criminal Code* [Master's thesis, Vietnam National University, Hanoi].
9. Tran, T. T. N. (2005). *Confucian thought in the National Criminal Code* [Master's thesis, Vietnam National University, Hanoi].
10. Yu, I. (1994). *Law and society in Vietnam in the 17th and 18th centuries*. Social Sciences Publishing House.

FROM THE TRUMAN DOCTRINE TO EAST-WEST POLARIZATION: THE ESTABLISHMENT AND OPERATIONAL PROCESS OF THE YALTA BIPOLAR ORDER

Dr. Tran Thi NHUNG

Lecturer in History, Faculty of Social Sciences Education, School of Education, Dong Thap University, Vietnam

Nguyen Danh THAI, Le Tuan KIET, and Ngo Tan DAT

Students majoring in History Education, Faculty of Social Sciences Education, School of Education, Dong Thap University, Vietnam

Duong To Quoc THAI

Lecturer in History, Faculty of Social Sciences Education, School of Education, Dong Thap University, Vietnam

ORCID: 0009-0008-1929-3751

ABSTRACT

This article analyzes the transition from the anti-fascist alliance to the peak of confrontation between the two superpowers, the United States and the Soviet Union, thereby clarifying the operational mechanisms of the Yalta Bipolar Order. The study identifies the Truman Doctrine (1947) as a pivotal milestone, marking a fundamental shift in U.S. foreign policy from cooperation to containment, which directly led to profound political, military, and economic polarization on a global scale. The operation of this order was characterized by the formation of two opposing blocs: the capitalist bloc led by the United States and the socialist bloc led by the Soviet Union. The emergence of military alliances such as NATO and the Warsaw Pact, along with countervailing economic aid plans, transformed the world into a dualistic entity. The article also examines how the Yalta Order maintained relative stability through the "balance of power" and nuclear deterrence, despite the persistent existence of localized conflicts and a fierce arms race. By systematizing historical events, the article asserts that the essence of the Yalta Order was not merely geopolitical division but a comprehensive ideological confrontation that shaped the landscape of international relations for over four decades in the second half of the 20th century.

Keywords: Yalta Bipolar Order; Truman Doctrine; Cold War; East-West Polarization; International Relations.

1. INTRODUCTION

The conclusion of World War II did not merely signify the collapse of fascism but inaugurated a volatile chapter in the history of international relations: the establishment of the Yalta Bipolar Order. This system was not simply a geopolitical partition; it represented a global structure predicated on total ideological, economic, and military antagonism between two superpowers: the United States and the Soviet Union. This process originated from the fissures within the

anti-fascist alliance and reached its breaking point with the promulgation of the Truman Doctrine in 1947, a document widely regarded as the "opening salvo" of the Cold War.

The Yalta system was shaped through the conferences at Yalta and Potsdam in 1945, where the victorious powers attempted to establish a framework for the post-war world. However, instead of a sustainable peace, these agreements inadvertently created overlapping spheres of influence. According to Gaddis (2005), the post-war order was built not on trust but on each side's perceived need for absolute security, resulting in a "long peace" maintained through deterrence. The most critical turning point leading to East-West polarization was the shift in American foreign policy under President Harry Truman. His address to Congress on March 12, 1947, subsequently known as the Truman Doctrine, formalized the strategy of "containment" against communist expansion. Leffler (2007) argues that the Truman Doctrine was not merely a reaction to the crises in Greece and Turkey but an assertion of American global leadership in shaping an open economic-political system, diametrically opposed to the Soviet centralized model.

Polarization rapidly expanded from Europe to a global scale. The Marshall Plan (1948) and the formation of NATO (1949) in the West, countered by the Council for Mutual Economic Assistance (COMECON - 1949) and the Warsaw Pact (1955) in the East, institutionalized the division of the world into two isolated blocs. Westad (2017) emphasizes that this confrontation was globalized from its inception, as both factions sought to impose their developmental models on newly independent nations in Asia and Africa.

The operational mechanism of the Yalta Bipolar Order relied on the principle of balance of power through arms races, particularly nuclear weaponry. However, polarization extended beyond the military sphere, permeating the legal fabric and international institutions. Trerotola (1992) points out that the United Nations, though designed to maintain collective security, was frequently paralyzed by the veto power of the two superpowers, transforming the forum into a diplomatic battlefield for the projection of influence.

In Asia, polarization was vividly manifested through localized conflicts such as the Korean War (1950–1953) and the resistance wars in Indochina. The partition of nations along latitudinal lines (the 38th parallel in Korea, the 17th parallel in Vietnam) serves as a quintessential example of how smaller nations became pawns in the geopolitical maneuvers of great powers. McMahon (2003) observes that the Yalta Order shifted the focus of conflict from direct engagement to "proxy wars," intensifying persistent tensions in international relations.

This article focuses on analyzing the transition from the fragile cooperative agreements at Yalta to the direct confrontation following the Truman Doctrine. We question the efficacy of the operational mechanisms within this order: How did a system based on hostility sustain relative stability for nearly half a century? By employing historical and logical methodologies, this research will elucidate the interaction between ideological factors and national interests in maintaining the bipolar order.

Finally, re-examining the Yalta Bipolar Order in the current context holds not only academic significance but also provides insights into conflict governance as the world shows signs of shifting toward a new multipolar or bipolar structure. As Zubok (2007) analyzes, understanding the failure to build trust between the U.S. and the Soviet Union is key to avoiding the repetition of past mistakes when major powers confront each other on the global strategic chessboard.

2. MATERIALS AND METHODS

The study of the transition from the Truman Doctrine to East-West polarization necessitates a multidimensional approach, combining the exploitation of original archival documents with the application of modern international relations theories. To address the research questions regarding the establishment and operational processes of the Yalta Bipolar Order, this article defines the research subjects, the scope of materials, and the specific methodological framework as follows:

2.1. Research Subject and Scope

The primary subject of this research is the political, military, and economic mechanisms that constituted the global bipolar structure during the 1945–1955 period. The temporal scope focuses on the interval between the Yalta Conference (February 1945)-which laid the groundwork for the post-war order-and the inception of the Warsaw Pact (1955), which completed the institutionalization of the two opposing blocs. The spatial scope is not limited to Europe but extends to regions directly impacted by polarization, such as East Asia and Southeast Asia.

2.2. Materials

The materials utilized in this study are categorized into three main groups:

- 1. Official Documents and Archival Records:** This group includes international legal texts such as the Resolutions of the Yalta and Potsdam Conferences; pivotal foreign policy messages like the Truman Doctrine (1947) and the Marshall Plan; and the founding treaties of NATO and the Warsaw Pact. These serve as crucial primary data

sources to cross-reference the stated objectives and the actual actions of the superpowers.

2. Textbooks and In-depth Academic Works: The article draws upon the research achievements of prestigious international relations history textbooks in Vietnam, such as those by Tran Van Dao and Phan Doan Nam (2001) and Nguyen Anh Thai (2006). These materials provide a systematic view of the historical process and the political context within Vietnam and the region amidst the Yalta Order.

3. International Research Monographs: To ensure objectivity and updated perspectives, the study references works by leading Cold War historians such as John Lewis Gaddis, Melvyn Leffler, and Odd Arne Westad.

2.3. Research Methods

The research employs a coordinated set of methods specific to historical and political sciences:

Historical and Logical Methods: These are the two primary methods. The historical method helps reconstruct the formation of the bipolar order chronologically, from early fissures to total polarization. The logical method is used to analyze causal relationships between events (e.g., the impact of the Truman Doctrine on Soviet reactions in Eastern Europe). As Nguyen Xuan Son (1997) pointed out, examining the world order must be placed within the continuous movement of fundamental contradictions between the leading powers of the system.

Systemic Analysis: The Yalta Order is viewed as a "system" comprising actors (superpowers, allies), structures (bipolarity), and operational rules (deterrence, balance of terror). According to Waltz (1979), the structure of the international system (unipolar, bipolar, or multipolar) dictates the behavior of states within that system. This method elucidates why the US-Soviet confrontation became inevitable due to the anarchic structure of post-war international relations.

Ideological and Geopolitical Approach: The study analyzes the role of ideology as a policy-shaping factor. Westad (2017) argues that the Cold War was not merely a power struggle but a conflict between two opposing "modernity projects." This approach helps decode why polarization permeated all social aspects rather than being confined to national borders.

Content Analysis: Documents such as the Truman Doctrine are analyzed from linguistic and political perspectives to identify "latent messages" regarding hegemony. Leffler (2007) indicates that the rhetoric in American diplomatic documents of this era reflects a combination of security fears and the ambition to reconstruct the world according to the American model.

Historical Comparison: This method is used to compare the operational mechanisms of the Yalta Order with the preceding Versailles-Washington order. Tran Van Dao and Phan Doan Nam (2001) emphasize that the core difference lies in the disappearance of buffer zones and the emergence of nuclear weapons, which fundamentally altered the paradigm of war and peace.

Case Studies: To demonstrate the operation of the order, the research delves into quintessential cases in Germany and Korea. According to McMahon (2003), the geopolitical partition at these hotspots served as a microcosm of global polarization, where nations were transformed into instruments in the competition between superpowers.

Finally, data processing is conducted through the technique of triangulation. Data from American archives are cross-referenced with studies on Soviet policy to construct the most faithful historical narrative. As Zubok (2007) practiced in studies of Soviet archives, utilizing documentation from both sides is a prerequisite to overcoming the ideological biases of the Cold War era. The integration of these methods ensures the scientific rigor, objectivity, and depth of the article.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. THE COLLAPSE OF THE "YALTA SPIRIT" AND THE ASCENDANCY OF THE TRUMAN DOCTRINE (1945–1947)

The period between 1945 and 1947 witnessed the rapid disintegration of the anti-fascist alliance and the formation of profound geopolitical fault lines. The "Yalta Spirit"-a concept symbolizing compromise and the partition of responsibilities among the Big Three (the US, the UK, and the USSR) to establish a lasting peace-failed to withstand the friction of national interests and core ideological disparities. This collapse was not instantaneous but an inevitable consequence of the implementation of post-war agreements, wherein each party interpreted the terms through the lens of their own strategic interests.

At the Yalta Conference (February 1945), the first seeds of discord were sown, particularly regarding the Polish question and the future of Eastern Europe. While Roosevelt envisioned a collective security mechanism through the United Nations, Stalin prioritized the establishment of a "security belt" composed of friendly governments on the Soviet Union's western frontier. Nguyen Anh Thai (2006) observes that, in essence, the agreements at Yalta and subsequently at Potsdam were mere provisional solutions intended to maintain unity until the common enemy was decisively defeated. As soon as the cannons fell silent in Berlin, the necessity for cooperation was supplanted by the fear of the adversary's expansion.

The rupture became public as the parties began to accuse one another of violating democratic principles. The US and the UK criticized the Soviet imposition of communist regimes in Eastern Europe, viewing it as a betrayal of the "Declaration on Liberated Europe." Conversely, Moscow perceived the presence of American troops in Western Europe and the monopoly on atomic weaponry as a direct attempt at encirclement and an existential threat to the Soviet state. Yergin (1977) characterizes this as a shift from the "Yalta model" (based on accommodation) to the "Riga model" (predicated on confrontation and national security anxieties).

Amidst escalating tensions, two pivotal documents served as the "diagnosis" and "direction" for the policy of confrontation. The first was George Kennan's "Long Telegram" from Moscow (February 1946), which argued that the Soviet Union was inherently expansionist and that long-term peaceful coexistence was impossible. The second was Winston Churchill's "Iron Curtain" speech in Fulton (March 1946). Churchill provided a powerful metaphor for the division of Europe, officially acknowledging that a new order based on partition had emerged. Tran Van Dao and Phan Doan Nam (2001) emphasize that these events prepared the psychological terrain and public opinion for a direct confrontation that required no formal declaration of war.

The final tipping point leading to the formalization of the bipolar order was the Truman Doctrine, proclaimed on March 12, 1947. Faced with British withdrawal from the Mediterranean and the risk of communist victory in the civil wars in Greece and Turkey, President Harry Truman requested \$400 million in emergency aid from Congress. However, the magnitude of this message transcended mere financial assistance. It established a new foreign policy doctrine: the United States was obligated to support "free peoples" resisting attempted subjugation by armed minorities or outside pressures. According to Gaddis (2005), this was the moment the US officially abandoned isolationism to assume the role of "global policeman," making "containment" the central axis of international relations.

The Truman Doctrine altered the very nature of the international system. The world was no longer perceived as a collection of sovereign states but as a battlefield between two diametrically opposed ideologies. Westad (2017) argues that Truman's binary division of the world into "free" and "oppressed" poles deprived actors of the opportunity to seek a middle ground, forcing every nation to choose a side. The rise of this doctrine also signaled the end of European centrality, as the former great powers became dependent subjects under the patronage of one of the two superpowers.

The operational mechanism of the Yalta Order following the Truman Doctrine transitioned into a state of genuine "Cold War." The US began implementing the Marshall Plan in mid-1947 as

an economic extension of the Truman Doctrine, aimed at fortifying the economic foundations of Western Europe against Soviet ideological penetration. The Soviet Union responded by establishing the Kominform (Communist Information Bureau) in September 1947 to tighten discipline within the Eastern Bloc. Nguyen Xuan Son (1997) analyzes that this reciprocal interaction created a spiral of confrontation from which neither side could retreat without being perceived as defeated in the global geopolitical game.

The consequence of the collapse of the "Yalta Spirit" was the formation of a rigid international structure. In Germany, the division between occupation zones became irreparable, leading to the subsequent formation of two separate states. In Asia, the influences of the Truman Doctrine prompted the US to intervene more forcefully in the Chinese Civil War and later in Indochina. Leffler (2007) argues that the fear of a "domino effect" among allies made the US willing to sacrifice democratic values in favor of supporting autocratic regimes as long as they maintained an anti-communist stance.

In summary, the 1945–1947 period was a process of "disintegration for restructuring." The collapse of the illusions regarding long-term allied cooperation at Yalta gave way to a harsh reality based on polarization. The Truman Doctrine was not merely a policy reaction but the charter of a new world order—the Yalta Bipolar Order. This order, while providing a certain stability through the balance of terror, thrust humanity into a decades-long confrontation that reshaped borders, ideologies, and the destinies of many nations across the globe.

3.2. THE INSTITUTIONALIZATION OF POLARIZATION: ECONOMIC AND MILITARY DIMENSIONS

East-West polarization was not confined to diplomatic rhetoric or ideological hostility; it was rapidly materialized through a sophisticated network of economic and military institutions. This process, commonly referred to as the institutionalization of polarity, transformed invisible lines on geopolitical maps into physical and institutional barriers, dividing the world into two systems operating under contradictory principles. The establishment of these alliances served not only defensive purposes but also acted as instruments for superpowers to consolidate control over member states within their respective blocs.

Economic Dimensions: Marshall and COMECON

The first milestone of economic institutionalization was the Marshall Plan (1948). Designed as a massive economic aid program for post-war Europe, the Marshall Plan harbored deep political objectives: preventing the collapse of capitalist economies in the face of the communist tide. According to Hogan (1987), the Marshall Plan was not merely a recovery project but an

American endeavor to restructure Western Europe into an integrated capitalist model, creating a market closely linked to the US economy. Acceptance of Marshall aid necessitated that Western European nations adopt liberal economic standards and eliminate communist influence within their governments.

The Soviet Union perceived the Marshall Plan as a form of "economic imperialism" aimed at luring Eastern European countries away from Moscow's sphere of influence. In response, the Soviet Union spearheaded the creation of the Council for Mutual Economic Assistance (COMECON) in 1949. Nguyen Anh Thai (2006) emphasizes that the emergence of COMECON marked the formation of a distinct socialist market, entirely opposed to the capitalist one. Rather than relying on market mechanisms, COMECON operated based on the socialist international division of labor and bilateral trade agreements, creating a closed economic system surrounding the USSR and the Eastern European People's Democracies.

Military Dimensions: NATO and Warsaw

Institutionalization reached its zenith with the formation of permanent military alliances. The establishment of the North Atlantic Treaty Organization (NATO) in April 1949 formalized the American military presence in Europe during peacetime. This was an unprecedented shift in American foreign policy history. Kaplan (1984) argues that NATO was not only a defensive alliance against the Soviet Union but also a mechanism for the US to stabilize internal European conflicts, specifically the rearmament of West Germany within a controlled framework.

The Eastern response was slower in form but resolute in essence. Following West Germany's formal accession to NATO in 1955, the Soviet Union and Eastern European states signed the Warsaw Pact. Tran Van Dao and Phan Doan Nam (2001) point out that the Warsaw Pact Organization was not only a military counterweight to NATO but also a legal instrument for the Soviet Union to maintain troops and political influence in buffer states. By this point, the division of the world was institutionally complete: two massive military blocs faced each other across the "Iron Curtain," equipped with distinct military doctrines and weapons systems.

Operational Mechanisms and Consequences

The parallel existence of these institutions created a state of stability characterized by extreme tension. Superpowers utilized these bodies to impose order within their blocs. Gaddis (2005) refers to this as the formation of "empires"-a voluntary empire in the West and a coercive one in the East. However, both served the purpose of maintaining the Yalta bipolar structure. Any attempt by a member state to escape a bloc's influence (such as the 1956 Hungarian Uprising or movements in Western Europe) was viewed as a direct threat to global equilibrium.

The consequence of this institutionalization was the elimination of neutral spaces. Smaller nations were compelled to join one of the two systems to ensure security and economic support. Waltz (1979) explains that in a bipolar system, powers tend to overreact to any minor change in the periphery, leading to the continuous expansion of military alliances. This explains why polarization from Europe rapidly globalized, drawing Asia into the vortex of military treaties such as SEATO and CENTO.

Furthermore, institutional polarization paralyzed multilateral international organizations, particularly the United Nations. Trerotola (1992) analyzes that once the world was institutionalized into two camps, the Security Council became a venue for systematic vetoes. Every international security issue was scrutinized through the lens of bloc interests, rendering the UN unable to fulfill the peacekeeping role intended by its founders in San Francisco.

Ultimately, the institutionalization of polarization created a historical inertia that lasted over four decades. These economic and military structures not only shaped foreign policy but also profoundly influenced the social fabric and political mindset of member states. As Zubok (2007) notes, these institutions created ideological and military "straitjackets," making the de-escalation of tensions extremely difficult even when leaders possessed goodwill, as the existence of these organizations depended on the very maintenance of confrontation.

In summary, the formation of the Marshall Plan, COMECON, NATO, and the Warsaw Pact were decisive steps that transformed the Yalta Order from a negotiating table concept into a rigid geopolitical reality. This institutionalization provided the framework for the Cold War to operate, creating a structurally stable bipolar world that nonetheless remained on the verge of global conflict.

3.3. OPERATIONAL MECHANISM OF THE BIPOLAR ORDER: THE BALANCE OF DETERRENCE

If the Truman Doctrine was the "opening salvo" and the military blocs were the "framework," then the mechanism of deterrence was the "operating system" that sustained the Yalta Bipolar Order. The most distinctive feature of this order was not the absence of conflict, but the manner in which conflicts were managed to avoid exceeding the threshold of nuclear destruction. This represented a paradox in international relations: peace was maintained not through trust or international law, but through the "balance of terror."

The Concept of Deterrence and Mutually Assured Destruction (MAD)

At the heart of the Yalta operational mechanism lay the advent of nuclear weapons. Once both the United States and the Soviet Union possessed "second-strike capability," the concept of

Mutually Assured Destruction (MAD) became a strategic constant. According to Gaddis (2005), nuclear weapons transformed war from an instrument of policy into a script for collective suicide, compelling superpowers to exercise maximum caution in any direct confrontation. Deterrence, therefore, was not merely about preventing an adversary from attacking; it was about establishing a "red line" that both sides understood could not be crossed. Nguyen Xuan Son (1997) analyzes that this order operated on a forced stability. Each pole incessantly engaged in an arms race to ensure the adversary did not gain absolute superiority; yet, this very balance of colossal military potential created a "cold peace." Any disturbance in this equilibrium, however slight, triggered chain reactions to restore the status quo, making the Yalta system remarkably rigid yet difficult to collapse from external pressure.

Tacit Rules and Conflict Management

Despite the intense antagonism, the operational mechanism of the bipolar order featured "tacit rules." The superpowers understood they had to avoid direct military clashes on each other's home territories or within their core spheres of influence. Instead, polarization was deflected toward the periphery. McMahon (2003) points out that proxy wars were an integral part of this mechanism; they served as "pressure relief valves" allowing superpowers to compete for influence without triggering World War III.

During severe crises, such as the Cuban Missile Crisis (1962), the mechanism of deterrence was pushed to its ultimate limit. The resolution of this crisis through secret diplomatic channels and mutual concessions demonstrated that, even at the height of tension, the vital interest of maintaining the system's survival (and one's own) outweighed the goal of total victory. Allison and Zelikow (1999) argue that decision-making models during this era were always dominated by the logic of deterrence: a military action was only undertaken when it would not lead to uncontrolled escalation.

The Role of Ideology and Intra-Bloc Control

The operational mechanism of the Yalta system also relied on ideological cohesion within each bloc. In the East, the Soviet Union maintained order through the "Brezhnev Doctrine," asserting the right to intervene in socialist states to protect the system. In the West, the US utilized its "nuclear umbrella" to compel allies to adhere to shared strategic directions. Westad (2017) emphasizes that East-West polarization was not just military deterrence but also ideological deterrence; the existence of one camp was an existential threat to the legitimacy of the other, creating a forced cohesion within each bloc.

Tran Van Dao and Phan Doan Nam (2001) further indicate that the mechanism of deterrence led to the formation of "buffer zones" and "defense arcs" globally. The partition of Germany, Korea, and Vietnam was the physical realization of the stopping points of deterrence on the ground. In these locations, the presence of superpower troops or close allies acted as a "tripwire," ensuring that any attack from the opposing side would automatically trigger a large-scale war, thereby discouraging the intent to attack from the outset.

The Paralysis of Multilateralism and the Rise of Dual-Track Diplomacy

Another consequence of the deterrence mechanism was the paralysis of the collective security apparatus of the United Nations. When the order operated based on compromises or deterrence between two superpowers, the Security Council frequently fell into deadlock. Trerotola (1992) observes that true peace in the Yalta order was not decided in multilateral forums but at summits between Washington and Moscow. "Dual-track" diplomacy and "hotlines" were essential components of the operational mechanism to promptly resolve misunderstandings that could lead to accidental nuclear war.

However, the nuclear deterrence mechanism also created a paradox: the "Stability-Instability Paradox." According to Jervis (1989), because stability was guaranteed at the strategic (nuclear) level, superpowers felt more secure in conducting low-level conflicts or military interventions in the Third World. This explains why this era is termed the "Long Peace" in Europe but was a bloody period characterized by numerous localized wars in Asia and Africa.

Zubok (2007) analyzing Soviet archives, shows that the operation of this order also depended on the leaders' perceptions of the adversary's capability and will. Deterrence is only effective when a threat is deemed credible. Therefore, both the US and the USSR had to regularly conduct displays of force or test new weapons to assert their standing. The Space Race and the technological race were, in essence, forms of soft deterrence, aimed at proving the superiority of the system to attract neutral nations.

Ultimately, the stability of the deterrence mechanism within the Yalta Order was temporary and costly. It required immense resources to maintain arsenals and global intelligence networks. Waltz (1979) asserts that a bipolar order is the most stable because it simplifies strategic calculations: there is only one primary rival to consider. Yet, this very simplification masked internal fractures, where allies eventually grew weary of superpower imposition, leading to the rise of multipolar trends later on.

In summary, the operational mechanism of the Yalta Bipolar Order was a sophisticated system based on nuclear deterrence, conflict management through proxy wars, and strict ideological

control. This "balance of terror" prevented a new world war but simultaneously froze international relations in a state of persistent confrontation, shaping the strategic thinking of humanity for half a century.

3.4. IMPACT OF THE YALTA ORDER ON THE PERIPHERY (ASIA)

While the Yalta Bipolar Order originated from post-war arrangements in Europe, its most violent and enduring impacts occurred in the periphery, particularly in Asia. Here, East-West polarization was not merely a diplomatic standoff; it manifested as bloody armed conflicts that divided nations and reshaped the regional geopolitical map for decades. Asia became a "buffer zone" and a "laboratory" for the containment and expansionist strategies of the two superpowers.

Geopolitical Shift and Partition

Once Europe stabilized following the formation of NATO and the Warsaw Pact, the focus of the Cold War shifted dramatically toward Asia, where national liberation movements were surging. The collapse of old colonial systems created a "power vacuum" that both the US and the USSR sought to fill. Vu Duong Ninh (2001) observes that in Asia, the Yalta Order did not deliver a "cold peace" as in Europe but rather a prolonged "hot war," where the self-determination of peoples was frequently sacrificed for the strategic interests of the poles.

The most vivid manifestation of this impact was the partition of nations along geopolitical parallels. Korea, divided at the 38th parallel, and Vietnam, at the 17th parallel, serve as quintessential examples of the imposition of bipolar structures onto the national body. According to McMahon (2003), these lines were initially conceived as technical solutions for disarming fascist forces; however, under the pressure of East-West polarization, they morphed into insurmountable ideological frontiers, leading to generational tragedies of division.

Proxy Wars and the Price of Polarization

Asia witnessed the largest proxy wars of the Yalta era. The Korean War (1950–1953) marked the first large-scale direct confrontation involving US troops and Chinese volunteers (with Soviet backing). Gaddis (2005) argues that this war internationalized the Cold War in Asia, compelling the US to globalize the Truman Doctrine and establish a dense network of military alliances in the Pacific, including US-Japan, US-ROK, and SEATO.

In Southeast Asia, the resistance of the Vietnamese people against French and later American forces was drawn into the vortex of global polarization. Tran Van Dao and Phan Doan Nam (2001) analyze that deeper American involvement in Vietnam was essentially an attempt to enforce the "containment" strategy to halt the "domino effect" in the region. Conversely, Soviet

and Chinese support for Vietnam followed the logic of strengthening the socialist camp. Consequently, legitimate national liberation struggles were distorted into ideological confrontations between two social systems, exponentially increasing the scale and ferocity of the wars.

Transformation of Regional Actors and International Relations

The Yalta Order also redefined the roles of Asian states. Japan, from a defeated nation, was transformed by the US into an "anti-communist fortress" in East Asia through the US-Japan Security Treaty. The rise of the People's Republic of China in 1949 fundamentally altered the correlation of forces, forcing superpowers to recalculate their regional strategies. Westad (2017) points out that polarization in Asia was more complex than in Europe due to indigenous factors and the rift within the socialist camp (the Sino-Soviet split), which occasionally disrupted traditional bipolar structures.

The impact of Yalta was further evident in the birth of the Non-Aligned Movement following the Bandung Conference (1955). This was a reaction by Asian and African nations seeking a "Third Way," refusing to be drawn into the superpowers' confrontation. Nguyen Anh Thai (2006) emphasizes that this movement represented an effort to break the stranglehold of the bipolar order, asserting the sovereignty and independent development rights of developing nations. However, in practice, the pressure from the two poles was so immense that many non-aligned nations were still pulled into pragmatic political compromises.

Long-term Consequences for Regional Stability

The Yalta structure in Asia left behind heavy security legacies. Geopolitical "hotspots" formed during this era—such as the Taiwan Strait, the Korean Peninsula, and maritime disputes—continue to persist and remain unstable even after the Cold War's end. Leffler (2007) argues that because the Yalta Order in Asia was not based on a clear compromise regarding spheres of influence as in Europe, it remained in a state of flux and prone to conflict.

Economically, polarization divided Asia into two distinct development zones. Nations within the American orbit (such as the "Asian Tigers") had access to Western markets and technology, while countries following the Soviet model faced encirclement, embargoes, and the limitations of the COMECON system. Zubok (2007) notes that the disparity in development levels between these groups of nations is one of the most profound socio-economic legacies that the bipolar structure bequeathed to the continent.

Finally, the bipolar order distorted democratization processes in many Asian countries. Prioritizing bloc security and anti-communist goals, the US frequently supported military

dictatorships in the region. Similarly, the imposition of the centralized bureaucratic model from the Soviet Union stifled the diverse development of East Asian societies. Alagappa (1998) points out that Cold War-style national security thinking became a barrier to building democratic institutions and civil society in the region for a long duration.

In summary, Asia was not only a victim but also the most vivid witness to the operation of the Yalta Bipolar Order. From fierce wars to borders that remain divided today, the impact of the Truman Doctrine and East-West polarization has been deeply etched into the modern history of this continent. Decoding these impacts is not only of historical significance but also a key to understanding the complex geopolitical shifts of Asia in the 21st century.

4. CONCLUSION

The research into the trajectory from the Truman Doctrine to the establishment of the Yalta Bipolar Order reveals one of the most tumultuous and profoundly formative periods in the history of modern international relations. This order was not merely the byproduct of post-war settlements but a complex geopolitical structure constructed upon the interplay of national interests, ideological antagonism, and the existential dread of nuclear annihilation. By analyzing its objectives, operational mechanisms, and impacts, several core conclusions can be elucidated:

4.1. The Nature and Genesis of the Bipolar Order

The Yalta Order was established not as the ideal collective security system envisioned by Roosevelt, but as a "forced peace" predicated on the division of spheres of influence. The collapse of the "Yalta Spirit" within a mere two years after the war demonstrates that once the common enemy (Fascism) vanished, the inherent contradictions between capitalism and socialism inevitably erupted. The Truman Doctrine (1947) served as the institutional milestone of this hostility, pivoting American foreign policy from isolationism to global interventionism and establishing the East-West axis as the epicenter of all international dynamics.

4.2. Institutionalization and Structural Durability

The distinguishing feature of the Yalta Order compared to its predecessors (such as the Versailles-Washington system) was its exceptionally high degree of institutionalization. The formation of military alliances (NATO, Warsaw Pact) and economic blocs (the Marshall Plan, COMECON) created a rigid framework, ensuring that polarization was not only a matter of leadership will but was deeply embedded in the operational structures of member states. This institutionalization, combined with the mechanism of nuclear deterrence (MAD), produced a paradoxical stability. While the world teetered on the brink of war, the balance of terror

effectively prevented total conflict, extending the lifespan of the bipolar system for nearly half a century.

4.3. Global Impact and Legacies in the Periphery

This study confirms that while Europe enjoyed a stable "cold peace," the periphery particularly Asia-bore the most devastating consequences. The imposition of the bipolar structure distorted national liberation movements, transforming legitimate struggles for independence into bloody proxy wars. The partition of nations such as Korea and Vietnam remains an unhealed scar of the Yalta Order. Nevertheless, within this context, the emergence of the Non-Aligned Movement and the efforts of developing nations laid the groundwork for the subsequent trends toward multipolarity and the democratization of international relations.

4.4. Significance for the Contemporary International Context

Although the Yalta Order officially dissolved with the collapse of the Soviet Union, its lessons and legacies remain highly relevant today. In the 21st century, the world is witnessing the rise of new forms of strategic competition, often labeled as a "New Cold War." Studying the Yalta Order helps identify the risks of excessive polarization and the paramount importance of maintaining multilateral dialogue channels for conflict management. The lessons from the deterrence mechanism demonstrate that sustainable stability cannot rely solely on military prowess or mutual fear; rather, it must be founded upon a just international order that respects national self-determination and international law.

In conclusion, the Yalta Bipolar Order represents a tragic yet epic chapter in human history. It stands as a testament to the power of ideology and the geopolitical visions of superpowers, while serving as a somber reminder of the exorbitant price the world pays when international relations are dominated by a zero-sum, confrontational mindset. Understanding this past is essential for constructing a future that is more multipolar, peaceful, and cooperative.

REFERENCES

1. Alagappa, M. (Ed.). (1998). *Asian Security Practice: Material and Ideational Influences*. Stanford University Press.
2. Allison, G. T., & Zelikow, P. (1999). *Essence of Decision: Explaining the Cuban Missile Crisis*. Longman.
3. Gaddis, J. L. (2005). *The Cold War: A New History*. Penguin Press.
4. Hogan, M. J. (1987). *The Marshall Plan: America, Britain, and the Reconstruction of Western Europe, 1947-1952*. Cambridge University Press.
5. Jervis, R. (1989). *The Meaning of the Nuclear Revolution: Statecraft and the Prospect of Armageddon*. Cornell University Press.
6. Kaplan, L. S. (1984). *The United States and NATO: The Formative Years*. University Press of Kentucky.

7. Leffler, M. P. (2007). *For the Soul of Mankind: The United States, the Soviet Union, and the Cold War*. Hill and Wang.
8. McMahon, R. (2003). *The Cold War: A Very Short Introduction*. Oxford University Press.
9. Nguyen, A. T. (Ed.). (2006). *Modern World History (1917-1995)*. Education Publishing House.
10. Nguyen, X. S. (Ed.). (1997). *World Order during the Cold War Period*. National Political Publishing House.
11. Tran, V. D., & Phan, D. N. (2001). *Textbook of International Relations History (1945-1990)*. Institute for International Relations.
12. Vu, D. N. (Ed.). (2001). *Selected Topics in World History*. Vietnam National University Press, Hanoi.
13. Waltz, K. N. (1979). *Theory of International Politics*. McGraw-Hill.
14. Westad, O. A. (2017). *The Cold War: A World History*. Basic Books.
15. Yergin, D. (1977). *Shattered Peace: The Origins of the Cold War and the National Security State*. Houghton Mifflin.
16. Zubok, V. M. (2007). *A Failed Empire: The Soviet Union in the Cold War from Stalin to Gorbachev*. University of North Carolina Press.

ONE HEALTH APPROACH VIS-À-VIS FUTURE PANDEMICS

LLB 1st year, Akshat CHATURVEDI
Jagran School of Law, Dehradun, India
Assistant Professor Bhumika SHARMA
Jagran School of Law, Dehradun, India

ABSTRACT

Many factors have transformed relations between people, animals, plants, and the environment. The changes have led to the spread of existing and new zoonotic diseases. Zoonotic diseases are becoming a part of modern lives. Every year, millions of humans die due to animal transmitted diseases. The ongoing troll on the world caused by the Covid-19 has raised numerous challenges. The experts from all fields are continuously deliberating upon the solutions to deal with it and the preventive measures for future. Since no single field would be able to propose a solution, the right approach is to have an integrated approach. “One Health” approach involving cross-sectoral and coordinated investments in human, environmental and animal health appears a viable key. There is a need to accept that the health of people is closely related to the health of animals and the shared environment. The legal policies, scientific policies and social guidelines must incorporate similar vision on this line. The pandemic preparedness interventions should be comprehensive. The focus should be directed to learn about how diseases spread among people, animals, plants, and the environment. The policy makers and the Parliamentarians must be equipped with the basic understanding in their scuffle against the zoonotic diseases. The present paper is an attempt to study the need for collaboration across disciplines and sectors to monitor future challenges. The study shall use secondary sources and shall be doctrinal in nature.

Key Words - One Health, Zoonotic, Future, Integrated, Pandemic.

SAĞLIK HİZMETLERİNDE TANITIM VE BİLGİLENDİRME FAALİYETLERİ HAKKINDA YÖNETMELİĞİN SAĞLIK ALANINDAKİ SOSYAL MEDYA KULLANIMINDA GETİRECEĞİ DEĞİŞİKLİKLER

Mehmet Ogulcan DİKMEN

Altınbas University, Faculty of Law, Department of Private Law 34394 Şişli, İstanbul

ORCID ID: 0009-0007-3881-8915

ÖZET

Sağlık Hizmetlerinde Tanıtım ve Bilgilendirme Faaliyetleri Hakkında Yönetmelik, kendinden önceki mevzuatın eksikliklerini kapatacak biçimde, sosyal medya alanını ve tanıtım-bilgilendirme hususu ile zararlı reklam olgusunu birbirinden ayırması ile önem atfedilen bir yönetmeliktir.

Teknolojinin gelişmesi ile birlikte, sağlık sektöründeki tanıtım ve bilgilendirme faaliyetleri, sosyal medya uygulamalarında öncesinden çok daha fazla yer kaplamaya başlamıştır. Bu durum beraberinde etik ve hukuki aykırılıkları da beraberinde getirmiştir. 29 Temmuz 2023 tarihinde yürürlüğe giren Yönetmelik, sağlık sektöründe zararlı reklam ile bilgilendirici-tanıtıcı faaliyetleri birbirinden ayırmış ve sağlık alanında reklamın kesinlikle yasak olduğunu tekrar ortaya koymuştur.

İşbu çalışmada, ilgili sair mevzuat hükümlerince ve yönetmelik kapsamında getirilen kurallar çerçevesinde sağlık alanındaki bilgilendirme ve tanıtımın hukuki vasfı incelenmiş, etik sınırlamalara uyulmaması halinde karşılaşılabilecek yaptırımlar değerlendirilmiş ve yasal düzenlemelerin rolü vurgulanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Sağlık, Tanıtım, Bilgilendirme, Reklam, Sosyal Medya.

CHANGES THAT THE REGULATION ON PROMOTION AND INFORMATION ACTIVITIES IN HEALTH SERVICES WILL BRING TO THE USE OF SOCIAL MEDIA IN THE FIELD OF HEALTH

ABSTRACT

The Regulation on Promotion and Information Activities in Healthcare Services is a regulation that is attributed importance by separating the social media field and the issue of promotion and information from the phenomenon of harmful advertising in a way to close the deficiencies of the previous legislation.

With the development of technology, promotional and informative activities in the health sector have started to occupy much more space in social media applications than before. This situation has also brought ethical and legal frictions. The Regulation, which entered into force on 29 July 2023, distinguished between harmful advertising and informative-promotional activities in the health sector and reasserted that advertising in the field of health is strictly prohibited.

In this study, the legal nature of information and promotion in the field of health is examined within the framework of the provisions of other relevant legislation and the rules introduced within the scope of the regulation, the sanctions that may be encountered in case of non-compliance with ethical limitations are evaluated and the role of legal regulations is emphasised.

Keywords: Health, Promotion, Information, Advertising, Social Media.

GİRİŞ

Sağlık hizmetlerinde bilgilendirme ve tanıtım faaliyetleri ile reklam kavramı, birbirlerine çok yakın kavramlardır. Sağlık alanı gibi toplumun her ferdi için ilgilendiren bir alanda bireylerin olumsuzluklardan nasıl korunacakları hususu, zaman zaman gündeme gelmişse de bu konu hakkında kapsayıcı bir mevzuatın olmaması, kafa karışıklıklarına sebep olmuş ve bilgilendirme-tanıtım faaliyetleri ile zararlı reklamların birbirlerinden nasıl ayrılacaklarına ve nasıl sınıflandırılacaklarına ilişkin bir boşluk yaratmıştır.

Teknolojinin günden güne gelişmesi ile birlikte, sağlık alanında yanıltıcı ve zararlı reklamlar, afiş, broşür, kupon gibi geçmiş uygulamalardan sıyrılarak herkesin kullandığı e-mail servisleri, sosyal medya hesaplarına kadar ulaşmış ve toplumun her kesiminden insanın korunması gereken bir olgu olarak gündeme gelmiştir. Sosyal medyada, halihazırda halkın büyük çoğunluğunun vakit geçirmesi, sosyal medya uygulamalarının artışı, iletişim için SMS ve e-mail servislerinin çoğalması ile birlikte hemen hemen her birey, çeşitli alanlardaki reklam sağlayıcılarının potansiyel müşterisi haline gelmiş, sağlık alanında da mesleki etik ve değer gözetmeyen çeşitli kişi ve kuruluşlar tarafından bu açık, bireyleri yanıltıcı biçimde yönlendirmeye kullanılmaktadır.

Sağlık Hizmetlerinde Tanıtım ve Bilgilendirme Faaliyetleri Hakkında Yönetmelik, 29 Temmuz 2023 tarihinde yayımlanmış ve yayımlandığı gün yürürlük kazanmıştır. Alanı özelinde en güncel ve kapsayıcı mevzuat olan işbu yönetmelik öncesinde de çeşitli tüzük, kural ve yönetmeliklerde zararlı reklam faaliyetleri halihazırda yasaklanmasına rağmen, sosyal medya hesaplarının kullanımı özeline eğilen, bilgilendirme ve tanıtım ile reklam arasındaki farkı en net biçimde ortaya koyan yönetmelik Sağlık Hizmetlerinde Tanıtım ve Bilgilendirme Faaliyetleri Hakkında Yönetmelik olmuştur.

Çalışmamızda, öncelikle Sağlık Hizmetlerinde Tanıtım ve Bilgilendirme Faaliyetleri Hakkında Yönetmelik, sonrasında Sağlık Hukukunda bilgilendirme ve tanıtım yapmanın esaslarından bahsedilmiş, son olarak ilgili esaslara uyulmadığı takdirde ortaya çıkan problemler ve karşılaşılabilecek yaptırımlara değinilmiştir.

BİRİNCİ BÖLÜM

SAĞLIK HİZMETLERİNDE TANITIM VE BİLGİLENDİRME FAALİYETLERİ HAKKINDA YÖNETMELİK

I. SAĞLIK HİZMETLERİNDE TANITIM VE BİLGİLENDİRME FAALİYETLERİ HAKKINDA YÖNETMELİĞİN AMAÇ VE KAVRAMI

1219 Sayılı Kanunda, Tıbbi Deontoloji Tüzüğünde, Hasta Hakları Yönetmeliğinde, TTB'nin Meslek Etiği Kurallarında, TTB Disiplin Yönetmeliğinde ve TTB 67. Büyük Kongresinde, elektronik ortamlardaki yayınlara ilişkin sağlık hizmetlerindeki tanıtım ve bilgilendirmeye ilişkin konular halihazırda düzenlenmiş ve çeşitli yaptırımlara bağlanmıştır. (Tengilimoğlu 2011) fakat Sağlık Bakanlığı ilk kez kendisi de bir denetimle mercii olarak hem görsel hem yazılı basını, internet ortamında yapılan yayınların tümünü olgunun içerisine dahil ederek hem uygulanacak temel ilke ve esasları, hem de uygulanacak yaptırımları belirlemiştir.

Sağlık Hizmetlerinde Tanıtım ve Bilgilendirme Faaliyetleri Hakkında Yönetmelik, 29 Temmuz 2023 tarihinde yayımlanmış ve yayımlandığı gün yürürlük kazanmıştır. İlgili yönetmelik, sağlık alanına yönelik “bilgilendirme ve tanıtım faaliyetleri” konusunda aslında pek çok mevzuatta yer alan kuralları tek bir yönetmelik çatısı altında toplayan ve kuralların gözetilmemesi durumunda karşılaşılabilecek yaptırımları da düzenleyen bir metin olarak önem seviyesi yüksek bir yönetmelik olarak açıklanabilmektedir.

II. YÖNETMELİĞİN MUHATABI OLAN TARAFLAR

29 Temmuz 2023 tarihinde yayımlanan Sağlık Hizmetlerinde Tanıtım ve Bilgilendirme Faaliyetleri Hakkında Yönetmeliğin kapsam konusu, ilk kez sağlık meslek grupları ve sağlık tesisleri dışında “yetkisiz ve izinsiz olarak sağlık alanında tanıtım ve bilgilendirme yapan gerçek ve tüzel kişileri de kapsamına alacak biçimde düzenlenmiştir”.

Kapsam maddesi, sağlıkçılar dışındaki kişileri veyahut ilgisiz paylaşım yapan şahısları da içerisine alacak biçimde önceki tüzük veya kongrelerde sınırlar içerisine alınmamış tarafları da kapsamına alacak şekilde düzenlenmiştir.

Sağlıkta reklam hususu, diğer mevzuat hükümlerinde, özellikle yeni kanunun düzenlemelerinde olduğu gibi, bu yönetmelikte de açıkça yasaklanmış bir faaliyettir ve bundan dolayı reklam kısmını bilgilendirme ve tanıtımdan ayrı olacak şekilde ele almak gerekir. Reklam hususunun yasak olma durumu, ilgili yönetmelikte de mevcudiyetini devam ettirmektedir.

III. SAĞLIK ALANINDA YAPILAN REKLAMIN HUKUKİ VASFI

Sağlık alanında reklam, “ameliyat, yatışlı olmayan cerrahi operasyon vb. işlemlere bireylere sağlık alanında talep yaratmaya dönük, sağlığa ticari bir kisve kazandıran faaliyetlerdir”.

Sağlıkta reklam, işbu yönetmelikte de açıkça yasaklanmış bir faaliyettir. Sağlık tesisleri (hastaneler, klinikler ve sağlık alanında faaliyet gösteren tüm işletmeler), hekimler, hekim dışı sağlık personelleri (tıbbi sekreterler, hemşireler, hasta bakıcılar vb.) için, hatta sağlık alanından olmayan kişiler için de (sağlık alanında faaliyet gösteren işletmelerin halkla ilişkiler departmanları gibi) sağlıkta reklam yapmak kesinlikle yasaktır fakat reklam kavramı bilgilendirme ve tanıtım ile halk arasında karıştırılan bir kavramdır (Erer 2010). Sağlıkta bilgilendirme ve tanıtım yapmak belirli temel ilke ve esaslarda mümkün olsa da reklam kavramı ilke ve esas aranmaksızın yasaklanmıştır. (Ersoy 2008)

İKİNCİ BÖLÜM

SAĞLIK HUKUKUNDA BİLGİLENDİRME VE TANITIM YAPMANIN ESASLARI

I. GENEL OLARAK

Sağlık Hukukunda bilgilendirme ve tanıtım bağlamındaki esaslara gelindiğinde ise, yönetmeliğin yalnızca uzmanlık dalının paylaşılması, muayene gün ve saatlerinin paylaşılması, sağlık tesisinin hangi alanda sağlık hizmeti sunduğu, sağlık tesisinin veya hekimin adresi, sağlığın geliştirilmesine ve korunmasına dönük faaliyetler, halk sağlığına ilişkin bilgilerin paylaşılabileceği şeklinde bir sıralamayı sınır olarak koyduğu görülmektedir.

Sayılan kurallar önceki mevzuatlarda da yer alan kurallardır. Öncesinde ilgilendirme ve tanıtım içerisinde ele alınmaktaydı, hala da bu yönetmelikte de bu şekilde ele alınmaktadır. Bilgilendirme ve tanıtım aynı zamanda sağlığın geliştirilmesine, sağlığın korunmasına yönelik bilgileri paylaşmayı da içermektedir. Bu tür bir faaliyet de mümkündür. Aynı zamanda yanıltıcı bilgiyi içermeyen, fakat sağlık alanına ilişkin ya da halk sağlığına ilişkin yapılan açıklamaları da içermektedir.

II. BİLGİLENDİRME VE TANITIM YAPMANIN İÇERMEDİĞİ HUSUSLAR

Bilgilendirme ve tanıtım genel olarak, talep yaratmaya yönelik paylaşımları, haksız rekabete dönük olarak değerlendirilebilecek faaliyetleri ya da gerçek dışı sağlık alanına ilişkin olup, gerçek dışı olan faaliyetleri içermemelidir. Sağlık Hizmetlerinde Tanıtım ve Bilgilendirme Faaliyetleri Hakkında Yönetmelik, halk sağlığına zarar verecek olan açıklamaları ve bilgilendirmeleri, tanıtım olarak ele almamaktadır. (Gürdin 2017)

İlgili yaptırımlar şu anda geçerli, yürürlükte ve uygulanabilir durumdadır. Dolayısıyla hekimlerden, sağlık kuruluşlarından veya sosyal medya hesaplarının yöneticilerinden, bu ilke ve esasları göz önünde bulundurarak şu ana değin yapılan yayın faaliyetlerinin de uygun hale getirilmesi beklenmektedir.

Yeni düzenlemelere uygun olmayan geçmiş zamanlı Instagram paylaşımları, resmi sitelerdeki fotoğraflar, belirli mecralara verilen reklamlar gibi hususların, sözü edilen aykırılıklara sahip olması durumunda hemen kaldırılması beklenmektedir. Yönetmelik, hukuki bir kural olarak geçmişe dönük olmayacak olsa da denetimlerin sıklaşması, geçmiş paylaşımlara yönelik yaptırımların bundan önceki düzenlemelere göre verilebileceği ihtimalini arttırmaktadır.

II.I. Görsel İçerik Kullanımı

Tanıtım ve bilgilendirmede son yılların en güncel bir tartışması, öncesi-sonrası görsel içeriklerin paylaşılmasıdır. Sağlık Hizmetlerinde Tanıtım ve Bilgilendirme Faaliyetleri Hakkında Yönetmelik, buna ilişkin özel bir parantez açmış ve görsel içerikte öncesi sonrası paylaşımları için bir kural koymuştur. Bu kural, “Kıyaslayıcı, aynı zamanda talep yaratmaya dönük öncesi ve/veya sonrası paylaşım yapılması yasaktır.” Şeklinde ele alınmış olup, bütün yayınlar için geçerli olan bir kuraldır. Hekimlerin, sağlık tesislerinin, kendi internet sayfalarında, sosyal paylaşım hesaplarında vs. yaptıkları, yapacakları paylaşımlar için geçerlidir. Bu nitelikte paylaşım yapılması açıkça yasaklanmıştır.

Fakat görsel paylaşılması tamamen yasaklanmamış ve bir ayrım koymuştur (bazı ilkeler getirmiştir). Yani görseller ancak sayılan ilkelere uyulacaksa paylaşılabilir. Burada önceki süreçten önemli bir fark, hastanın (hasta 18 yaşından küçükse velisinin) açık onamının alınmasıdır. Yönetmelik bunun için matbu bir form getirmektedir (Görsel İçerik Kaydetme ve İşleme Onay Formu). İlgili formun imzalatılması suretiyle (hastanın izin verdiğini açıkça belgelendirmek suretiyle), görsel içerik paylaşılabilir. Bu izin her zaman geri alınabilir, hastanın iznini geri alması halinde bu görsel içeriğin paylaşılmasına son verilmesi beklenmektedir. (Tengilimoğlu 1998) Bazı durumlarda hasta onam verse de paylaşım yapılamamaktadır. Bu hususta yönetmeliğin yasak olarak değerlendirdiği hususlar söz konusudur ve ayrılmıştır. Örneğin ameliyathanede yapılacak bir paylaşımın, hasta onam verse de paylaşılması uygun görülmemiştir. Ameliyathanede, ameliyat öncesi veya ameliyat sonrası fark etmeksizin görsel içerik paylaşım yapılması yasaklanmıştır.

Örnek vermek gerekirse, ameliyathane içerisinde çekilen ve öncesi-sonrası şeklinde olması fark etmeksizin paylaşılan fotoğraflar, özellikle Instagram platformunda, hekimlerin, kliniklerin en çok başvurdukları fotoğraflardan olmakla birlikte yeni yönetmelik ile birlikte bu durum yasaklanmıştır.

Bir diğer husus da hastanın “mahrem bölgesi” olarak ifade edilen vücut bölümlerinin paylaşılmasıdır. Bu hususta da hastanın onayı olsa da görsel paylaşımı uygun görülmemiş ve yasak olarak ifade edilmiştir. Bu hususlara uyulmaması halinde de yine idari yaptırımlarla

karşılaşılması mümkündür. Yönetmelikte, mahrem bölgenin tanımı tam olarak verilmemekle birlikte, göğüs estetiği, bacak-kalça liposuction işlemleri gibi cerrahi operasyonların fotoğraflarını dikkatsizce paylaşma durumu, ilerleyen süreçte kişiyi veya kurumu şikâyet-denetim yoluna karşı güçsüz pozisyona düşürebilen durumlardır.

Ek olarak, Yönetmeliğe göre görsel içeriklerin gerçeğine aykırı olmaması, yanıltıcı makyaj olmaksızın görüntülenmesi (örneğin ameliyat sonrası daha iyi görünüm için hasta vücudunda profesyonel makyaj kullanılması) ve üzerinde sonradan teknolojik değişiklik veya düzeltme uygulanmamış olması (photoshop gibi uygulamalarla fotoğraf üzerinde yapılan rötuşlar) gerekmektedir. İşlem tarihi ve görselin çekildiği tarihin, yapılan paylaşımda açıkça belirtilmesi beklenmektedir.

II.II. Yönetmelik Çerçevesinde Gerçekleştirilmesinde Sakınca Bulunan Ek Hususlar

Yönetmelikte, doğruluğu bilimsel ve klinik olarak kanıtlanmamış, yerleşik tıbbi yöntem haline gelmemiş, Bakanlıkça tıbbi işlem olarak tanımlanıp düzenlenmemiş tıbbi ve tedavi yöntemleri hakkında açıklamalara yer verilemeyeceği, bu yöntemlerle hastalıkların tedavi edildiği veya tedaviye yardımcı olunduğuna dair ifadeler kullanılamayacağına ilişkin açık bir hüküm mevcuttur. Günümüzde bazı estetik kliniklerinde veya hastanelerde, yağ yakımı, kilo verme, kas kütlesini artırma, yüz kırışıklıklarını giderme gibi olgulara iyi geldiği iddia edilen makineler, yöntemler (akupunktur vb.) yaygınlaşmıştır. Yönetmelik, bu gibi hususlara sosyal medya mecralarında yer verilemeyeceğini verildiği takdirde şikâyet-denetim mekanizmalarının görev alacağını açıkça ifade etmektedir ki bu hususun reklam yönünden değerlendirilmiş olması ilk defa bu kadar açık ortaya koyulduğu için hukuken önemli olmaktadır.

Instagram, Facebook, Twitter gibi platformların yorumlarında operasyona-cerraha-kliniğe yönelik yorum, teşekkür, tavsiye gibi hususlar yeni yönetmeliğe göre reklam sayılmakla birlikte kurallara uygun görsel paylaşımların yorum kısmının kapatılması, adeta zorunluluk haline getirilmiştir. Teşekkür-tavsiye niteliğinde yorumların ek paylaşımlar olarak paylaşılması, yapılan görsel paylaşımların yorum sekmesinin kapatılması, ilerleyen dönemde hukuki yaptırımla karşılaşılması için elzem hale gelmektedir.

Sağlık Hizmetlerinde Tanıtım ve Bilgilendirme Faaliyetleri Hakkında Yönetmelik Madde 5-J'de "kullanılacak anahtar kelimeler ve arama motorlarında çıkan sonuç sayfasında yer alan tüm bilgiler bu Yönetmelikteki ilkelere aykırı olamaz." ifadesi yer almaktadır. Aramalarda ilk sonuçlarda çıkabilmek için talep yaratmaya dönük her türlü müdahale de yönetmelikte izin verilen tanıtım ve bilgilendirme faaliyetlerinin ihlali olarak değerlendirilmektedir. Yönetmeliğin ilgili hususunun yönetmelik hazırlayıcıları tarafından özellikle GoogleAdsense

reklamları kastedilerek koyulduğu açıktır. Hekimin-hastanenin-kliniğın, Google veya benzer arama motorlarında ilgili kelimeler arandığında üst sayfada çıkması için belirli bir ücret ödemek, ödemenin sonunda üst sayfalarda çıkmak, Facebook, Instagram gibi mecralarda sponsorlu paylaşımlar yapmak (içeriği ne olursa olsun) yönetmelikte “reklam” olarak değerlendirilmekte, hukuki yaptırımlara zemin hazırlamaktadır ve kaçınılması gereken bir durum olduğu yönetmeliğın lafzından çıkarılabilmektedir.

Sağlık tesislerinin hasta tedavi ettiğı uzmanlık dallarından başka hastaları kabul ve tedavi ettiğı intibainı uyandıracak şekilde (Özdemir 2018) halkı yanıltan, yanlış yönlendiren, kişı ve toplum sağlığını tehlikeye düşüren, talep ve haksız rekabet ortamı yaratan tanıtım ve bilgilendirme yapılamayacağına dair hükmün de üzerinde durmak gerekir. İlgili durumlar üzerinde yargı kararları da mevcuttur. (Bknz. Ankara 6. İdare Mahkemesi, 10.07.2005, E. 2004/3510, K. 2005/1673) Örneklendirmek gerekirse, bir Genel Cerrahın, rinoplasti (burun estetiğı) operasyonu yaptığı intibai uyandıracak bir paylaşım yapması yasaktır. Ek olarak, Hekimler kendi unvanları haricinde başka unvan kullanmaktan kaçınmalıdır (estetisyen vs.). Sosyal medyada sıklıkla karşılaşılan bu durum ilgili ameliyatın Genel Cerrahi alanına girmediğı ve bir Plastik Rekonstrüktif ve Estetik Cerrah tarafından yapılması gerekliliğini ortaya koymaktadır. İlgili paylaşımın yapıldığı sosyal medya hesabının sahibi, meslektaşlarından veya sağlık kuruluşlarından daha üstün veya daha iyi olduğı izlenimini (Sezer 1999) vermeye yönelik olarak bölge, mekân, tıbbi cihaz, donanım, araç, gereç veya personel yahut benzeri herhangi bir unsur ile ilgili görsel paylaşmamaktadır. Bu tür bir durumda sorumluluk, sosyal medya hesabı yöneticisinin, hekimin ve çalıştığı sağlık kurumunun ortak sorumluluğunda olmaktadır.

Örneklendirmek gerekirse, gelişen teknoloji ile birlikte ameliyatlarda kullanılan yeni bir cihazın-yöntemin hasta üzerinde uygulanmaya başlandığının paylaşılması, sosyoekonomik seviyesi yüksek bir konumda yer alan bir kliniğın bulunduğı konumu ön plana atıp vurgulayarak paylaşım yapması, yurt dışından yeni gelen bir profesörün cerrahi yeteneğinin vurgulanarak hasta kabulüne başladığının paylaşılması, ilgili hekimin veya kliniğın alanında en iyisi olduğunu iddia eden paylaşımlar yapılması (Gürdin 2017) gibi durumlar yönetmelikçe rekabet-reklam olarak kabul edilmektedir.

Yönetmelikte kişilerin bilgi ve rızaları olmaksızın kişisel telefonlarından aranamayacağına, mektup, kısa ileti, elektronik posta ve sosyal paylaşım araçları ile ileti gönderilerek reklam ve tanıtım yapılamayacağına ilişkin açık bir hüküm bulunmaktadır. Bilgi almak adına açık rızası bulunmayan kişilerin telefon numaraları ve e-mail adreslerine erişim sağlanması, bu adreslere sms- e-posta ile ileti göndererek tanıtım yapılması yasaktır.

İnternet sitelerinin “bize ulaşın” kısımları gibi açık rıza göstergesi ile iletişim kurmak isteyen kişilerle irtibat kurulabilir. İnternet sitelerinde yer alan Çerezler ve Kullanım Sözleşmelerine, iletişim kurmak isteyen kişilerin istekleri doğrultusunda e-mail ve telefon numarası gibi bilgilerinin sonraki süreçte yalnızca tıbbi bilgilendirme amacıyla kaydedileceği, istekleri doğrultusunda bu kayıtlardan çıkarılabilecekleri bilgisi açıkla eklenmelidir.

Sağlık kuruluşlarının veya hekimlerin sosyal medya hesaplarında, herhangi bir işlem için bireyleri tıbbi işleme harekete geçirici yönlendirme yapılamamaktadır. Açıklamak gerekirse, sosyal medya hesabının bilgiler kısmında, paylaşımların açıklamalarında, yorumlarında, paylaşımların üzerine eklenmiş watermarklarla ve benzeri yollarla hekimin-kliniğin internet sitesi linki, telefonu gibi yönlendirici içerikli bilgilerin (tıbbi niteliği ne olursa olsun) paylaşılması yasaklanmıştır. Yönetmelik, bu tarz eklentileri adeta hedef kitleyi kendine çekme girişimi olarak yorumlamış, yönlendirici içerik olarak kabul etmiştir.

Sosyal paylaşım ve internet sitelerinde yapılan tanıtım ve bilgilendirmelerde bu Yönetmelikte öngörülen ilkelere uyulması zorunludur. Bu ilkelere aykırı olarak tanıtım ve bilgilendirme faaliyetlerinde bulunanlar ile paylaşanlar aynı derecede sorumlu hale gelecektir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

SAĞLIK HİZMETLERİNDE TANITIM VE BİLGİLENDİRME FAALİYETLERİ HAKKINDA YÖNETMELİĞE UYULMAMASI HALİNDE KARŞILAŞILABİLECEK YAPTIRIMLAR

I. GENEL OLARAK

Sağlık Hizmetlerinde Tanıtım ve Bilgilendirme Faaliyetleri Hakkında Yönetmelik, Tanıtım ve Bilgilendirme faaliyetlerinin denetleneceğine ilişkin de özel hükümler ve koşullar ortaya koymaktadır. Yönetmelikte, Sağlık Bakanlığı tarafından hem resen hem şikâyeten ihbar üzerinden yapılacak denetimden bahsedilmektedir ve yapılacak tespitlerin İl Valilikleri ya da İl Sağlık Müdürlükleri tarafından her ilde oluşturulacak bir komisyon tarafından karara bağlanacağı belirtilmiştir. Yönetmeliğe göre, bir ihlal tespitinin varlığı halinde o ihlal tespitini değerlendirecek bir İl Komisyonunun toplanacağı ve bu İl Komisyonunda 7 farklı kişinin üye olarak bulunacağı ifade edilmiştir. Üyelerin bir kısmı idare tarafından, bir kısmı da o alandaki kamu kurumu niteliğinde meslek kuruluşlarının göndereceği-belirleyeceği üyeler olmaktadır. 7 üyenin 5’inin toplantı için oyu yeterli sayılmakta ve o 5 üyenin de yine oy çokluğu ile karar vermesi mümkün olmaktadır. Yönetmeliğin bilgilendirme ve tanıtım faaliyetleri için belirlediği ilkelere aykırı bir durum tespitinin söz konusu olması halinde (bu bir sağlık tesisi için de olabilir

bir Hekim için de olabilir her ikisi için de olabilir) o zaman hangi yaptırımın hangi şekilde uygulanacağına da karar verilmektedir. Yaptırımlar kişilere ve kuruluşlara göre değişmektedir.

I.I. Hekimler Açısından Karşılaşılabilecek Yaptırımlar

İhlalin varlığı halinde eğer Hekimden bahsediliyorsa, idari para cezası yanı sıra disiplin işlemi yapılması için meslek kuruluşuna bildirmek de söz konusudur. Ayrıca reklam kuruluna bildirim ve reklam kurulunda değerlendirmesi için de il ticaret müdürlüklerine ihlal dosyası gönderilecek ve dolayısı ile birden çok yaptırım aynı anda uygulanabilir olacaktır.

İdari para cezaları, disiplin uygulaması yapılması adına meslek kuruluşuna bildiri yapılması, hekimler adına İl Ticaret Müdürlükleri Reklam Kuruluna bildiri yapılması, hekimle ilgili bir yaptırımın varlığı halinde uygulanacak yaptırımlardır. İlgili yaptırımların yönetmeliğin gerektirmediği şekilde ölçüsüz bir müdahale biçimde uygulanması durumunda (ortada bir ihlalin bulunmaması veya ölçüsüz-yoruma dayalı bir yaptırımda bulunulması), hekimin İdare Mahkemesine başvurması ve itiraz edebilmesi gibi imkanlar mevcuttur.

I.II. Sağlık Tesisleri Açısından Karşılaşılabilecek Yaptırımlar

İhlalin varlığı halinde, ihlali gerçekleştiren taraf bir sağlık tesisi ise, bir yıl içerisinde iki kez uyarı ile karşı karşıya kalmaktadır. İlgili iki uyarıya rağmen bilgilendirme ve tanıtım faaliyetlerinin ihlal içermeye devam etmesi durumunda, ilgili birimin faaliyetlerinin durdurulması yaptırımı söz konusudur. Sağlık tesisine yönelik durdurma faaliyeti-sağlık faaliyetinin durdurulması 3 gün süre ile uygulanmaktadır.

Benzer bir yaptırım, “uluslararası sağlık turizmi yapan tesisler” için de söz konusudur. Diğer sağlık tesislerinin karşılaşılabilecek yaptırımlardan farklı olarak uluslararası sağlık turizmi yapan tesisler öncelikle uyarılmakta, ikinci tespit halinde 1 ay, üçüncü kez tespit halinde ise 3 ay süreyle faaliyet izinleri askıya alınabilmektedir.

SONUÇ

Sağlık Hizmetlerinde Tanıtım ve Bilgilendirme Faaliyetleri Hakkında Yönetmelikte yer alan hususları ihlal etmek, Sağlık Bakanlığınca net olarak reklam ve özendirme aracı olarak görülmektedir. Yönetmeliğin 10. Maddesinin 8. Fıkrasında yer alan, “Sosyal paylaşım ve İnternet siteleri üzerinden yapılan sağlıkla ilgili tanıtım ve bilgilendirmelerde insan sağlığını tehlikeye düşüren veya tanı ve tedavi sürecini olumsuz olarak etkileyen veya bu süreci engelleyici nitelikte suç unsurunun bulunduğu tespit edilen ilgililer hakkında 4/5/2007 tarihli ve 5651 sayılı İnternet Ortamında Yapılan Yayınların Düzenlenmesi ve Bu Yayınlar Yoluyla İşlenen Suçlarla Mücadele Edilmesi Hakkında Kanun hükümleri uyarınca ilgili içeriklerin erişime engellenmesi için suç duyurusunda bulunulur.” Şeklindeki hükümle birlikte, Sosyal

Medya üzerinden ihlal içeren paylaşımlar yapmak; asıl amacı sağlığa zarar vermek veya tanı sürecini olumsuz etkilemek gibi amaçlar içermese de esasen herhangi bir tıbbi girişime ihtiyacı olmayan, bu yönde talebi bulunmayan insanları böyle girişimlere özendirmenin, bu girişimleri onlara cazip uygulamalar olarak göstermenin, insanların sağlığına, yaşamına, ruhsal ya da fiziksel bütünlüğüne zarar verebilecek girişimlerden olduğu kabul edilmektedir. Bundan sebeple, Yönetmeliğin ihlal kabul ettiği durumlarla birlikte yapılan paylaşımlar, yukarıdaki madde kapsamına alınacaktır. Yönetmelik, ilkelere aykırı olarak tanıtım ve bilgilendirme faaliyetlerinde bulunanları ve paylaşanları aynı derecede sorumlu tutmuştur.

Sosyal medyanın yaygınlaşması ile birlikte insanları mal ve hizmet alımına yöneltmenin yeni bir yolu daha açılrsa da gerek rekabetin artması gerekse denetimlerin ağırlaşması sebebiyle devlet eliyle veya şahıs şikayetleri ile hukuki süreç içerisine çekilmek bir o kadar kolaylaşmıştır. Yönetmeliğin koyduğu kuralları ihlal ederek yapılacak paylaşımlar, rekabetten kaynaklı olarak aynı iş kolundaki kişiler tarafından sistematik bir şekilde şikâyet edilebilir ya da Bakanlık denetimine takılabilir. Tanıtım ve Bilgilendirme faaliyetlerinde bulunanların ve paylaşanların aynı sorumluluğa sahip olması durumu her iki tarafı da eşit dereceye çekmekte ve cezai yaptırımların iki tarafa da getirdiği sonuçlar doğurmaktadır. Yönetmeliğin ortaya koyduğu hususları dikkatle incelemek ve bu yönde faaliyetlerde bulunmak Hekim-Hastane-Muayenehane-Sosyal Medya Direktörü gibi aktörleri aynı seviyede koruyacak ve cezai müeyyidelerden uzak tutacaktır.

REFERANSLAR

Akıncı, Fevzi / Temel, Kemal, “**Sağlık Hizmetleri Pazarlamasında Reklam ve Sosyal Medyanın Rolü**”, Hastane Öncesi Dergisi, Sayı 1(2), 2016.

Aktuğlu, Işın, “**Tüketicinin Bilgilendirilmesi Sürecinde Reklam Etiği**”, Küresel İletişim Dergisi, Sayı 2, 2006.

Aygün, Ezgi, “**Sağlık Sektöründe Reklam**”, Başkent Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Özel Hukuk Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2007.

Başak, Baysal / İnal, Emrehan, “**Reklam Hukuku ve Uygulaması**”, 1. Baskı, İstanbul, Oniki Levha Yayınları, 2008.

Bardak, Ümmühan / Tengilimoğlu, Dilaver, “**Sağlık Alanında İnsan Hakları ve Etik**”, Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Sayı 16(1-2), 1998.

Demir, Mehmet, “**Hekimin Sözleşmeden Doğan Sorumluluğu (Sorumluluk)**”, AÜHF Dergisi, Sayı 57 (3), 2008.

Erer, Sezer, “**Sağlık Hizmetlerinde Reklam**”, Genel Tıp Dergisi, Sayı 20(2), 2010. Er, Ünal, “**Sağlık Hukuku**”, 1.Baskı, Ankara, Savaş Kitapevi, 2019.

Ersoy, Verda / Giritlioğlu, Hakan / Güler, Mustafa, “**Sağlık Hizmeti Sunumunda Reklam ve Tanıtım**”, 1. Baskı, Ankara, Türk Tabipleri Birliği Yayınları, 2008.

- Güler, Emel, **“Sağlık Sektöründeki Mal ve Hizmetler İçin Yapılan Reklamların Hukuksal Boyutunun Türkiye’deki Durumu”**, Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Sağlık Kurumları Yöneticiliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi. İstanbul, 2007.
- Gürdin, Bahar, **“Sağlık Hizmetleri Sektöründe Reklam Yasağı: Uygulama Örnekleri”**, Sosyal ve Beşeri Bilimler Dergisi , Sayı 9(2), 2017.
- Irgaz, M, **“Reklam Kavramı ve Sağlık Hizmetlerinde Reklam Olgusunun İncelenmesi”** M.Ü. Sağlık Eğitim Fakültesi. İstanbul, 2002.
- İnal, Emrehan, **“Reklam Hukuku ve Aldatıcı Reklamlar”**, 1. Baskı, İstanbul, Beta Basım Yayın, 2000.
- Öner, Ö. D. **“Diş Hekimlerinin Diş Hekimliği Hizmetinde Rekabet ve Reklama Yönelik Değerlendirmeleri”**, M.Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul. 2001.
- Özdemir, Semih Sırrı, **“Sağlık Hizmetlerinde Reklama Yönelik Sınırlandırmalar ve Hukuki Sonuçları”**, Türkiye Adalet Akademisi Dergisi, Sayı 34, 2018.
- Özdemir, Semih S., **“Haksız Rekabet Kavramı Açısından Dürüstlük Kuralına Aykırı Reklamlar”** 5. Baskı, İstanbul, Oniki Levha Yayınları, 2013.
- Tengilimoğlu, Dilaver, **“Sağlık Hizmetleri Pazarlaması”**, 1. Baskı, Ankara, Siyasal Kitapevi, 2011.
- Tengilimoğlu D. **“Sağlık Hizmetlerinde Reklam Serbest Olmalı Mı?”** Yönetim, İstanbul Üniversitesi İşletme İktisadi Enstitüsü Dergisi, İstanbul, 2000.
- Sezer, Ahmet, **“Sağlık Hizmetlerinde Pazarlama Stratejilerinin Müşteri Tatmini Yaratmaya Etkileri”**, Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Afyonkarahisar, 1999.
- Pınar, Hamdi, **“Reklam ve Satış Yöntemlerine İlişkin Haksız Rekabet Halleri”**, Marmara Üniversitesi Hukuk Fakültesi Hukuk Araştırmaları Dergisi, C. 18, S. 2 (Özel Sayı), İstanbul, 2012.

MAKSİLLER DARLIĞA SAHİP HASTALARIN RME VE SARME TEDAVİSİ SONRASI SEFALOMETRİK DEĞİŞİKLİKLERİNİN İNCELENMESİ: VAKA SERİSİ SUNUMU

Uzm. Dt. Handan GÖZE OĞUZ
Private Clinic, 44050 Battalgazi, Malatya
ORCID: 0000-0002-1101-7540

ÖZET

Amaç: Çalışmamızın amacı maksiller darlığa sahip hastalarımızın RME ve SARME tedavisi sonrası sefalometrik ölçümlerde meydana gelen değişikliklerin incelenip vaka serisi şeklinde sunulmasıdır.

Olgu: Vaka 1. 11 yıl 4 ay yaşında erkek hasta kliniğimize başvurmuştur.

Tedavi öncesi sefalometrik değerleri şu şekildedir: SNA: 79.3°, SNB: 76.2°, ANB: 3°, U1SN:99.9°, IMPA: 94°, GoMe-SN:39°, FMA:32°.

Tedavi sonrası sefalometrik değerleri şu şekildedir: SNA: 83.5°, SNB: 80.2°, ANB: 3.2°, U1SN: 110.2°, IMPA: 95.6°, GoMe-SN: 31.3°, FMA: 26.4°.

Vaka 2. 16 yıl 3 ay yaşında kadın hasta kliniğimize başvurmuştur.

Tedavi öncesi sefalometrik değerleri şu şekildedir: SNA: 81.1°, SNB: 78.5°, ANB: 2.7°, U1SN:105.2°, IMPA: 98.4°, GoMe-SN:31.9°, FMA:25.4°.

Tedavi sonrası sefalometrik değerleri şu şekildedir: SNA: 81.7°, SNB: 78.1°, ANB: 3.6°, U1SN: 105.3°, IMPA: 101.3°, GoMe-SN: 31.6°, FMA: 22.7°.

Vaka 3. 20 yıl 3 ay yaşında kadın hasta kliniğimize başvurmuştur.

Tedavi öncesi sefalometrik değerleri şu şekildedir: SNA: 77.3°, SNB: 71.7°, ANB: 5.7°, U1SN:102°, IMPA: 79.6°, GoMe-SN:52° FMA:42.3°.

Tedavi sonrası sefalometrik değerleri şu şekildedir: SNA: 77.3°, SNB:71.4°, ANB: 5.9°, U1SN: 92.4°, IMPA: 91.7°, GoMe-SN: 55°, FMA: 42.3°.

Sonuç: RME ve SARME tedavisi ile maksiller darlığa sahip hastalar başarılı bir şekilde tedavi edilmiştir. Yapılan incelemede hem dişsel hem de iskeletsel değişikliklerin gerçekleştiği görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Maksiller Darlık, RME, SARME

INVESTIGATION OF CEPHALOMETRIC CHANGES AFTER RME AND SARME TREATMENT IN PATIENTS WITH MAXILLARY CONSTRICTION: A CASE SERIES PRESENTATION

ABSTRACT

Objective: The aim of our study is to examine the changes in cephalometric measurements after RME and SARME treatment in our patients with maxillary constriction and to present them as a case series.

Case: Case 1. An 11 year 4 month old male patient presented to our clinic.

His pretreatment cephalometric values were as follows: SNA: 79.3°, SNB: 76.2°, ANB: 3°, U1SN: 99.9°, IMPA: 94°, GoMe-SN: 39°, FMA: 32°.

His posttreatment cephalometric values were as follows: SNA: 83.5°, SNB: 80.2°, ANB: 3.2°, U1SN: 110.2°, IMPA: 95.6°, GoMe-SN: 31.3°, FMA: 26.4°.

Case 2. A 16 year 3 month old female patient presented to our clinic.

Pretreatment cephalometric values are as follows: SNA: 81.1°, SNB: 78.5°, ANB: 2.7°, U1SN: 105.2°, IMPA: 98.4°, GoMe-SN: 31.9°, FMA: 25.4°.

Posttreatment cephalometric values are as follows: SNA: 81.7°, SNB: 78.1°, ANB: 3.6°, U1SN: 105.3°, IMPA: 101.3°, GoMe-SN: 31.6°, FMA: 22.7°.

Case 3. A 17-year-4-month-old female patient presented to our clinic.

Her pre-treatment cephalometric values are as follows: SNA: 82°, SNB: 84°, ANB: -2°, U1SN: 106°, IMPA: 96°, GoMe-SN: 32°, FMA: 19°.

Her post-treatment cephalometric values are as follows: SNA: 88°, SNB: 84°, ANB: 4°, U1SN: 114°, IMPA: 95°, GoMe-SN: 29°, FMA: 21°.

Case 3. A 20 year 3 month old female patient presented to our clinic.

Pretreatment cephalometric values are as follows: SNA: 77.3°, SNB: 71.7°, ANB: 5.7°, U1SN: 102°, IMPA: 79.6°, GoMe-SN: 52°, FMA: 42.3°.

Posttreatment cephalometric values are as follows: SNA: 77.3°, SNB: 71.4°, ANB: 5.9°, U1SN: 92.4°, IMPA: 91.7°, GoMe-SN: 55°, FMA: 42.3°.

Conclusion: Patients with maxillary constriction were successfully treated with RME and SARME therapy. The examination revealed that both dental and skeletal changes occurred.

Keywords: Maxillary Constriction, RME, SARME

OFİS ORTAMLARINDA ERGONOMİK FAKTÖRLERE GENEL BAKIŞ: ÇALIŞAN SAĞLIĞI VE MEKÂNSAL TASARIM İLİŞKİSİ

Saliha KOÇKAYA

Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı,
Ankara, Türkiye.

ORCID: 0009-0001-3850-8059

Sevilay CANSIZ

Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı,
Ankara, Türkiye.

ORCID: 0009-0009-3589-3260

Dr. Öğr. Üy. Gülsüm ÖZTÜRK EMİRAL

Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Halk Sağlığı Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye.

ORCID: 0000-0001-8781-4127

Prof. Dr. Dilek ÖZTAŞ

Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Halk Sağlığı Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye.

ORCID: 0000-0002-8687-7238

Prof. Dr. Ergün ERASLAN

Mühendislik Ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye.

ORCID: 0000-0002-5667-0391

ÖZET

Teknolojilerin dijitalleşme yönünde gelişmesiyle birlikte çalışma hayatında bilgisayar kullanımına dayalı sedanter çalışma biçimleri giderek yaygınlaşmıştır. Günümüzde ofis çalışanlarının büyük bir bölümü günün önemli bir kısmını masa başında ve hareketsiz şekilde geçirmektedir. Bu durum özellikle boyun, omuz ve sırt bölgelerinde görülen kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarının ortaya çıkmasında önemli bir risk faktörü olarak değerlendirilmektedir. Ergonomi, insan ile çalışma ortamı arasındaki ilişkiyi inceleyen ve çalışma koşullarının bireyin fiziksel ve psikolojik özelliklerine uygun biçimde düzenlenmesini amaçlayan disiplinler arası bir alan olarak tanımlanmaktadır. Bu nedenle ofis mekânlarının ergonomik ilkelere uygun şekilde tasarlanması çalışan sağlığının korunması ve çalışma verimliliğinin artırılması açısından önem taşımaktadır.

Bu çalışmada ofis ortamlarında ergonomik faktörlerin çalışan sağlığı üzerindeki etkileri literatür çerçevesinde ele alınmıştır. Bu kapsamda ofis ergonomisi, antropometrik uyum, çalışma istasyonu düzeni, çalışma ortamının çevresel koşulları ve modern ofis yaklaşımlarına ilişkin araştırmalar incelenmiştir. Literatürde yer alan bulgular, ofis mobilyaları ile kullanıcıların antropometrik ölçüleri arasındaki uyumsuzlukların çalışma postürünü olumsuz etkileyebildiğini ve uzun vadede kas-iskelet sistemi sorunlarına zemin hazırlayabildiğini göstermektedir. Bununla birlikte ergonomik iş istasyonu düzenlemeleri ve uygun çevresel

koşulların sağlanmasının çalışanların fiziksel yükünü azaltabildiği ve iş verimliliğine olumlu katkı sağlayabildiği görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Ergonomi, ofis ergonomisi, antropometri, kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları, çalışma ortamı, iş istasyonu tasarımı, çevresel faktörler

AN OVERVIEW OF ERGONOMIC FACTORS IN OFFICE ENVIRONMENTS: THE RELATIONSHIP BETWEEN EMPLOYEE HEALTH AND SPATIAL DESIGN

ABSTRACT

With the development of digital technologies, sedentary working patterns based on computer use have become increasingly common in working life. Today, a large proportion of office employees spend a significant part of their working hours sitting at desks and working with computers. This situation is considered an important risk factor for the development of musculoskeletal disorders, particularly in the neck, shoulder and back regions. Ergonomics is generally defined as an interdisciplinary field that examines the relationship between humans and their working environment and aims to organize working conditions in accordance with individuals' physical and psychological characteristics. For this reason, designing office environments according to ergonomic principles has gained importance in terms of protecting employee health and improving work efficiency.

This study examines the effects of ergonomic factors in office environments on employee health within the scope of the existing literature. In this context, studies related to office ergonomics, anthropometric compatibility, workstation design, environmental conditions of workplaces, and modern office approaches were reviewed. Findings in the literature indicate that incompatibilities between office furniture and users' anthropometric measurements may negatively affect working posture and contribute to the emergence of musculoskeletal problems over time. On the other hand, ergonomic workstation arrangements and appropriate environmental conditions can help reduce the physical strain on employees and contribute positively to work efficiency.

Keywords: Ergonomics, office ergonomics, anthropometry, musculoskeletal disorders, workplace environment, workstation design, environmental factors

1. GİRİŞ

Günümüzde bilgisayar kullanımının artmasıyla birlikte, ofis çalışanları hem iş hem de günlük yaşamlarında uzun süre statik ve hareketsiz (sedanter) pozisyonlarda vakit geçirmektedir (Lee ve ark., 2021). Bu çalışma biçimi; uzun süre ekran karşısında oturmaya, tekrarlayıcı el ve bilek hareketlerini ve boynun sabit pozisyonunda tutulmasını içermektedir. Ofis çalışanlarının büyük

bir bölümünün mesai saatlerini bu şekilde geçirmesi, kas-iskelet sistemi bozukluklarının (KİSR) görülme sıklığını artırmaktadır (Ağar ve ark., 2025).

Sedanter yaşam tarzı yalnızca kas-iskelet sistemi ile sınırlı kalmayıp, kardiyovasküler hastalıklar, diyabet ve depresyon gibi kronik sağlık sorunları ile de ilişkilidir. Bu durum, ergonomik risklerin yalnızca fiziksel değil, aynı zamanda sistemik ve psikososyal etkilerinin de bulunduğunu göstermektedir. Ergonomik eğitim eksikliği ve uygun olmayan ofis mobilyalarının kullanımı ise bu riskleri daha da artırmaktadır. Bu nedenle modern ofis ortamlarında yaygın olan bu çalışma biçimi, hem bireysel sağlık hem de kurumsal verimlilik açısından önemli bir halk sağlığı sorunu olarak değerlendirilmektedir.

Uzun süreli bilgisayar kullanımı, çalışanları statik postürlere ve tekrarlayıcı hareketlere maruz bırakarak özellikle boyun, omuz ve el bileği bölgelerinde ağrı gelişimine neden olmaktadır (Hoe ve ark., 2018). Literatürde bu tür rahatsızlıkların ofis çalışanlarının önemli bir kısmını etkilediği bildirilmektedir. Bu durum; iş performansında azalma, hastalık izinlerinde artış ve uzun vadede iş gücü kaybı ile sonuçlanarak kurumlar üzerinde ekonomik bir yük oluşturmaktadır. Ergonomik düzenlemelerin çalışan konforunu artırdığı bilinmekle birlikte, bu düzenlemelerin her zaman doğrudan ölçülebilir verimlilik artışı sağlamadığı da belirtilmektedir (Lee ve ark., 2021). Bununla birlikte, uzun süreli ekran başı çalışma hem sağlık hem de iş süreçleri açısından kritik bir risk faktörü olmaya devam etmektedir.

Ergonomi, insan ile kullandığı sistemler ve araçlar arasındaki etkileşimi inceleyen disiplinler arası bir yaklaşımdır. Temel amacı, çalışma ortamlarını ve kullanılan ekipmanları insanın fiziksel ve bilişsel özelliklerine uygun hale getirmektir (Pheasant, 2003). Bu sayede hem çalışan sağlığı korunmakta hem de iş verimliliği artırılmaktadır. Ergonomi yalnızca fiziksel boyutla sınırlı olmayıp; antropometri, biyomekanik ve iş organizasyonu gibi alanları kapsamakta ve bireylerin psikolojik özelliklerini de dikkate almaktadır (Dul & Weerdmeester, 2008). Bu yönüyle ergonomi, insanı ortama uyarlamaktan ziyade, ortamı insana uyarlamayı hedeflemektedir.

Ergonomik tasarımda sıklıkla kullanılan yaklaşımlardan biri ürün-kullanıcı-görev ilişkisidir. Bu modele göre tasarımın etkinliği, kullanılan ürünün özellikleri, kullanıcı özellikleri ve gerçekleştirilen görev arasındaki uyuma bağlıdır (Pheasant, 2003). Literatürde ergonomik ölçülerin sabit değerler olarak değil, kullanıcı, görev ve ürün arasındaki dinamik ilişki çerçevesinde belirlenmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Bu nedenle tasarım kararlarının, standart ölçülere dayalı tek tip yaklaşımlar yerine kullanıcı çeşitliliğini dikkate alan esnek ve uyarlanabilir çözümler doğrultusunda geliştirilmesi gerekmektedir.

Ofis mobilyalarında antropometrik uyumsuzluk, kullanılan mobilya ölçülerinin bireylerin vücut ölçüleriyle örtüşmemesi durumunu ifade etmektedir (Khademi ve ark., 2025). Farklı yaş, cinsiyet ve fiziksel özelliklere sahip bireylerin aynı standart mobilyaları kullanması bu uyumsuzluğu artırmaktadır. Bu nedenle tasarımın, tek bir sabit ölçüye göre değil, farklı kullanıcıları kapsayacak şekilde ayarlanabilir olması önem taşımaktadır (Woo ve ark., 2015). Aksi durumda uygun olmayan mobilyalar; kötü postür, dolaşım bozuklukları ve kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarına yol açabilmektedir (Khademi ve ark., 2025). Bu açıdan ergonomik tasarımın başarısı, kullanıcı çeşitliliğini dikkate alan ve bu farklılıklara uyum sağlayabilen esnek çözümlerin geliştirilmesine bağlıdır.

Bu çalışmanın amacı, ofis ergonomisinin çalışan sağlığı ve iş verimliliği üzerindeki etkilerini incelemek ve antropometrik verilerin mekânsal tasarım sürecine entegrasyonunun önemini ortaya koymaktır. Bu doğrultuda, çalışma ortamlarının kullanıcıya uygun şekilde düzenlenmemesinin yol açabileceği sorunlar değerlendirilmekte ve ergonomik tasarım yaklaşımlarının bu olumsuz etkileri azaltmadaki rolü ele alınmaktadır.

2. ANTROPOMETRİ

Antropometri, insan vücuduna ait ölçülerin belirlenmesi ve bu ölçülerin tasarım süreçlerine entegre edilmesiyle ilgilenen bilim dalıdır. Antropometrik veriler, kullanıcı ile ürün ve mekân arasındaki uyumun sağlanmasında temel bir rol oynamaktadır (Pheasant, 2003).

Antropometri, statik ve dinamik olmak üzere iki ana gruba ayrılmaktadır. Statik antropometri, bireyin hareketsiz durumdaki vücut ölçülerini; dinamik antropometri ise hareket sırasında ortaya çıkan erişim mesafeleri ve hareket sınırlarını ifade etmektedir (Woo ve ark., 2015). Ergonomik tasarım süreçlerinde bu iki veri türünün birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir.

Antropometrik verilerin değerlendirilmesinde, cinsiyete bağlı fiziksel farklılıkların dikkate alınması büyük önem taşımaktadır. Literatürde, tasarım süreçlerinde genellikle 5. persentil kadın ile 95. persentil erkek aralığının referans alındığı ve bu yaklaşımın kullanıcıların büyük bir kısmını kapsadığı belirtilmektedir (Dul & Weerdmeester, 2001).

Khademi ve ark. (2025) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, ofis mobilyaları ile kullanıcıların antropometrik ölçüleri arasında önemli düzeyde uyumsuzluklar olduğu ortaya konmuştur. Söz konusu çalışmada veriler cinsiyete göre ayrı ayrı değerlendirilmiş ve bu uyumsuzlukların özellikle kadın kullanıcılar arasında daha belirgin olduğu gösterilmiştir. Bu durumun kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları açısından risk oluşturduğu vurgulanmaktadır (Khademi ve ark., 2025).

Bu bulgular doğrultusunda, ergonomik tasarımın sabit standart ölçüler yerine kullanıcı çeşitliliğini dikkate alan, persentil temelli ve uyarlanabilir yaklaşımlar çerçevesinde ele alınması gerektiği anlaşılmaktadır.

3. OFİS İŞ İSTASYONU TASARIMI

3.1. Ergonomik İş İstasyonu Yerleşim İlkeleri

Ergonomik iş istasyonu tasarımı, kullanıcı ile çalışma ortamı arasındaki uyumun sağlanmasına dayanmaktadır. Bu bağlamda, çalışma alanının boyutları ile kullanıcının fiziksel özellikleri arasındaki ilişki tasarımın temelini oluşturmaktadır (Pheasant, 2003). İş istasyonunun düzenlenmesinde antropometrik veriler ile pratik yerleşim ilkelerinin birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir.

Bu ilkeler kapsamında kullanım sıklığı, işlev ve kullanım sırası gibi kriterler dikkate alınmaktadır. Sık kullanılan ve kritik öneme sahip ekipmanların kullanıcıya yakın konumlandırılması, benzer işlevdeki öğelerin bir arada tutulması ve ekipmanların kullanım sırasına göre yerleştirilmesi önerilmektedir (Helander, 2006). Ayrıca yerleşimde uzanma mesafeleri göz önünde bulundurulmalı; sık kullanılan öğeler normal çalışma alanı içerisinde yer almalı ve gereksiz uzanma veya eğilme hareketlerinden kaçınılmalıdır. Bunun yanı sıra baş, kol ve bacaklar için yeterli hareket alanı sağlanmalı ve ekranın doğrudan kullanıcının karşısına yerleştirilmesi gerekmektedir. Bu tür düzenlemelerin, fiziksel zorlanmayı azalttığı ve çalışma konforunu artırdığı bildirilmektedir.

Çalışma ortamlarında görülen birçok fiziksel rahatsızlığın, kullanıcı ile iş istasyonu arasındaki uyumsuzluktan kaynaklandığı bilinmektedir. İşin gerektirdiği fiziksel yük ile kullanıcının kas-iskelet sistemi kapasitesi arasındaki dengesizlik; kas ve tendon zorlanmalarına, kronik ağrılara ve iş gücü kaybına yol açabilmektedir (Pheasant, 2003). Bu durum, ergonomik tasarımın yalnızca konfor sağlayan bir yaklaşım değil, aynı zamanda koruyucu bir sağlık stratejisi olduğunu göstermektedir.

Bu uyumsuzluk, literatürde “Procrustes yaklaşımı” ile açıklanmaktadır. Antik mitolojiden türetilen bu kavramda, Procrustes karşılaştığı bireyleri sabit bir yatağa uydurmak amacıyla onları uzatmakta veya kısaltmaktadır. Benzer şekilde bu yaklaşımda tasarım, kullanıcıya uyum sağlamak yerine kullanıcının mevcut tasarıma uyum göstermesi beklentisine dayanmaktadır. Günümüz ofis ortamlarında standart mobilya ve ekipman kullanımı, çalışanların bireysel fiziksel özelliklerini yeterince dikkate almaması nedeniyle benzer bir uyumsuzluk yaratabilmektedir (Pheasant, 2003).

Ergonomik yetersizlikler yalnızca fiziksel değil, aynı zamanda psikolojik sonuçlar da doğurmaktadır. Uygun olmayan çalışma ortamlarının; huzursuzluk, motivasyon kaybı ve verimlilikte azalma ile ilişkili olduğu bildirilmektedir (Yararel, 2019). Bu nedenle ergonomi, fiziksel düzenlemelerin ötesinde psikolojik konforu da içeren bütüncül bir yaklaşım olarak ele alınmalıdır.

Sonuç olarak, iş istasyonu tasarımında temel hedef kullanıcının ortama uyum sağlaması değil, çalışma ortamının kullanıcıya uygun şekilde düzenlenmesidir. Kullanıcı, mekân ve görev arasındaki dengenin sağlanması, çalışan sağlığının korunması ve iş verimliliğinin artırılması açısından kritik öneme sahiptir.

3.2. Oturma ve Koltuk Tasarımı

Ergonomik iş istasyonu tasarımında oturma düzeni ve koltuk özellikleri, çalışan sağlığı ve iş verimliliği açısından kritik belirleyiciler arasında yer almaktadır. Koltuğun temel işlevi yalnızca oturma eylemini desteklemek değil, aynı zamanda omurganın doğal eğriliklerini koruyarak vücuda dengeli ve sürekli bir destek sağlamaktır. Bu yaklaşım, ergonomide benimsenen “işçi çalışana, ürünü kullanıcıya uyarlama” ilkesi ile örtüşmektedir (Dul ve ark., 2008).

Ergonomik koltuk tasarımında antropometrik veriler ve biyomekanik gereksinimler esas alınmalıdır. Bu doğrultuda koltuk yüksekliğinin, kullanıcının popliteal (diz arkası) yüksekliğine uygun olması gerekmektedir. Yüksek koltuklar uyluk altındaki dokular üzerinde basınç oluşturarak dolaşımı olumsuz etkilerken, düşük koltuklar omurgada artmış fleksiyona neden olabilmektedir. Benzer şekilde koltuk derinliği, kalça-popliteal uzunluk ile uyumlu olmalı; aksi durumda sırt desteği azalmakta ve diz arkasında basınç oluşmaktadır (Khademi ve ark., 2025). Sırtlık tasarımında, omurganın doğal lordoz yapısını destekleyen bel desteği kritik öneme sahiptir. Oturma yüzeyinin hafif eğimli olması ve sırtlık açısının arkaya doğru yaslanmayı destekleyecek şekilde düzenlenmesi, omurga üzerindeki yükün azaltılmasına katkı sağlamaktadır. Literatürde dik, arkaya yaslanmış ve öne eğimli oturma gibi farklı postür yaklaşımları tanımlanmakta olup, özellikle hafif geriye yaslanmış oturma pozisyonunun daha düşük kas-iskelet sistemi yükü ile ilişkili olduğu bildirilmektedir (Woo ve ark., 2015). Ayrıca oturma yüzeyinin aşırı yumuşak olmaması ve ön kenarının yuvarlatılmış olması, alt ekstremitelerinin korunması açısından önemlidir (Pheasant, 2003).

Ofis ergonomisi kapsamında koltuk ölçülerinin belirli aralıklarda olması önerilmektedir. Buna göre sırt yüksekliğinin en az 48 cm, koltuk genişliğinin en az 46 cm ve koltuk derinliğinin 38–43 cm arasında olması uygun kabul edilmektedir. Oturma yüksekliği ise ayakların zemine tam

temas etmesini ve uylukların yere paralel konumda olmasını sağlayacak şekilde ayarlanmalıdır (Woo ve ark., 2015).

Bununla birlikte ergonomik koltuk tasarımında yalnızca ölçülerin uygunluğu değil, ayarlanabilirlik ve stabilite de kritik öneme sahiptir. Beş kollu tekerlekli taban yapısı hareket kabiliyeti ve güvenliği artırırken, ayarlanabilir sırtlık ve bel desteği uzun süreli oturma koşullarında kas-iskelet sistemi yüklenmesini azaltmaktadır.

Sonuç olarak ergonomik koltuk tasarımı; antropometrik uyum, biyomekanik destek ve ayarlanabilirlik ilkelerini bütüncül şekilde içeren ve kullanıcı sağlığını doğrudan etkileyen temel bir ergonomik bileşen olarak değerlendirilmelidir.

3.3. Masa, Ekran ve Ekipman Yerleşimi

Masa, ekran ve ekipman yerleşimi, ergonomik iş istasyonunun temel bileşenleri olup postür, görsel konfor ve kas-iskelet sistemi yüklenmesi üzerinde doğrudan belirleyicidir. Bu bileşenlerin uygun şekilde konumlandırılması, statik zorlanmayı azaltarak çalışma performansını iyileştirmektedir.

Çalışma masasının boyutları kullanılan ekipmanlarla uyumlu olmalı ve tercihen ayarlanabilir özellikte tasarlanmalıdır. Masa yüksekliği, üst ekstremitelerde nötr postürü destekleyecek şekilde düzenlenmeli; yüzeyde yansıma oluşturmeyen malzemelerin kullanılması görsel konfor açısından önem taşımaktadır (Woo ve ark., 2015).

Monitör yerleşiminde ekranın üst kenarının göz hizasında veya hafif altında konumlandırılması ve göz-ekran mesafesinin uygun aralıkta tutulması önerilmektedir. Ayrıca ekranın ışık kaynaklarına göre doğru konumlandırılması, görsel yorgunluğu ve servikal bölgedeki biyomekanik yüklenmeyi azaltmaktadır. Yanlış monitör yerleşimi; göz yorgunluğu, boyun ve omuz ağrıları ile ilişkilendirilmektedir (Lee ve ark., 2021).

Klavye ve fare kullanımında dirseklerin yaklaşık 90° fleksiyonda olması ve bileklerin nötr pozisyonda tutulması gerekmektedir. Klavye için ayrı bir platform kullanılması, üst ekstremité üzerindeki yükü azaltarak daha ergonomik bir kullanım sağlamaktadır (Woo ve ark., 2015).

Bununla birlikte, standart ölçülerin her kullanıcı için uygun olmadığı bilinmektedir. Khademi ve ark. (2025), masa yüksekliği, koltuk yüksekliği ve monitör yerleşiminde antropometrik uyumsuzlukların yaygın olduğunu ve bu durumun özellikle kadın kullanıcılar arasında daha belirgin olduğunu göstermiştir. Bu tür uyumsuzlukların kompensatuar postür gelişimine yol açarak uzun vadede kas-iskelet sistemi problemlerini artırabileceği bildirilmektedir (Khademi ve ark., 2025).

Ekipman yerleşiminde erişim alanları da önemli bir belirleyicidir. McCormick tarafından tanımlanan ilkelere göre, sık kullanılan ekipmanlar “normal erişim alanı” içerisinde konumlandırılmalı; daha az kullanılan öğeler ise maksimum uzanma alanında yer almalıdır. Ayrıca görsel açıdan kritik bileşenlerin doğrudan görüş alanında bulunması, bilişsel yükü azaltarak performansı artırmaktadır (Pheasant, 2003).

Sonuç olarak ergonomik iş istasyonu tasarımı, sabit standartlara dayalı bir yaklaşım yerine kullanıcı çeşitliliğini ve antropometrik farklılıkları dikkate alan uyarlanabilir bir anlayışla ele alınmalıdır.

3.4. Mekânsal ve Çevresel Faktörler

Ergonomik iş istasyonu tasarımında yalnızca donatı elemanları değil, mekânsal ve çevresel koşullar da kullanıcı konforu, sağlığı ve bilişsel performans üzerinde belirleyici rol oynamaktadır. Bu kapsamda aydınlatma, iç hava kalitesi ve gürültü düzeyi temel çevresel faktörler olarak öne çıkmaktadır (Pheasant, 2003).

Aydınlatma, görsel performansın en kritik bileşenlerinden biridir. Yetersiz veya dengesiz aydınlatma göz yorgunluğunu artırırken, uygun aydınlatma koşulları algısal performansı ve iş verimliliğini iyileştirmektedir. Ofis ortamlarında genel aydınlatma düzeyinin yaklaşık 300–500 lüks aralığında olması önerilmekte olup, yapılan işin niteliğine bağlı olarak bu değer artırılabilir (Dul ve ark., 2008). Ayrıca çalışma alanında aşırı parlaklık kontrastlarından kaçınılması ve ekranların ışık kaynaklarına göre uygun şekilde konumlandırılması görsel konfor açısından önem taşımaktadır.

İç hava kalitesi ve termal konfor, çalışan sağlığını doğrudan etkileyen diğer önemli çevresel bileşenlerdir. Yetersiz havalandırma ve iç mekân kirleticileri, çeşitli solunum ve genel sağlık sorunları ile ilişkilendirilmektedir. Dünya Sağlık Örgütü, iç mekân hava kalitesi için belirli sınır değerler tanımlamakta ve yeterli temiz hava sağlanmasını önermektedir (WHO, 2020). Bununla birlikte ASHRAE 55 standardı, ısı konforunun sağlanabilmesi için sıcaklık, hava hızı, bağıl nem ve metabolik faktörlerin birlikte değerlendirilmesi gerektiğini belirtmektedir. Ofis ortamlarında sıcaklığın yaklaşık 20–24°C, bağıl nemin ise %40–60 aralığında tutulması çalışan konforunu desteklemektedir (Dul ve ark., 2008).

Gürültü, özellikle açık ofis düzenlerinde dikkat ve bilişsel performansı etkileyen önemli bir faktördür. Sürekli arka plan gürültüsü, konsantrasyon kaybına ve zihinsel yorgunluğa neden olabilmektedir. Yapılan çalışmalar, gürültü düzeyindeki artışın çalışan performansı ve motivasyonu üzerinde olumsuz etkiler oluşturduğunu göstermektedir (Jahneke ve ark., 2011).

Bu nedenle çalışma ortamlarında gürültünün kontrol altına alınması ve mümkün olduğunca düşük gürültü seviyesine sahip alanların oluşturulması önem taşımaktadır.

Mekânsal tasarım kararlarının, henüz planlama aşamasında bu çevresel faktörlerle birlikte ele alınması gerekmektedir. Çalışma alanlarının gün ışığından etkin şekilde yararlanacak biçimde düzenlenmesi ve kullanıcıya esneklik sunan çözümlerin geliştirilmesi, konfor ve performans üzerinde olumlu etkiler sağlamaktadır.

Sonuç olarak ergonomik ofis tasarımı; donatı elemanları, mekânsal düzenleme ve çevresel koşulların bütüncül bir yaklaşımla ele alınmasını gerektirmektedir. Bu bütüncül yaklaşım, çalışan sağlığının korunması, bilişsel performansın desteklenmesi ve iş verimliliğinin sürdürülebilir şekilde artırılması açısından kritik öneme sahiptir.

4. ERGONOMİNİN SAĞLIK ETKİLERİ

Ergonomik faktörler, çalışma ortamlarında çalışan sağlığı üzerinde doğrudan belirleyici bir etkiye sahiptir. Özellikle ofis ortamlarında uzun süreli oturma, tekrarlayan hareketler ve statik postürler, kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarının (KİSR) gelişiminde temel risk faktörleri arasında yer almaktadır.

Cochrane veri tabanı kapsamında yer alan derlemeler ve ilgili çalışmalar, işle ilişkili kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarını; çalışma koşullarına bağlı olarak ortaya çıkan ve kas, eklem, tendon ve sinir yapılarında ağrı veya fonksiyon kaybı ile karakterize edilen klinik durumlar olarak tanımlamaktadır. Literatürde KİSR prevalansına ilişkin %20–60 arasında değişen geniş aralıklar bildirilmekte olup, bu farklılığın temelinde yöntemsel ve tanımsal heterojenlikler yer almaktadır (Hoe ve ark., 2018; Ağar ve ark., 2025).

KİSR için ortak ve standart bir tanımın bulunmaması, farklı çalışmaların farklı semptomları değerlendirme kapsamına almasına yol açmaktadır. Bunun yanında bazı araştırmalar verileri öz-bildirim temelli olarak toplarken, bazıları klinik değerlendirmelere dayanmaktadır. Ayrıca çalışma ortamlarının çeşitliliği ve işin niteliğine bağlı maruziyet farklılıkları da elde edilen sonuçların değişkenliğini artırmaktadır (Ağar ve ark., 2025). Bazı çalışmalar belirli anatomik bölgeleri ayrı ayrı incelerken, bazıları üst ekstremité rahatsızlıklarını bütüncül olarak ele almaktadır (Waersted ve ark., 2010). Tüm bu faktörler, KİSR prevalansının literatürde geniş bir aralıkta rapor edilmesine neden olmaktadır.

KİSR gelişiminde uzun süreli statik duruş, tekrarlayan hareketler, yüksek iş yükü ve yetersiz mola süreleri önemli rol oynamaktadır (Hoe ve ark., 2018). Bu bağlamda ergonomik müdahaleler, söz konusu risk faktörlerinin azaltılmasına yönelik temel stratejiler arasında yer almaktadır.

Lee ve ark. (2021) tarafından yapılan bir çalışmada, bireysel antropometrik ölçümlere dayalı iş istasyonu düzenlemelerinin postür ve konforu iyileştirdiği, aynı zamanda kas-iskelet sistemi üzerindeki yüklenmeyi azalttığı gösterilmiştir. Bu tür düzenlemelerin boyun, omuz, üst sırt ve el bileği ağrılarında anlamlı azalma sağladığı bildirilmektedir. Önerilen müdahaleler arasında masa ve koltuk yüksekliğinin bireye göre ayarlanması, monitörün göz hizasında konumlandırılması ve ekipmanların ergonomik yerleşimi yer almaktadır.

Ergonomi eğitimi de bu süreçte önemli bir bileşen olarak öne çıkmaktadır. Ağar ve ark. (2025) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, ergonomi eğitiminin çalışma postürünü değerlendirmeye yönelik RULA (Rapid Upper Limb Assessment) ve ROSA (Rapid Office Strain Assessment) skorlarında iyileşme sağladığı gösterilmiştir. Bununla birlikte, bu etkinin sürdürülebilir olabilmesi için eğitimin fiziksel iş istasyonu düzenlemeleri ile desteklenmesi gerektiği vurgulanmaktadır.

Sonuç olarak, ergonomik müdahaleler ile eğitim programlarının birlikte uygulanması, kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarının önlenmesi ve azaltılmasında daha etkili bir yaklaşım sunmaktadır. Bu bulgular, ergonominin yalnızca fiziksel düzenlemelerle sınırlı kalmayıp, kullanıcı davranışı ve farkındalığını da kapsayan bütüncül bir sistem yaklaşımı olarak ele alınması gerektiğini ortaya koymaktadır.

5. MODERN OFİS YAKLAŞIMLARI

Bilgi ve iletişim teknolojilerindeki gelişmeler, çalışma mekânlarında önemli bir dönüşüme yol açarak geleneksel kapalı ofis düzenlerinden açık planlı ve esnek çalışma sistemlerine geçişi hızlandırmıştır. Bu dönüşümün temelinde, sabit masa anlayışının yerini çalışanların farklı mekânları ihtiyaçlarına göre kullanabildiği “hot-desking” ve hareketli çalışma (workplace mobility) yaklaşımlarının alması yer almaktadır (Göçer ve ark., 2018).

Hot-desking, çalışanlara ait sabit bir çalışma alanının bulunmadığı ve bireylerin ofise geldiklerinde mevcut boş masalardan birini kullanarak çalıştıkları bir sistemdir. Bu model, özellikle sürekli ofiste bulunmayan çalışan profilleri dikkate alınarak mekânsal verimliliği artırmayı ve işletme maliyetlerini azaltmayı amaçlamaktadır (Göçer ve ark., 2018). Genellikle “temiz masa” ilkesi ile birlikte uygulanan bu yaklaşımda, çalışanların kişisel eşyalarını taşınabilir çözümlerle yönetmesi beklenmektedir.

Hareketli çalışma (workplace mobility) ise çalışanların işlerini sabit bir mekâna bağlı kalmadan farklı ortamlarda ve zaman dilimlerinde gerçekleştirebildiği esnek bir çalışma biçimini ifade etmektedir. Bilgi ve iletişim teknolojileri ile desteklenen bu sistem, çalışanlara işlerini nasıl, ne zaman ve nerede yapacakları konusunda daha fazla kontrol ve özerklik sağlamaktadır (Göçer

ve ark., 2018). Bu kapsamda uzaktan çalışma ve ofis dışı çalışma biçimleri de bu yaklaşımın bir parçası olarak değerlendirilmektedir (Appel-Meulenbroek ve ark., 2020).

Esnek çalışma modellerinin önemli bir uygulaması olan aktivite temelli çalışma (Activity-Based Working – ABW) yaklaşımında, çalışanlar gerçekleştirdikleri işin türüne göre farklı mekânsal alanları tercih edebilmektedir. Yoğun dikkat gerektiren görevler için sessiz alanlar, ekip çalışmaları için ortak çalışma alanları ve toplantı odaları gibi farklı mekânsal çözümler bu sistemin temelini oluşturmaktadır (Appel-Meulenbroek ve ark., 2020). Bu düzenlemelerin iletişim ve etkileşimi artırdığı bildirilmekle birlikte, mahremiyet eksikliği, dikkat dağınıklığı ve aidiyet duygusunda azalma gibi olumsuz etkiler de literatürde vurgulanmaktadır (Appel-Meulenbroek ve ark., 2020).

Esnek ofis düzenleri, mekânsal hiyerarşiyi azaltarak daha yatay ve etkileşim odaklı çalışma ortamlarının oluşmasına katkı sağlamaktadır. Ortak alan kullanımının çalışanlar arasında eşitlik algısını güçlendirdiği ve iletişimi artırdığı belirtilmektedir. Bununla birlikte, sabit çalışma alanlarının ortadan kalkması, aidiyet duygusunda azalma gibi psikososyal etkilerle de ilişkilendirilmektedir. Ancak çalışanların zaman içerisinde bu sistemlere uyum sağladığı ve kişisel alan ihtiyacının tamamen ortadan kalkmadığı ifade edilmektedir (Göçer ve ark., 2018). Modern ofislerde ergonomik konforun sağlanmasında akıllı bina sistemleri de önemli bir rol oynamaktadır. Bu sistemler; ısıtma, soğutma, havalandırma ve aydınlatma gibi çevresel parametreleri otomatik olarak düzenleyerek uygun çalışma koşulları oluşturmaktadır (Woo ve ark., 2015). Bununla birlikte, kullanıcıların bu sistemler üzerinde kontrol sahibi olması, ergonomik konfor ve kullanıcı memnuniyeti açısından belirleyici bir unsur olarak öne çıkmaktadır (Göçer ve ark., 2018).

Bu bağlamda ergonomik konfor, yalnızca otomatik sistemler aracılığıyla değil, kullanıcı kontrolü ile desteklenen dinamik bir süreç olarak değerlendirilmelidir. Çalışanların çevresel koşulları kendi ihtiyaçlarına göre ayarlayabilmesi, mekânsal memnuniyet ve performans üzerinde olumlu etkiler sağlamaktadır.

Sonuç olarak modern ofis yaklaşımlarında ergonomi, fiziksel düzenlemelerin ötesine geçerek esneklik, kullanıcı kontrolü ve mekânsal deneyimi kapsayan bütüncül bir yapı olarak ele alınmalıdır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma, ofis ergonomisinin yalnızca fiziksel donatı düzenlemeleri ile sınırlı olmadığını; kullanıcı, mekân ve çevresel faktörlerin bütüncül olarak ele alınmasını gerektiren çok boyutlu bir süreç olduğunu ortaya koymaktadır. Ergonomik uyumun sağlanabilmesi için tasarım

aşamasından itibaren antropometrik ve biyomekanik verilerin dikkate alınması büyük önem taşımaktadır.

Dijitalleşme ile birlikte yaygınlaşan sedanter çalışma biçimi, özellikle boyun, omuz ve sırt bölgelerinde kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarının artışı ile ilişkilidir. Bu durum, ergonominin yalnızca bireysel sağlık açısından değil, aynı zamanda iş verimliliği ve sürdürülebilir performans açısından da kritik bir unsur olduğunu göstermektedir.

Ofis mobilyaları ile kullanıcı özellikleri arasındaki antropometrik uyumsuzluklar; postür bozuklukları, dolaşım problemleri ve uzun vadeli sağlık sorunları ile ilişkilendirilmektedir. Bu nedenle ergonomik tasarımın, sabit standart ölçüler yerine kullanıcı çeşitliliğini dikkate alan ayarlanabilir ve esnek çözümler doğrultusunda geliştirilmesi gerekmektedir.

Ergonomik müdahalelerin etkinliği, kullanıcı farkındalığı ve davranış değişikliği ile doğrudan ilişkilidir. İş istasyonu düzenlemeleri ile ergonomi eğitiminin birlikte uygulanması, kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarının azaltılmasında daha etkili sonuçlar sağlamaktadır. Bununla birlikte, bu etkinin sürdürülebilirliği açısından eğitim programlarının sürekliliği önem arz etmektedir.

Modern ofis yaklaşımlarında ergonomi; esnek çalışma sistemleri ve akıllı bina teknolojileri ile birlikte ele alınmaktadır. Kullanıcıların aydınlatma, sıcaklık ve diğer çevresel koşullar üzerinde kontrol sahibi olması, ergonomik konforu ve çalışma performansını artırmaktadır. Bu durum, ergonominin statik bir düzenleme olmaktan ziyade kullanıcı ile etkileşim içinde gelişen dinamik bir süreç olduğunu göstermektedir.

Bu bulgular doğrultusunda aşağıdaki öneriler sunulmaktadır:

- İş istasyonları, kullanıcıların antropometrik özelliklerine uygun ve ayarlanabilir şekilde tasarlanmalıdır.
- Uzun süreli oturma koşullarında düzenli mola ve esneme egzersizleri teşvik edilmelidir.
- Ergonomi eğitimi programları süreklilik arz edecek şekilde planlanmalıdır.
- Çalışanların kendi çalışma ortamlarını düzenleyebilmeleri için rehberlik ve farkındalık çalışmaları artırılmalıdır.
- Ergonomik tasarım, fiziksel, çevresel ve teknolojik bileşenleri kapsayan bütüncül bir yaklaşımla ele alınmalıdır.

Sonuç olarak, sağlıklı ve verimli bir ofis ortamının oluşturulabilmesi için ergonominin; tasarım, kullanıcı ve teknoloji boyutlarıyla entegre şekilde ele alınması gerekmektedir. Bu bütüncül yaklaşım, çalışan sağlığının korunması ve iş verimliliğinin sürdürülebilir biçimde artırılması açısından kritik öneme sahiptir.

KAYNAKÇA

1. Ağar, A., Yeginoğlu, G., & Kızıltan, B. (2025). The effect of ergonomics training given to office workers on musculoskeletal disorders and working postures. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 31(2), 460–467.
2. Appel-Meulenbroek, R., van der Voordt, T., Aussems, R., Arentze, T., & Le Blanc, P. (2020). Impact of activity-based workplaces on burnout and engagement dimensions. *Journal of Corporate Real Estate*, 22(4), 279–296.
3. ASHRAE. (2020). *Thermal environmental conditions for human occupancy (ANSI/ASHRAE Standard 55-2017 with addenda)*. Atlanta, GA: ASHRAE.
4. Dul, J., & Weerdmeester, B. (2001). *Ergonomics for beginners: A quick reference guide* (2nd ed.). Taylor & Francis.
5. Ger, ., Karahan, E., & İlhan, I. O. (2018). Esnek alışma mekânlarının alışan memnuniyetine etkisinin akıllı bir ofis binası rneğinde incelenmesi. *Megaron*, 13(1), 39–50.
6. Helander, M. (2006). *A guide to human factors and ergonomics* (2nd ed.). CRC Press.
7. Hoe, V. C. W., Urquhart, D. M., Kelsall, H. L., Zamri, E. N., & Sim, M. R. (2018). Ergonomic interventions for preventing work-related musculoskeletal disorders of the upper limb and neck among office workers. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (10), CD008570.
8. Jahncke, H., Hygge, S., Halin, N., Green, A. M., & Dimberg, K. (2011). Open-plan office noise: Cognitive performance and restoration. *Journal of Environmental Psychology*, 31(4), 373–382.
9. Khademi, J., Charkazi, A., Rajabi, A., Rahimifard, H., Sohrabi, M., & Heidari, H. (2025). Musculoskeletal symptoms related to workstation design and anthropometric mismatch among office staff. *Work*, 82(4), 994–1007.
10. Lee, S., de Barros, F. C., de Castro, C. S. M., & de Oliveira Sato, T. (2021). Effect of an ergonomic intervention involving workstation adjustments on musculoskeletal pain in office workers: A randomized controlled trial. *Industrial Health*, 59(2), 78–85.
11. Pheasant, S. (1996). *Bodyspace: Anthropometry, ergonomics and the design of work* (2nd ed.). Taylor & Francis.
12. Waersted, M., Hanvold, T. N., & Veiersted, K. B. (2010). Computer work and musculoskeletal disorders of the neck and upper extremity: A systematic review. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 11, 79.
13. Woo, E. H. C., White, P., & Lai, C. W. K. (2015). Ergonomics standards and guidelines for computer workstation design and their impact on users' health: A review. *Ergonomics*, 59(2), 238–250.
14. World Health Organization. (2010). *WHO guidelines for indoor air quality: Selected pollutants*. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe.

KAYNAK İŞLERİNDE VE SICAK KESME İŞLERİNDE SAĞLIK GÖZETİMİ

Saliha KOÇKAYA

Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı,
Ankara, Türkiye.

ORCID: 0009-0001-3850-8059

Sevilay CANSIZ

Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı,
Ankara, Türkiye.

ORCID: 0009-0009-3589-3260

Dr. Öğr. Üy. Gülsüm ÖZTÜRK EMİRAL

Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Halk Sağlığı Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye.

ORCID: 0000-0001-8781-4127

Prof. Dr. Dilek ÖZTAŞ

Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Halk Sağlığı Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye.

ORCID: 0000-0002-8687-7238

Prof. Dr. Ergün ERASLAN

Mühendislik Ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye.

ORCID: 0000-0002-5667-0391

ÖZET

Kaynak ve sıcak kesme işlemleri metal üretimi ve işlenmesi süreçlerinde yaygın olarak kullanılan yöntemlerdir. Bu işlemler sırasında ortaya çıkan kaynak dumanı, gazlar ve metal partikülleri çalışanların sağlığı açısından önemli riskler oluşturmaktadır. Kaynak dumanı çok ince partiküllerden oluşan bir karışım olup solunum yoluyla vücuda girebilmekte ve çeşitli sağlık sorunlarına yol açabilmektedir. Özellikle solunum sistemi hastalıkları, metal ateşi, nörolojik etkiler ve bazı durumlarda kanser gibi ciddi sağlık problemleri kaynak dumanına uzun süre maruz kalma sonucunda ortaya çıkabilmektedir. Bu nedenle kaynak ve sıcak kesme işlemlerinde çalışanların sağlık durumlarının düzenli olarak izlenmesi büyük önem taşımaktadır.

Bu çalışmanın amacı kaynak ve sıcak kesme işlerinde çalışanların karşılaştığı sağlık risklerini incelemek ve bu risklerin azaltılmasında sağlık gözetimi uygulamalarının önemini ortaya koymaktır. Çalışmada literatür taraması yöntemi kullanılmıştır. Uluslararası iş sağlığı ve güvenliği kuruluşlarının yayımladığı rehberler ve bilimsel çalışmalar incelenerek kaynak dumanının sağlık üzerindeki etkileri ve işyerlerinde uygulanması gereken sağlık gözetimi yöntemleri değerlendirilmiştir.

Elde edilen bulgular kaynak dumanının çalışanların solunum sistemi üzerinde ciddi etkiler yaratabileceğini ve bu nedenle işyerlerinde düzenli sağlık kontrollerinin yapılmasının gerekli olduğunu göstermektedir. Ayrıca etkili havalandırma sistemleri, kişisel koruyucu donanım kullanımı ve çalışanların eğitimi gibi önlemlerin riskleri önemli ölçüde azaltılabileceği belirlenmiştir. Sonuç olarak kaynak ve sıcak kesme işlerinde sağlık gözetimi uygulamaları

meslek hastalıklarının erken teşhisi ve çalışanların sağlığının korunması açısından kritik bir rol oynamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kaynak dumanı, sağlık gözetimi, iş sağlığı ve güvenliği, meslek hastalıkları, sıcak kesme

HEALTH SURVEILLANCE IN WELDING AND HOT CUTTING WORKS

ABSTRACT

Welding and hot cutting processes are widely used methods in metal production and manufacturing industries. During these processes, welding fumes, gases, and metal particles are generated, which pose significant health risks to workers. Welding fumes consist of very fine particles that can enter the body through the respiratory system and may lead to various health problems. Long-term exposure to welding fumes may cause serious health issues such as respiratory diseases, metal fume fever, neurological effects, and in some cases cancer. Therefore, regular monitoring of the health conditions of workers involved in welding and hot cutting operations is of great importance.

The aim of this study is to examine the health risks faced by workers in welding and hot cutting operations and to evaluate the importance of health surveillance practices in reducing these risks. In this study, a literature review method was used. International occupational health and safety guidelines and scientific studies were examined to evaluate the health effects of welding fumes and the health surveillance methods that should be implemented in workplaces.

The findings indicate that welding fumes can have serious effects on the respiratory system of workers and that regular health monitoring in workplaces is necessary. In addition, preventive measures such as effective ventilation systems, the use of personal protective equipment, and worker training can significantly reduce these risks. As a result, health surveillance practices in welding and hot cutting operations play a critical role in the early detection of occupational diseases and in protecting workers' health.

Keywords: Welding fumes, health surveillance, occupational health and safety, occupational diseases, hot cutting

KAYNAK İŞLERİNDE VE SICAK KESME İŞLERİNDE SAĞLIK GÖZETİMİ

1. GİRİŞ

Sanayi sektöründe üretim süreçlerinin temel bileşenlerinden biri olan kaynak ve sıcak kesme işlemleri, teknolojik gelişmelerle birlikte daha yaygın, yoğun ve teknik açıdan daha karmaşık bir hale gelmiştir. Bu işlemler; otomotiv, gemi yapımı, inşaat, enerji ve ağır sanayi başta olmak

üzere birçok sektörde kritik rol oynamakta ve üretim verimliliğinin artırılmasına önemli katkı sağlamaktadır. Ancak bu süreçler sırasında ortaya çıkan fiziksel ve kimyasal risk faktörleri, çalışan sağlığı açısından ciddi ve çok boyutlu tehditler oluşturmaktadır International Labour Organization (ILO, 2021).

Kaynak ve sıcak kesme işlemleri sırasında açığa çıkan kaynak dumanı; metal oksitler, gazlar ve ultrafine partiküllerden oluşan kompleks bir aerosol yapısına sahiptir. Bu dumanın içeriğinde mangan, krom (özellikle altı değerlikli krom [Cr(VI)]), nikel ve çeşitli toksik gazlar yer almakta olup solunum yoluyla vücuda alınarak akut ve kronik sağlık etkilerine neden olabilmektedir. Bu etkiler arasında metal dumanı ateşi, kronik obstrüktif akciğer hastalığı ve nörotoksosite yer almaktadır. Literatürde kaynak dumanına maruziyetin solunum sistemi hastalıkları ve sistemik toksisite ile ilişkili olduğu gösterilmiştir (Antonini et al., 2018; Zeidler-Erdely et al., 2019).

Uluslararası Kanseri Araştırmaları Ajansı (International Agency for Research on Cancer) tarafından 2017 yılında yapılan değerlendirmede, kaynak dumanları Grup 1 kanserojen olarak sınıflandırılmıştır. Bu sınıflama, özellikle uzun süreli mesleki maruziyetin akciğer kanseri riskinde anlamlı artışla ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır. Benzer şekilde, World Health Organization da kaynak dumanına maruziyetin ciddi bir halk sağlığı sorunu olduğunu vurgulamakta ve maruziyetin azaltılmasına yönelik sistematik önlemlerin gerekliliğini belirtmektedir (WHO, 2020).

Bu bağlamda, kaynak ve sıcak kesme işlemlerinde sağlık gözetimi uygulamaları yalnızca mevcut sağlık durumunun izlenmesine yönelik bir kontrol mekanizması olarak değil, aynı zamanda maruziyetin erken dönemde saptanması, meslek hastalıklarının önlenmesi ve çalışan sağlığının sürdürülebilir şekilde korunması amacıyla yapılandırılmış proaktif bir yaklaşım olarak ele alınmalıdır.

2. MARUZİYET TÜRLERİ

2.1 Kimyasal Maruziyetler

Kaynak ve sıcak kesme işlemleri sırasında ortaya çıkan kimyasal maruziyetler, çalışan sağlığı açısından en önemli risk gruplarından birini oluşturmaktadır. Kaynak dumanı; metal oksitler, gazlar ve ultrafine partiküllerden oluşan kompleks bir aerosol olup, bu bileşenler solunum yoluyla distal hava yollarına ve alveoler düzeye kadar ulaşabilmektedir. Bu partiküllerin küçük çaplı olması, sistemik dolaşıma geçiş potansiyelini artırarak çoklu organ etkilerine yol açabilmektedir (Antonini, 2003; IARC, 2018).

Kaynak dumanının içeriğinde sıklıkla mangan (Mn), krom (özellikle altı değerlikli krom [Cr(VI)]), nikel, kurşun ve demir oksitleri gibi metaller yer almakta olup bu ajanlar toksik,

nörotoksik ve kanserojen özellikler göstermektedir. Özellikle Cr(VI) ve nikel bileşikleri güçlü karsinojenler olarak tanımlanmış, mangan maruziyeti ise nörodejeneratif etkiler ile ilişkilendirilmiştir (IARC, 2018; Zeidler-Erdely et al., 2019).

Gaz fazındaki maruziyetler arasında ozon (O₃), azot oksitler (NO_x) ve karbon monoksit (CO) önemli yer tutmaktadır. Bu gazlar solunum yollarında irritasyona, inflamatuvar yanıt ve oksijen taşınmasının bozulmasına neden olabilmektedir. Özellikle karbon monoksit hemoglobine yüksek afinitesi nedeniyle doku hipoksisine yol açarken, ozon ve azot oksitler oksidatif stres mekanizmaları üzerinden akciğer hasarı oluşturmaktadır (CDC, 2020; NIOSH, 2021).

Uzun süreli ve tekrarlayan maruziyet durumunda kronik bronşit, astım, akciğer fibrozisi ve maligniteler dahil olmak üzere geniş bir hastalık spektrumu gelişebilmektedir. Bu nedenle kimyasal maruziyetlerin düzenli izlenmesi, ortam ölçümleri ve biyolojik izlem yöntemleri ile değerlendirilmesi sağlık gözetimi programlarının temel bileşenlerinden biri olarak kabul edilmektedir (Antonini, 2003; WHO, 2021).

2.2 Fiziksel Maruziyetler

Kaynak ve sıcak kesme işlemleri sırasında çalışanlar, yüksek düzeyde fiziksel risk faktörlerine maruz kalmaktadır. Bu faktörler arasında ultraviyole (UV) ve kızılötesi (IR) radyasyon, yüksek sıcaklık, gürültü ve yoğun görünür ışık yer almaktadır.

Kaynak arkı sırasında ortaya çıkan UV radyasyonu, özellikle kornea epitelinde hasara yol açarak fotokeratit (ark gözü) gelişimine neden olmaktadır. Ayrıca UV maruziyeti ciltte eritem, yanık ve uzun vadede deri kanseri riskinde artış ile ilişkilendirilmiştir (OSHA, 2015).

Yüksek gürültü seviyeleri uzun süreli maruziyette sensörinöral işitme kaybına yol açarken, yoğun ışık ve parlama görsel performansı olumsuz etkileyebilmektedir. Ayrıca yüksek ortam sıcaklığı ve radyant ısı maruziyeti, ısı stresi, dehidratasyon ve ısı çarpması gibi ciddi sağlık sorunlarına neden olabilmektedir (ACGIH, 2022; ISO, 2017).

2.3 Ergonomik Maruziyetler

Kaynak ve sıcak kesme işlemleri, çoğunlukla ergonomik açıdan elverişsiz çalışma koşullarında gerçekleştirilmektedir. Dar ve kapalı alanlarda çalışma, tekrarlayıcı hareketler, uzun süre sabit pozisyonda kalma ve zorlayıcı postürler kas-iskelet sistemi üzerinde önemli yük oluşturmaktadır (EU-OSHA, 2021).

Bu tür ergonomik riskler; bel, boyun ve omuz ağrıları başta olmak üzere kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarının gelişmesine neden olmaktadır. Özellikle statik yüklenmeler ve uygunsuz

çalışma pozisyonları, kas yorgunluğunu artırarak kronik ağrı sendromlarına ve fonksiyonel kısıtlılıklara yol açabilmektedir (EU-OSHA, 2021; da Costa & Vieira, 2010).

Uzun vadede bu durumlar iş gücü kaybı, üretkenlik azalması ve yaşam kalitesinde düşüş ile sonuçlanabilmektedir. Bu nedenle ergonomik risklerin değerlendirilmesi, iş istasyonu düzenlemeleri ve çalışan eğitimleri sağlık gözetimi programlarının önemli bir parçası olarak ele alınmalıdır (EU-OSHA, 2021).

3. SAĞLIK GÖZETİMİ

Sağlık gözetimi, çalışanların maruz kaldıkları mesleki risklerin sağlık üzerindeki etkilerini izlemek, erken dönemde meslek hastalıklarını saptamak ve maruziyete bağlı sağlık sonuçlarını önlemek amacıyla yürütülen sistematik ve sürekli bir süreçtir. Bu süreç yalnızca bireysel sağlık değerlendirmelerini değil, aynı zamanda iş ortamındaki tehlikelerin tanımlanması, risk değerlendirmesi ve maruziyet düzeylerinin izlenmesini de kapsamaktadır (ILO, 2021; WHO 2021).

İşe giriş muayeneleri, çalışanların mevcut sağlık durumunun belirlenmesi ve işe uygunluklarının değerlendirilmesi açısından kritik öneme sahiptir. Bu kapsamda ayrıntılı mesleki öykü, fizik muayene ve maruziyet türüne göre hedeflenmiş testler uygulanmalıdır. Özellikle kaynak ve sıcak kesme işlerinde çalışacak bireylerde solunum sistemi değerlendirmesi (spirometri), bazal akciğer grafisi ve gerekli durumlarda nörolojik değerlendirme önerilmektedir. Bu sayede bireysel duyarlılıklar belirlenmekte ve yüksek riskli çalışanlar için koruyucu önlemler planlanabilmektedir (T.C. Resmî Gazete, 2013; NIOSH, 2021).

Periyodik sağlık muayeneleri, çalışanların maruziyet süresi ve düzeyine bağlı olarak belirli aralıklarla tekrarlanmalı ve zaman içindeki sağlık değişimleri izlenmelidir. Özellikle solunum fonksiyon testleri, akciğer hastalıklarının erken tanısında önemli rol oynamaktadır. Ayrıca uzun süreli maruziyeti olan çalışanlarda radyolojik incelemeler ve gerektiğinde ileri tanı yöntemleri kullanılmalıdır. Bu yaklaşım, kronik obstrüktif akciğer hastalığı, mesleki astım ve pnömokonyoz gibi hastalıkların erken evrede saptanmasına olanak sağlamaktadır (CDC, 2020; EU-OSHA, 2021).

Biyolojik izlem uygulamaları, çalışanların vücudunda biriken zararlı maddelerin ölçülmesini sağlayarak maruziyetin doğrudan ve objektif değerlendirilmesine olanak tanımaktadır. Özellikle mangan, krom ve kurşun gibi ağır metallerin kan ve idrar düzeylerinin izlenmesi, toksik etkilerin erken dönemde belirlenmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Bunun yanı sıra karbon monoksit maruziyetinin değerlendirilmesinde karboksihemoglobin düzeyleri de

kullanılabilmektedir. Biyolojik izlem, ortam ölçümleri ile birlikte değerlendirilerek sağlık gözetiminin etkinliğini artırmaktadır (ACGIH, 2022; WHO, 2021).

Sonuç olarak, kaynak ve sıcak kesme işlerinde sağlık gözetimi; işe giriş muayeneleri, periyodik kontroller ve biyolojik izlem uygulamalarını kapsayan çok bileşenli ve proaktif bir yaklaşım olarak ele alınmalıdır. Bu yaklaşım, meslek hastalıklarının önlenmesi, erken tanı ve müdahale süreçlerinin güçlendirilmesi ve çalışan sağlığının sürdürülebilir şekilde korunması açısından temel bir gereklilik olarak değerlendirilmektedir.

4. TÜRKİYE’DE YASAL DÜZENLEMELER

Türkiye’de kaynak ve sıcak kesme işlerinde sağlık gözetimi uygulamaları, temel olarak 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu çerçevesinde düzenlenmektedir. Bu kanun, işverenlere çalışanların sağlık ve güvenliğini koruma yükümlülüğü getirmekte olup, çalışanların işe giriş ve periyodik sağlık muayenelerinin yapılmasını zorunlu kılmaktadır. Ayrıca işverenler, çalışanların maruz kaldıkları risklere uygun sağlık gözetimi programlarını oluşturmak ve sürdürmekle yükümlüdür (T.C. Resmî Gazete, 2012).

Sağlık gözetimine ilişkin uygulamaların detayları, “İşyeri Hekimi ve Diğer Sağlık Personelinin Görev, Yetki, Sorumluluk ve Eğitimleri Hakkında Yönetmelik” ile “İş Sağlığı ve Güvenliği Hizmetleri Yönetmeliği” kapsamında tanımlanmıştır. Bu düzenlemeler doğrultusunda çalışanların sağlık durumlarının izlenmesi, meslek hastalıklarının erken tanısı ve gerekli koruyucu önlemlerin alınması sistematik bir şekilde yürütülmektedir (T.C. Resmî Gazete, 2013).

Kimyasal risklerin yönetimi açısından “Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik” önemli bir yer tutmaktadır. Bu yönetmelik, işyerinde bulunan tehlikeli kimyasalların risk değerlendirmesinin yapılmasını, maruziyet sınır değerlerinin dikkate alınmasını ve çalışanların sağlık gözetiminin bu risklere göre planlanmasını zorunlu kılmaktadır. Ayrıca biyolojik izlem ve ortam ölçümlerinin yapılması da bu kapsamda değerlendirilmektedir (T.C. Resmî Gazete, 2013).

Bunun yanı sıra “İş Hijyeni Ölçüm, Test ve Analizleri Hakkında Yönetmelik”, çalışma ortamındaki fiziksel ve kimyasal etkenlerin ölçülmesine yönelik usul ve esasları belirlemekte olup, maruziyetin objektif olarak değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır. Bu ölçümler, sağlık gözetimi verileri ile birlikte değerlendirilerek çalışanların risk düzeyinin belirlenmesinde önemli rol oynamaktadır (T.C. Resmî Gazete, 2013).

Sonuç olarak Türkiye’de sağlık gözetimi uygulamaları, mevzuat temelli ve çok bileşenli bir yapı arz etmekte olup; risk değerlendirmesi, ortam ölçümleri ve tıbbi izlem süreçlerinin entegre

bir şekilde yürütülmesini zorunlu kılmaktadır. Bu durum, kaynak ve sıcak kesme gibi yüksek riskli işlerde çalışanların korunması açısından kritik bir öneme sahiptir.

5. SONUÇ

Kaynak ve sıcak kesme işlemleri, çalışan sağlığı açısından çok yönlü riskler içeren faaliyetlerdir. Bu nedenle sağlık gözetimi uygulamaları, iş sağlığı ve güvenliği sisteminin temel bir bileşeni olarak ele alınmalıdır. Düzenli sağlık kontrolleri, biyolojik izleme, mühendislik önlemleri ve çalışan eğitimi sayesinde meslek hastalıklarının önlenmesi mümkündür (WHO, 2020).

İşverenlerin yasal yükümlülüklerini yerine getirmesi ve çalışanların bilinçlendirilmesi, sağlıklı ve güvenli bir çalışma ortamı oluşturulmasında kritik rol oynamaktadır. Bu çerçevede sağlık gözlemi yalnızca bir zorunluluk değil, sürdürülebilir iş güvenliği kültürünün temel etkeni olarak değerlendirilmelidir.

KAYNAKLAR

1. ACGIH. (2022). Threshold limit values for chemical substances and physical agents.
2. Antonini, J. M. (2003). Health effects of welding. *Crit Rev Toxicol*, 33(1), 61-103.
3. Antonini, J. M., et al. (2018). Welding fumes: A new Group 1 carcinogen. NIOSH.
4. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). (2020). Welding, cutting, and brazing hazards.
5. da Costa, B. R., & Vieira, E. R. (2010). Risk factors for work-related musculoskeletal disorders. *Occup Environ Med*, 67, 287–92.
6. European Agency for Safety and Health at Work (EU-OSHA). (2021). Work-related musculoskeletal disorders.
7. International Agency for Research on Cancer (IARC). (2018). Welding, Molybdenum Trioxide, and Indium Tin Oxide. IARC Monographs Vol.118. Lyon: IARC.
8. International Labour Organization. (2021). Occupational safety and health management systems.
9. ISO. (2017). ISO 7243. Hot environments—Estimation of heat stress.
10. National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). (2021). Welding fumes and gases. (3. Sağlık Gözetimi bölümündeki National Institute for Occupational Safety and Health, 2021 atfına karşılık gelir.)
11. Occupational Safety and Health Administration (OSHA). (2015). Welding, cutting, and brazing standard.
12. T.C. Resmî Gazete. (2012). 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu. 30.06.2012; Sayı: 28339.
13. T.C. Resmî Gazete. (2013). İş Sağlığı ve Güvenliği Hizmetleri Yönetmeliği. 29.12.2012; Sayı: 28512
14. World Health Organization (WHO). (2020). Occupational health: Welding fumes.
15. World Health Organization (WHO). (2021). Occupational health: welding fumes. World Health Organization (WHO). (2021). Occupational health: workers' health surveillance.
16. Zeidler-Erdely, P. C., et al. (2019). Welding fumes and lung disease. *Toxicol Appl Pharmacol*, 372, 52-60

TÜRKİYE’DE HEMŞİRE İŞGÜCÜ KAPASİTESİNİN İNCELENMESİ

Ebru GÖKOĞLAN

Sultanbeyli Devlet Hastanesi, Kalite ve Verimlilik Birimi, Sultanbeyli, İstanbul

ORCID: 0000-0002-6567-7050

ÖZET

Hemşire işgücü, sağlık hizmetlerinin etkinliği, erişilebilirliği ve bakım kalitesinin temel belirleyicilerinden biri olup, artan nüfus, sağlık hizmetlerine olan talebin yükselmesi ve hizmet sunum modellerindeki değişim hemşire insan gücü planlamasının önemini artırmaktadır. Bu çalışmanın amacı, Türkiye’de hemşire sayısındaki değişimi nüfus artışı ile birlikte değerlendirmek ve istihdamın kurumsal dağılımındaki dönüşümü ortaya koymaktır. Araştırma, 2014–2024 yıllarına ait resmi verilerin retrospektif ve tanımlayıcı olarak incelenmesine dayanmaktadır. Veriler, T.C. Sağlık Bakanlığı Sağlık İstatistikleri Yıllıkları ile Türkiye İstatistik Kurumu Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi sonuçlarından elde edilmiştir. Toplam hemşire sayıları, istihdamın kurumsal dağılımı (Sağlık Bakanlığı, üniversite ve özel sektör) ve 100.000 kişiye düşen hemşire sayıları değerlendirilmiş; yıllık artış oranları hesaplanarak dönemsel değişim eğilimleri analiz edilmiştir. Bulgulara göre, Türkiye’de toplam hemşire sayısı 2014 yılında 142.432 iken 2024 yılında 264.857’ye yükselmiş ve %85,9 oranında artış göstermiştir. Aynı dönemde 100.000 kişiye düşen hemşire sayısı 183,3’ten 309,2’ye çıkarak %68,6 oranında artmıştır. Yıllık artış oranının en yüksek olduğu yıllar %14,7 ile 2018 ve 2020 olurken, en düşük artış %0,1 ile 2016 yılında gerçekleşmiştir. Kurumsal dağılım incelendiğinde, Sağlık Bakanlığı bünyesindeki hemşirelerin toplam içindeki payının %54,6’dan %71,7’ye yükseldiği belirlenmiştir. Sonuç olarak, Türkiye’de hemşire işgücünde önemli bir niceliksel artış olmakla birlikte, yıllık artış hızlarındaki dalgalanmalar ve nüfus artışı dikkate alındığında sürdürülebilir ve dengeli bir insan gücü planlamasına ihtiyaç devam etmektedir; niceliksel artışın hizmet kalitesi, uzmanlaşma ve çalışma koşullarının iyileştirilmesi ile desteklenmesi gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Hemşirelik, Hemşirelik Yönetimi, İşgücü Planlaması, Sağlık İstatistikleri, Sağlık Politikası

EXAMINATION OF NURSING WORKFORCE CAPACITY IN TURKEY

ABSTRACT

The nursing workforce is a key determinant of the effectiveness, accessibility, and quality of healthcare services. Increasing population, rising demand for healthcare, and changes in service delivery models have further emphasized the importance of nursing workforce planning. The aim of this study is to evaluate the change in the number of nurses in Turkey in relation to population growth and to reveal the transformation in the institutional distribution of employment. This study is based on a retrospective and descriptive analysis of official data from 2014 to 2024. Data were obtained from the Health Statistics Yearbooks published by the Ministry of Health of the Republic of Turkey and the Address-Based Population Registration System results of the Turkish Statistical Institute. The total number of nurses, institutional distribution of employment (Ministry of Health, universities, and private sector), and the number of nurses per 100,000 population were examined; annual growth rates were calculated and periodical trends were analyzed. According to the findings, the total number of nurses in Turkey increased from 142,432 in 2014 to 264,857 in 2024, representing an 85.9% increase. During the same period, the number of nurses per 100,000 population rose from 183.3 to 309.2, an increase of 68.6%. The highest annual growth rates were observed in 2018 and 2020 (14.7%), while the lowest growth rate was recorded in 2016 (0.1%). In terms of institutional distribution, the proportion of nurses employed by the Ministry of Health increased from 54.6% to 71.7%. In conclusion, although there has been a significant quantitative increase in the nursing workforce in Turkey, fluctuations in annual growth rates and population dynamics indicate the need for sustainable and balanced workforce planning; quantitative growth should be supported by improvements in quality of care, specialization, and working conditions.

Keywords: Nursing, Nursing Management, Workforce Planning, Health Statistics, Health Policy.

1.GİRİŞ

Sağlık sistemlerinin başarısı, yeterli sayı ve niteliğe sahip insan kaynağına bağlıdır; bu bağlamda hemşire istihdamı, sistemin işlevselliğini belirleyen temel unsurlardan biri olarak kabul edilmektedir (World Health Organization [WHO], 2020). Bu kaynağın en büyük profesyonel grubunu oluşturan hemşireler, hasta bakımı ve güvenliğinde kritik bir rol üstlenmektedir. Uluslararası literatür; hemşire başına düşen hasta sayısının ideal seviyelerde tutulmasının tıbbi hataları azalttığını ve bakım kalitesini doğrudan artırdığını kanıtlamıştır (De

Raeve ve ark., 2025; Lasater ve ark., 2025; Needleman ve ark., 2011). Bu doğrultuda Dünya Sağlık Örgütü, sağlık sistemlerinin dayanıklılığını artırmak adına üye ülkelere hemşirelik işgücüne stratejik yatırım yapmalarını tavsiye etmektedir (WHO, 2020).

Türkiye, son 11 yılda demografik dönüşüm ve sağlık hizmetlerine erişimin genişlemesiyle birlikte hemşire istihdamını stratejik bir öncelik haline getirmiştir. 2014-2024 yılları arasındaki veriler incelendiğinde, Türkiye'deki hemşire sayısının nüfus artış hızından daha yüksek bir ivmeyle yükseldiği görülmektedir (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024, 2025). Ancak bu niceliksel artışa rağmen, 100.000 kişiye düşen hemşire sayısı bakımından Türkiye'nin hâlâ Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü (OECD) ortalamalarının gerisinde seyretmesi, işgücü planlamasının kritik önemini koruduğunu göstermektedir (OECD, 2023).

Bu çalışmanın amacı; 2014-2024 yılları arasında Türkiye'deki toplam hemşire sayısını, nüfus artışıyla korelasyonunu ve bu istihdamın kurumlar (Sağlık Bakanlığı, Üniversite, Özel) bazındaki dağılımını analiz etmektir. Söz konusu süreçteki değişimlerin incelenmesi, mevcut durumun saptanmasının yanı sıra gelecekteki sağlık işgücü projeksiyonlarına ışık tutması açısından büyük önem taşımaktadır.

2.MATERYAL VE YÖNTEM

Bu araştırma, Türkiye'de 2014–2024 yılları arasındaki hemşire işgücü kapasitesindeki değişimi inceleyen retrospektif ve tanımlayıcı nitelikte bir çalışmadır. Araştırmanın veri seti; T.C. Sağlık Bakanlığı tarafından yayımlanan “Sağlık İstatistikleri Yıllıkları” ile Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından paylaşılan “Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi” verilerinden derlenmiştir. Çalışma kapsamında hemşire sayılarının kurumsal bazdaki dağılımı (Sağlık Bakanlığı, Üniversite ve Özel Sektör) karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. İlgili yıllara ait nüfus verileri kullanılarak “100.000 kişiye düşen hemşire sayısı” ve yıllık artış oranları hesaplanmıştır.

3.BULGULAR VE TARTIŞMA

Türkiye'de 2014-2024 yılları arasındaki hemşire işgücü kapasitesinin gelişimi incelendiğinde; 2014 yılında 142.432 olan toplam hemşire sayısının 2024 yılında 264.857'ye yükseldiği ve toplam işgücünde %85,9 oranında bir büyüme gerçekleştiği görülmektedir. Aynı dönemde 100.000 kişiye düşen hemşire sayısı 183,3'ten 309,2'ye çıkmış; nüfus artışıyla birlikte değerlendirildiğinde bu göstergedeki net artış %68,6 olarak hesaplanmıştır (Tablo 1). Bu veriler, Türkiye'nin sağlık vizyonu ve demografik gereksinimleri doğrultusunda sağlık insan kaynağının güçlendirilmesinde önemli bir ilerleme kaydedildiğini kanıtlamaktadır (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2015, 2025). Bununla birlikte, ulaşılan bu rakamın hâlâ OECD ortalaması olan

yaklaşık 900 hemşire/100.000 kişi düzeyinin gerisinde seyretmesi, niceliksel açığın kritik önemini koruduğunu ve mevcut personel üzerinde iş yükü ile tükenmişlik riskini tetikleyebileceğini göstermektedir (Atalay ve Çakırel, 2022; OECD, 2023; Soydaş ve Harmancı Seren, 2023).

Tablo 1. Yıllara Göre Hemşire Sayıları ve Artış Oranları

Yıl	Nüfus	Toplam Hemşire Sayısı	Hemşire Sayısı Yıllık Artış Oranı	100.000 Kişiye Düşen Hemşire Sayısı
2014	77.695.904	142.432	—	183,3
2015	78.741.053	152.803	%7,3	194,1
2016	79.814.871	152.952	%0,1	191,6
2017	80.810.525	166.142	%8,6	205,6
2018	82.003.882	190.499	%14,7	232,3
2019	83.154.997	198.103	%4,0	238,2
2020	83.614.362	227.292	%14,7	271,8
2021	84.680.273	232.442	%2,3	274,5
2022	85.279.553	243.565	%4,8	285,6
2023	85.372.377	248.287	%1,9	290,9
2024	85.664.944	264.857	%6,7	309,2

Kaynak: T.C. Sağlık Bakanlığı ve TÜİK verilerinden derlenmiştir.

Sektörel dağılım verileri, kamusal istihdamın toplam işgücü içerisindeki ağırlığının belirgin biçimde arttığını ortaya koymaktadır. Sağlık Bakanlığı bünyesinde çalışan hemşire sayısı 2014 yılında 77.876 (%54,67) iken, 2024 yılında 190.113'e (%71,78) ulaşmıştır (Tablo 2). Bu stratejik genişleme, On İkinci Kalkınma Planı (2024–2028) hedefleriyle tam uyum göstermektedir (Strateji ve Bütçe Başkanlığı, 2023). Buna karşın üniversite hastanelerindeki hemşire sayısının 28.228'den 37.307'ye yükselerek (toplam payın %19,82'den %14,09'a gerilemesiyle) görece sınırlı bir artış sergilemesi, üçüncü basamak hizmet sunumu ve klinik eğitim kapasitesi açısından bir risk faktörü olarak değerlendirilebilir. Bu bağlamda; üniversite hastanelerindeki hemşire açığını kapatmak ve klinik eğitim kalitesini korumak amacıyla, bu kurumlara özel kadro ve özlük hakları düzenlemelerinin yapılması büyük önem taşımaktadır (Cho ve ark., 2023; Özşahin ve Öztürk, 2024).

Tablo 2. Hemşire Sayılarının Sektörel Dağılımı

Yıl	Toplam Hemşire Sayısı	Sağlık Bakanlığı		Üniversite		Özel	
		Sayı	Yüzde	Sayı	Yüzde	Sayı	Yüzde
2014	142.432	77.876	54,68	28.228	19,82	29512	20,72
2015	152.803	101.722	66,57	22.256	14,57	28555	18,69
2016	152.952	103.507	67,67	22.650	14,81	26.795	17,52
2017	166.142	112.074	67,46	24.261	14,60	29.807	17,94
2018	190.499	126.891	66,61	29.263	15,36	34345	18,03
2019	198.103	132.333	66,80	31.324	15,81	34.446	17,39
2020	227.292	156.205	68,72	35.014	15,40	36.073	15,87
2021	232.442	155.588	66,94	37.021	15,93	39.833	17,14
2022	243.565	169.588	69,63	36.918	15,16	37.059	15,22
2023	248.287	177.767	71,60	36.875	14,85	33.645	13,55
2024	264.857	190.113	71,78	37.307	14,09	37.437	14,13

Kaynak: T.C. Sağlık Bakanlığı ve TÜİK verilerinden derlenmiştir.

Yıllık artış hızlarındaki dalgalanmalar ise sağlık sisteminin dışsal faktörlere ve krizlere verdiği tepkiyi yansıtmaktadır. Özellikle 2018 ve 2020 yıllarında kaydedilen %14,7'lik rekor büyüme oranları, hem kamu sağlık yatırımlarının hızlanması hem de COVID-19 pandemisinin yarattığı acil personel ihtiyacıyla doğrudan ilişkilidir. Pandemi süreci, hemşirelik mesleğinin sağlık sisteminin "omurgası" olduğunu ve kriz anlarında stratejik bir güç teşkil ettiğini bir kez daha doğrulamıştır (WHO, 2020). Özel sektördeki hemşire sayısının 2021-2023 yılları arasındaki dalgalı seyri ve 2023'teki düşüş eğilimi ise, kamu sektöründeki özlük hakları iyileştirmelerinin yarattığı cazibe ile sektörler arası personel geçişlerinin bir sonucu olarak yorumlanabilir (Sobacı, 2022).

Sonuç olarak, Türkiye’de son on yılda sağlanan niceliksel artış küresel eğilimlerle paralellik gösterse de, sürdürülebilir bir işgücü planlaması için yalnızca sayısal artışın yeterli olmayacağı düşünülmektedir. Sistemin dayanıklılığı; hemşire başına düşen hasta yükünün azaltılması, uzmanlaşma alanlarının güçlendirilmesi ve çalışma koşullarının iyileştirilmesi ile doğrudan ilişkilidir (Cho ve ark., 2023; International Council of Nurses [ICN], 2021; Lasater ve ark., 2025).

SONUÇLAR

Bu çalışma, Türkiye’de 2014–2024 döneminde hemşire işgücü kapasitesinin nüfus artış hızını aşarak stratejik bir genişleme gösterdiğini ortaya koymaktadır. 100.000 kişiye düşen hemşire sayısının 183,3’ten 309,2’ye yükselmesi (%68,6 artış), sağlık sisteminin bakım kapasitesinde belirgin bir güçlenmeye işaret etmektedir. Ancak yıllık büyüme oranlarının 2018 ve 2020’de %14,7 ile zirveye ulaşmasına karşın 2016’da %0,1’e gerilemesi, insan gücü planlamasının dönemsel ve yapısal faktörlerden etkilenebildiğini göstermektedir. Kamu istihdam payının %71,78 seviyesine ulaşması, sağlık hizmet sunumunun ana omurgasının kamu tarafından taşındığını teyit etmektedir.

Bu bulgular doğrultusunda, hemşire istihdam planlamasının kısa vadeli dalgalanmalardan arındırılmış, öngörülebilir ve sürdürülebilir bir yapıya kavuşturulması gerekmektedir. OECD ortalamalarını hedefleyen uzun vadeli projeksiyonların geliştirilmesi, üniversite hastanelerine yönelik stratejik kadro güçlendirmesi ve niceliksel artışın uzmanlaşma ile desteklenmesi, bakım kalitesinin kalıcı biçimde artırılması açısından kritik görülmektedir.

KAYNAKLAR

- Atalay, M., & Çakırel, Y. (2022). Sağlık sektörü çalışanlarında iş yükü, iş tatmini ve tükenmişlik durumunun incelenmesi. *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 20(1), 431-463.
- Cho, D. D., Bretthauer, K. M., & Schoenfelder, J. (2023). Patient-to-nurse ratios: Balancing quality, nurse turnover, and cost. *Health Care Management Science*, 26(4), 807-826.
- De Raeve, P., Vanpoecke, H., Ballotta, M., Xyrichis, A., DeJonghe, Y., & Žilić, I. (2025). Strengthening healthcare through safe staffing levels: A European policy perspective on safe nurse-to-patient ratios and workforce sustainability. *International Journal of Nursing Care*, 5, 1-12.
- International Council of Nurses. (2021). The global nursing shortage and nurse retention. ICN.
- Lasater, K. B., Brom, H., Aiken, L. H., & McHugh, M. D. (2025). Are minimum nurse-to-patient staffing ratios needed in hospitals? An observational study in British Columbia, Canada. *BMJ Open*, 15(7), Article e099358.
- Needleman, J., Buerhaus, P., Pankratz, V. S., Leibson, C. L., Stevens, S. R., & Harris, M. (2011). Nurse staffing and inpatient hospital mortality. *The New England Journal of Medicine*, 364(11), 1037-1045.
- OECD. (2023). Health at a glance 2023: OECD indicators. OECD Publishing.
- Özşahin, F., & Öztürk, Z. (2024). Özel ve kamu hastanelerinde stratejik insan kaynakları yönetimi ve çalışan performansı ilişkisi. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 13(1), 341-350.
- Sobacı, F. (2022). Sağlık çalışanları gözünden özel sektör ve kamu sektörü karşılaştırması: COVID-19 ekseninde nitel bir araştırma. *Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 2(3), 275-289.
- Soydaş, K., & Harmancı Seren, A. K. (2023). Dünyadaki bazı ülkelerde ve Türkiye’de hemşire istihdamı. *Sağlık ve Hemşirelik Yönetimi Dergisi*, 10(1), 128-133.
- Strateji ve Bütçe Başkanlığı. (2023). On ikinci kalkınma planı (2024-2028). T.C. Cumhurbaşkanlığı.
- T.C. Sağlık Bakanlığı. (2015). Sağlık istatistikleri yılı 2014. Sağlık Bakanlığı Yayınları.
- T.C. Sağlık Bakanlığı. (2016). Sağlık istatistikleri yılı 2015. Sağlık Bakanlığı Yayınları.
- T.C. Sağlık Bakanlığı. (2017). Sağlık istatistikleri yılı 2016. Sağlık Bakanlığı Yayınları.
- T.C. Sağlık Bakanlığı. (2018). Sağlık istatistikleri yılı 2017. Sağlık Bakanlığı Yayınları.
- T.C. Sağlık Bakanlığı. (2019). Sağlık istatistikleri yılı 2018. Sağlık Bakanlığı Yayınları.
- T.C. Sağlık Bakanlığı. (2020). Sağlık istatistikleri yılı 2019. Sağlık Bakanlığı Yayınları.

- T.C. Sağlık Bakanlığı. (2021). Sağlık istatistikleri yılığı 2020. Sağlık Bakanlığı Yayınları.
T.C. Sağlık Bakanlığı. (2022). Sağlık istatistikleri yılığı 2021. Sağlık Bakanlığı Yayınları.
T.C. Sağlık Bakanlığı. (2023). Sağlık istatistikleri yılığı 2022. Sağlık Bakanlığı Yayınları.
T.C. Sağlık Bakanlığı. (2024). Sağlık istatistikleri yılığı 2023. Sağlık Bakanlığı Yayınları.
T.C. Sağlık Bakanlığı. (2025). Sağlık istatistikleri yılığı 2024. Sağlık Bakanlığı Yayınları.
Türkiye İstatistik Kurumu. (2024). Adrese dayalı nüfus kayıt sistemi sonuçları 2014-2024. TÜİK.
World Health Organization. (2020). State of the world's nursing 2020: Investing in education, jobs and leadership. World Health Organization.

ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNİN ÇEVRE SAĞLIĞI OKURYAZARLIKLARI İLE EKOLOJİK AYAK İZİ FARKINDALIKLARI ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ

Rabia GÜZELOĞLU

Mersin University, Fourth-year nursing student at Faculty of Nursing, Yenişehir Mersin

ORCID: 0009-0007-4611-8361

Yağmur KIRCILI

Mersin University, Fourth-year nursing student at Faculty of Nursing, Yenişehir Mersin

ORCID: 0009-0003-1706-6110

Seher GÜRDİLYILMAZ

Mersin University, Faculty of Nursing, Yenişehir Mersin

ORCID: 0000-0001-6528-9448

ÖZET

Amaç: Çalışma üniversite öğrencilerinin çevre sağlığı okuryazarlık düzeylerini ve ekolojik ayak izi farkındalıklarını belirlemeyi ve bu iki temel değişken arasındaki ilişkiyi analiz etmeyi amaçlamaktadır.

Metod: Çalışma bir üniversitede eğitim gören önlisans ve lisans öğrencileri ile Nisan-Haziran 2025 tarihleri arasında yüz yüze gerçekleştirildi. Çalışmanın verileri, sosyodemografik özellikler formu, Ekolojik Ayak İzi Farkındalık Ölçeği ve Çevre Sağlığı Okur Yazarlığı Ölçeği ile toplandı. Çalışmanın yürütülmesi için gerekli etik, kurum ve katılımcı izinleri alındı.

Bulgular: Katılımcıların yaş ortalaması $21,03 \pm 3,78$ olarak saptanmıştır. %62,6'sinin ($n=626$) kadın, %37,4'ünün ($n=374$) ise erkek olduğu görülmektedir. Katılımcıların Çevre Sağlığı Okuryazarlığı Ölçeği toplam puan medyanı 95,00'dir. Ölçeğin alt boyut medyan değerleri ele alındığında; bilgi alt boyutunun 26,00, sağlık etkileri farkındalığı alt boyutunun 22,00, çevresel maruziyet algısı alt boyutunun 16,00 ve davranış alt boyutunun 32,00 olduğu saptanmıştır. Bu değerler, katılımcıların çevre sağlığı okuryazarlığı düzeylerinin ölçek ortalamasının üzerinde ve yüksek bir seviyede olduğunu göstermektedir. Ekolojik Ayak İzi Farkındalık Ölçeği toplam puanı incelendiğinde, medyan değerinin 121,00 olduğu belirlenmiştir. Ölçeğin alt boyutlarına yönelik analizlerde; enerji 34,00, yasalar 17,00, geri dönüşüm 20,00, ulaşım 20,00, gıda 16,00 ve su tüketimi 16,00 medyan puanı aldıkları belirlenmiştir. Elde edilen bulgular, öğrencilerin ekolojik ayak izi farkındalıklarının genel olarak oldukça yüksek bir düzeyde seyrettiğine işaret etmektedir. Katılımcıların ekolojik ayak izi farkındalık puanları ile çevre sağlığı okuryazarlığı toplam puanları arasında pozitif yönlü, orta düzeyde ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğu saptanmıştır ($r_s=,403$; $p<,001$). Bu bulgu, bireylerin ekolojik ayak izi konusundaki farkındalıkları arttıkça, çevre sağlığına yönelik okuryazarlık düzeylerinin de anlamlı bir şekilde artış gösterdiğine işaret etmektedir.

Sonuç: Üniversite öğrencilerinin çevre sağlığı okuryazarlığı ve ekolojik ayak izi farkındalıklarının yüksek düzeyde olduğu belirlenmiş olup, ekolojik farkındalık düzeyi arttıkça çevre sağlığı okuryazarlığının da anlamlı şekilde yükseldiği saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Ekolojik ayak izi, çevre sağlığı, öğrenci,

**Bu çalışma TÜBİTAK 2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projesi Destekleme Programı Kapsamında Destek Almıştır.*

INVESTIGATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN ENVIRONMENTAL HEALTH LITERACY AND ECOLOGICAL FOOTPRINT AWARENESS AMONG UNIVERSITY STUDENTS

ABSTRACT

Objective: This study aims to determine the environmental health literacy levels and ecological footprint awareness of university students and to analyze the relationship between these two key variables.

Method: The study was conducted face-to-face with associate and undergraduate students studying at a university between April and June 2025. Data were collected using a sociodemographic characteristics form, the Ecological Footprint Awareness Scale, and the Environmental Health Literacy Scale. Necessary ethical, institutional, and participant permissions were obtained for conducting the study.

Results: The mean age of the participants was determined to be 21.03 ± 3.78 . 62.6% (n=626) were female and 37.4% (n=374) were male. The median total score on the Environmental Health Literacy Scale for the participants was 95.00. When the median values of the sub-dimensions of the scale were considered, it was determined that the Knowledge sub-dimension was 26.00, the Health Effects Awareness sub-dimension was 22.00, the Environmental Exposure Perception sub-dimension was 16.00, and the Behavior sub-dimension was 32.00. These values indicate that participants' environmental health literacy levels are above the scale average and at a high level. When the total score of the Ecological Footprint Awareness Scale was examined, the median value was determined to be 121.00. In the analyses of the sub-dimensions of the scale, it was determined that Energy received a median score of 34.00, Laws 17.00, Recycling 20.00, Transportation 20.00, Food 16.00, and Water Consumption 16.00. The findings indicate that students' awareness of their ecological footprint is generally at a very high level. A positive, moderate, and statistically significant correlation was found between participants' ecological footprint awareness scores and their total environmental health literacy

scores ($r_s=,403$; $p<,001$). This finding suggests that as individuals' awareness of their ecological footprint increases, their level of environmental health literacy also increases significantly.

Conclusion: University students were found to have a high level of environmental health literacy and ecological footprint awareness, and it was determined that as the level of ecological awareness increased, environmental health literacy also increased significantly.

Keywords: Ecological footprint, environmental health, student,

SUSTAINABLE ENVIRONMENTAL INNOVATIONS: LINKING NATURAL SCIENCES, TECHNOLOGY, AND PSYCHOLOGICAL WELL-BEING

MSc. Selvije LAJQI

Faculty of Management in Tourism, Hospitality and Environment, University “Haxhi Zeka”Pejë, UÇK
30000, Pejë, Kosovo

ORCID: 0009-0001-8777-7028

BSc.Florinda VOKSHI

Faculty of Applied Business Sciences

Diana VOKSHI

Faculty of Psychology University for Business and Technology (UBT) Kalabria Neighborhood, 10000
Prishtina, Kosovo

ABSTRACT

Introduction/Problem: Rapid environmental degradation and climate change pose significant risks to both ecological systems and human psychological well-being. Despite technological advances, the integration of sustainable practices with mental health outcomes remains underexplored.

Aim: This study aims to examine how sustainable environmental innovations can bridge natural sciences, technology, and psychological well-being to improve quality of life.

Methodology: A systematic literature review was conducted, analyzing recent studies on renewable energy, green infrastructure, waste management, and their psychological impacts. Interdisciplinary approaches were emphasized to understand complex interactions between environmental and human health factors.

Findings: Results indicate that adopting innovative environmental technologies reduces environmental stressors and promotes psychological resilience. Communities engaging with sustainable practices reported higher subjective well-being, improved ecological awareness, and stronger adaptive capacities to environmental challenges.

Conclusion: Integrating environmental innovation with technological solutions and psychological support offers a holistic approach to sustainable development, benefiting both ecosystems and human health.

Originality and Value: This study uniquely links natural sciences, technology, and mental health outcomes, providing actionable insights for policymakers, educators, and researchers seeking interdisciplinary strategies for sustainability.

Keywords: Sustainable innovation, green technology, psychological well-being, natural sciences, environmental management

KANSER ARAŞTIRMALARINDA TÜMOROİD TABANLI YAKLAŞIMLARIN AVANTAJLARI VE DEZAVANTAJLARI

Doç. Dr. Erhan ŞENSOY

Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Ebelik Bölümü, Yunus Emre
Kampüsü, KARAMAN

ORCID: 0000-0003-2989-459X

ÖZET

Kanser; genetik çeşitlilik, hücresel heterojenite ve dinamik tümör mikroçevresi ile karakterize edilen kompleks bir hastalıktır. İki boyutlu hücre kültürleri ve hayvan modelleri kanser biyolojisinin anlaşılmasına önemli katkılar sağlamış olsa da tümörlerin üç boyutlu yapısını, hücre-hücre ve hücre-matriks etkileşimlerini ve bireysel tedavi yanıtlarını yeterince yansıtmakta yetersiz kalmıştır. Bu durum, klinik başarı oranlarının düşmesine ve ilaç geliştirme süreçlerinin uzamasına yol açmaktadır. Hastadan elde edilen tümör dokularından üretilen üç boyutlu kültür modelleri olan tümoroidler, tümörün histolojik, genetik, epigenetik ve fonksiyonel özelliklerini büyük ölçüde koruyarak gerçekçi bir in vitro model sunar. Kişiselleştirilmiş onkolojik uygulamalarda güçlü bir araç olarak bilinen tümoroidler sayesinde tedavi hastaya özgü modeller üzerinde gerçekleştirilebildiği gibi hücresel proliferasyon, canlılık, apoptoz ve moleküler yanıt gibi parametreler de analiz edilebilir. En uygun terapötik stratejinin belirlenmesine katkı sağlayan bu yöntem, tedavi öncesi ve sonrası elde edilen örneklerin karşılaştırılmasına, ikinci basamak tedavi planlarının oluşturulmasına ve ilaç direncinin moleküler mekanizmalarının ortaya konmasına da olanak tanır. Tümoroidler ilaç geliştirme sürecinde moleküler etkinlik ve toksisite değerlendirmelerinde daha güvenilir sonuçlar sunarak doza bağlı etkilerin analiz edilebilmesini sağlar. Bu yöntemle metastaz potansiyeli, biyobelirteçler ve tümör mikroçevresi etkileşimleri de belirlenebilir. Bununla birlikte, tümoroid modellerinin bazı biyolojik ve teknik sınırlılıkları vardır. Vasküler yapıların temsil edilememesi, immün hücreler ve stromal bileşenler gibi nedenlerle mikroçevrenin modellenmesi bu sınırlılıkların en önemlileri arasında gelmektedir. Üretim sürecinin maliyetli ve zaman alıcı olması, bazı tümör tiplerinde düşük kültür başarıları ve laboratuvarlar arası standardizasyon farkı da diğer önemli kısıtlılıklar olarak sıralanabilir. Klasik histolojik yaklaşımların ötesine geçen tümoroidler; kanserin dinamik, fonksiyonel ve hasta özgü düzeyde anlaşılmasına katkı sağlayan güçlü biyomodel sistemlerdir. Gelecekte dijital analiz teknolojilerinin gelişimi, mikroçevresel bileşenlerin entegrasyonu ve biyomühendislik uygulamaları sayesinde tümoroidlerin klinik onkolojide daha yaygın ve etkin olarak

kullanılması muhtemeldir. Sunulan çalışmanın amacı, kanser araştırmalarında yenilikçi bir model olarak öne çıkan tümöröidleri bilimsel ve klinik boyutlarıyla incelemek, avantaj ve dezavantajlarını güncel çalışmalar ışığında değerlendirmektir.

Anahtar Kelimeler: Tümöröid; Üç boyutlu hücre kültürü; Kişiselleştirilmiş onkoloji; Tümör mikroçevresi; İlaç geliştirme.

ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF TUMOROID-BASED APPROACHES IN CANCER RESEARCH

ABSTRACT

Cancer is a complex disease characterized by genetic diversity, cellular heterogeneity, and a dynamic tumor microenvironment. While two-dimensional cell cultures and animal models have made significant contributions to understanding cancer biology, they have been insufficient in adequately reflecting the three-dimensional structure of tumors, cell-cell and cell-matrix interactions, and individual treatment responses. This leads to lower clinical success rates and longer drug development processes. Tumoroids, three-dimensional culture models produced from tumor tissues obtained from patients, offer a realistic in vitro model by largely preserving the histological, genetic, epigenetic, and functional characteristics of the tumor. Known as a powerful tool in personalized oncological applications, tumoroids allow treatment to be performed on patient-specific models, and parameters such as cellular proliferation, viability, apoptosis, and molecular response can also be analyzed. This method, which contributes to determining the most appropriate therapeutic strategy, also allows for the comparison of pre- and post-treatment samples, the creation of second-line treatment plans, and the elucidation of molecular mechanisms of drug resistance. Tumoroids provide more reliable results in molecular efficacy and toxicity assessments during the drug development process, enabling the analysis of dose-dependent effects. Metastatic potential, biomarkers, and tumor microenvironment interactions can also be determined using this method. However, tumoroid models have some biological and technical limitations. The inability to represent vascular structures and the modeling of the microenvironment due to factors such as immune cells and stromal components are among the most important of these limitations. The costly and time-consuming production process, low culture success in some tumor types, and differences in standardization between laboratories are other significant limitations. Going beyond classical histological approaches, tumoroids are powerful biomodel systems that contribute to understanding cancer at the dynamic, functional, and patient-specific levels. In the future,

advancements in digital analysis technologies, integration of microenvironmental components, and bioengineering applications are likely to lead to more widespread and effective use of tumorioids in clinical oncology. The aim of this study is to examine tumorioids, which stand out as an innovative model in cancer research, from both scientific and clinical perspectives, and to evaluate their advantages and disadvantages in light of current research.

Keywords: Tumoroid, Three-dimensional cell culture, Personalized oncology, Tumor microenvironment, Drug development.

1. GİRİŞ

Heterojen yapısı, bireyler arası biyolojik farklılıkları ve dinamik tümör mikroçevresi nedeniyle kanser, modern tıbbın en karmaşık hastalıkları arasında yer almaktadır. Hayvan modelleri ve geleneksel iki boyutlu hücre kültürleri kanser biyolojisinin anlaşılmasına önemli katkılar sağlamış olmakla birlikte; bu modeller insan tümörlerinin hücresel çeşitliliğini ve organizasyonunu, tedaviye verdiği yanıtları yeterince yansıtamamakta yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle, translasyonel araştırmalarda klinik başarı oranları düşmekte ve ilaç geliştirme süreçlerinde yüksek maliyetler ve başarısızlıklar göze çarptığı için tümör dokusunun biyolojik yapısını daha iyi temsil edebilen sistemlere ihtiyaç duyulmaktadır. Biyomodel sistemler olan Tümoroidler, hasta kaynaklı tümör hücrelerinin üç boyutlu kültür ortamında kendi kendine organize olmasıyla oluşan ve özgün tümör özelliklerini büyük ölçüde koruyabilir. Bu modeller sayesinde; doku mimarisi, hücresel heterojenite, genetik profil ve tümör mikroçevresine ait özellikler hakkında kapsamlı bilgilere ulaşılabilir (Chen ve ark., 2024). Günümüzde, hasta tümelli modellerin önemi giderek artmakta; bu durum araştırma önceliklerinde de açık biçimde görülmekte ve hasta özgüllüğünü koruyan model sistemlerin kişiselleştirilmiş onkolojideki stratejik rolünü özellikle vurgulanmaktadır.

Bu teknolojinin ayırt edici yönlerinden birisi de, temel araştırmalar ile klinik karar süreçleri arasında işlevsel bir köprü kurabilmesidir. Hastaya özel tümoroid modelleri üzerinde yapılan ilaç yanıt testleri, potansiyel tedavi seçeneklerini öngörmekte ve kişiselleştirilmiş tedavi yöntemlerinin geliştirilmesine katkı sağlamaktadır (Shan ve ark., 2020; Wang ve ark., 2023). Tümoroid sistemleri ayrıca, potansiyel ilaçların klinik öncesi değerlendirilmesinde daha uygun bir test ortamı sunarak ilaç keşfi süreçlerinin doğruluğunu artırmaktadır. Bunun yanı sıra; tümör gelişiminin izlenmesi, biyobelirteç keşfi ve direnç mekanizmalarının anlaşılmasında da öne çıkmaktadır. Bu gelişmeler sayesinde tümoroidler, deneysel bir kültür sistemi ve kanser biyolojisini daha anlaşılır kılan, klinik uygulamaları destekleyen ve kişiselleştirilmiş tıbbın altyapısını güçlendiren yenilikçi bir araştırma aracı olarak nitelendirilmektedir. Tümoroid

temelli yaklaşımlar, kanser araştırmalarının metodolojik çerçevesinin yeniden şekillendirmesinde ve hasta odaklı onkolojik stratejilerin belirlenmesinde kritik bir rol oynamaktadır (Zhao ve ark., 2022).

Kanser araştırmalarının temel laboratuvar modellerinden biri olmaktan çıkıp, klinik onkolojide kişiye özel tedavi planlaması ve ilaç geliştirme süreçlerinde tümöröidler önemli bir görev üstlenmektedir. Klinik uygulamalarda tümöröid kullanımının yoğunlaştığı alanlar arasında; hastaya özgü kanser modelleri oluşturularak tedaviye yanıtın tahmin edilmesi, yeni ilaçların değerlendirilmesi ve biyobelirteçlerin keşfi gelmektedir. Sunulan çalışmanın amacı; tümöröidlerin klinik kullanımlarını, avantajlarını ve sınırlılıklarını güncel çalışmalar ışında detaylandırmaktır.

2. ARAŞTIRMA

2.1. Kişiselleştirilmiş Onkoloji ve Tedavinin Planlaması

Hasta Özgü Modellerin Oluşturulması: Tümöröidler, hastadan alınan doku örneklerinden üretilir. Bireysel tümörün genetik ve histolojik özelliklerini taşıyan bu üç boyutlu modeller sayesinde, hastaya özgü tümör biyolojisi laboratuvar ortamında modellenenir.

İlaç Duyarlılık Testleri: Tümöröidlere hedefe yönelik tedaviler ve farklı kemoterapötik ajanlar uygulanabilir. Bu sayede proliferasyon hızı, hücrel canlılık ve apoptotik aktivite gibi parametrelerin histolojik ve biyokimyasal yöntemlerle değerlendirilmesi sağlanır. Bu durum hangi ilaç tedavisinin daha uygun olacağını tahmin edilebilmesini sağlar (Ma ve ark., 2022; Wang ve ark., 2024).

Tedavi Direncinin Araştırılması: Tümöröidler sayesinde, tedavi öncesi ve sonrası alınan örnekler karşılaştırılarak direnç gelişim mekanizmaları moleküler ve histolojik düzeyde incelenebilir. Bu durum ikinci basamak tedavi stratejilerinin en doğru şekilde planlanmasına yardımcı olur (Ebrahimnezhad ve ark., 2025).

2.2. İlaç Geliştirme ve Dozajın Belirlenmesi

İlaç Adaylarının Test Edilmesi: Yeni geliştirilen ilaçların etkinliği ve toksisitesi, klinik öncesi fazda tümöröid modellerinde test edilerek oluşabilecek tepkiler en daha doğru şekilde tahmin edilebilir (Su ve ark., 2021).

Dozaj Ayarlamaları: İlaçların doz bağımlı etkileri tümöröidlerde incelenerek, hastaya özgü en etkili ve yan etkileri minimize eden dozajlar belirlenebilir.

2.3. Tanısal Uygulamalar ve Biyobelirteç Geliştirme

Hedef Moleküllerin Belirlenmesi: Tümöröidler, genetik değışikliklerin ve tedavi potansiyeli olan proteinlerin belirlenmesinde kullanılır. Biyobelirteçler; immünohistokimyasal analizler, genomik ve proteomik yöntemlerle tespit edilir (Chen ve ark., 2021).

Tedavi Yanıtının İzlenmesi: Tümöröidler sayesinde tedavi sürecinde, tedavi yanıtının dinamik olarak izlenmesini mümkündür. Bu sayede tedavi planları anlık olarak revize edilebilir (Vinik ve ark., 2024).

2.4. Metastaz ve Tümör Mikroçevresinin Modellenmesi

Metastatik Tümör Modelleri: Metastaz yapmış lezyonlardan elde edilen tümöröidler, tümörün metastaz potansiyelinin, histolojik ve moleküler analizinin yapılmasına imkan verir. Bu analizler, metastaz mekanizmalarının anlaşılmasını sağlayan önemli verilerin elde edilmesini sağlar (Hu ve ark., 2021).

Mikroçevre Etkileşimlerinin İncelenmesi: Tümöröid kültürlerine fibroblastların, stromal hücrelerin veya immün hücrelerin eklenmesiyle tümör mikroçevresi modellenenebilir. Bu sayede, tümör-bağışıklık sistemi ve tümör-stroma etkileşimleri derinlemesine araştırılabilir (Cui ve ark., 2024).

2.5. Klinik Karar Destek Sistemlerine Entegrasyon

Veri Entegrasyonu ve Yapay Zeka Destekli Analiz: Tümöröidlerden elde edilen histolojik, farmakolojik ve genetik veriler, klinik karar destek sistemlerinde yapay zeka algoritmaları ile entegre edilerek, tedavi seçeneklerinin kişiselleştirilmesine önemli katkılar sağlar (Han ve ark., 2024).

Hızlı ve Güvenilir Sonuç Sağlama: Klinik süreçlerde hızlı model oluşturma, güvenilir analiz imkanı ve zaman gibi etmenler, kritik durumlarda tedavi kararlarının optimize edilerek en doğru stratejinin belirlenmesini mümkün kılar.

2.6. Tümöröidlerin Avantajları ve Sınırlılıkları

Üç boyutlu kültür modelleri olan tümöröidler, kanser biyolojisi ve klinik onkoloji alanında önemli yenilikler sağlar (Li ve ark., 2024). Hastaya özgü olan ve tümör heterojenliğini yansıtan bu modeller, klasik iki boyutlu hücre kültürlerine kıyasla birçok avantajlar sunmaktadır. Buna karşın, bazı teknik ve biyolojik sınırlamalar da içermektedirler.

Avantajları

Hasta Spesifik Modellerin Oluşturulması

Tümöröidler, doğrudan hastadan alınan primer tümör dokularından veya metastatik örneklerden elde edildikleri için her bir model hastanın özgün genetik, epigenetik ve moleküler

özelliklerini taşımaktadır. Kişiyi özgü modelleme sayesinde, klinikte tedaviye yanıtın tahmin edilmesinde ve bireyselleştirilmiş onkoloji uygulamalarında büyük avantajlar sağlanmaktadır (Zhang ve ark., 2024)..

Tümör Heterojenitesini Yansıtma

Tümöröidler; kanser kök hücrelerini, tümör içindeki farklı hücre alt popülasyonlarını, epitel ve stromal hücre bileşenlerini büyük oranda içermesi nedeniyle tümörün mikromimarisini, kompleks yapısını ve heterojenitesini in vitro ortamda en iyi şekilde yansıtabilir (Qi ve ark., 2022).

Üç Boyutlu Doku Mimarisi ve Hücre Etkileşimleri

Bu kültür sistemleri; hücre-matriks bağlantılarını, hücreler arası doğal etkileşimleri ve epitelial polariteyi sağlayarak klasik iki boyutlu kültürlerin ötesine geçerek daha gerçekçi modeller sunar. Bu durum tümör davranışlarının, invazyon ve metastaz mekanizmalarının daha iyi analiz edilebilmesine olanak tanır (Yin ve ark., 2023).

Histolojik ve Fonksiyonel Analizlere Uygunluk

Parafin bloklara alınan tümöröidlerle, klasik histolojik boyamalar kullanılarak immünohistokimyaya ve moleküler analizlere yapılabilir. Bu modeller; ilaç testleri, canlı hücre analizleri ve genetik modifikasyonlar için uygundur (Zhao ve ark. 2021).

İlaç Testleri ve Kişiselleştirilmiş Tedavi Stratejileri

Tümöröidler sayesinde hedefe yönelik tedaviler, kemoterapi ve immünoterapi gibi ilaçların etkinliği ve toksisitesi hastaya özgü olarak test edilebilir. Bu durum tedavi başarısını artırmaya yönelik önemli bir potansiyeline sahiptir.

Genetik ve Moleküler Modifikasyonlara Uygunluk

CRISPR/Cas9 başta olmak üzere pek çok gen düzenleme teknolojileri tümöröidlerde kullanılabileceği için bu modeller üzerinde kanser genetiği ve moleküler patogeneze çalışmalarında sıklıkla tercih edilir.

Sınırlılıkları

İmmün ve Stromal Hücre Eksikliği

Genellikle tümöröid kültürlerinde endotelyal hücreler, bağışıklık hücreleri ve stromal bileşenler sınırlı sayıda bulunur. Tümör mikroçevresi etkileşimlerinin tam modellenmesini zorlaştıran bu durum immünoterapilere yanıt değerlendirmelerinde sınırlamalara yol açar.

Vaskülarizasyonun Olmaması

Tümöröidler vasküler ağ içermediği için oksijen ve besin dağılımı gerçek tümörde olduğu gibi dinamik ve heterojen olmaz. İlaç penetrasyonun da in vitro modellerden farklı olması bilinen en temel sınırlılıklar arasındadır (Jawed ve ark., 2025).

Üretim Süresi ve Maliyeti

Tümöröid kullanımı klinik karar süreçlerinde zaman kısıtlaması olan durumlarda zorluk yaratabilir çünkü Tümöröidlerin eldesi ve kültürü, klasik iki boyutlu hücre hatlarına kıyasla daha maliyetlidir ve daha uzun zaman alır.

Standardizasyon Eksikliği ve Varyabilite

Kullanılan doku kaynakları, laboratuvarlar arasında uygulama farklılıkları ve kültür koşullarından dolayı tümöröid oluşumunda heterojenlik ve deneysel çeşitlilik gözlenebilir (Zeng ve ark., 2023). Bu durum sonuçların karşılaştırılabilirliğini zorlaştırabilir.

Bazı Tümör Tiplerinde Kültür Zorluğu

Bazı kanser türleri veya alt tipleri, in vitro üç boyutlu kültür sistemlerine adapte olamadığı için tümöröid oluşturma verimliliği oldukça azdır. Bu durum, tüm kanser türleri için genelleştirilebilirliğini sınırlayan bir etmendir (Li ve ark., 2025).

Kompleks Tümör Mikroçevresinin Tam Modellenememesi

Tümöröidler, tam olarak tümör çevresindeki karmaşık hücrel ve immün hücreleri, fibroblastları, sinir lifleri matris bileşenlerini içeren dinamik mikroçevreyi modelleyememektedir.

Avantajlar	Sınırlılıklar
Hastaya özgü model oluşturulabilmesi	Maliyet ve uzun üretim süresi
Tümör heterojenliğini yansıtabilmesi	İmmün hücre, stromal ve damar eksiklikleri
Histolojik analizlere uygunluk	Standardizasyon eksikliği ve deneysel farklılıklar
Klinik tedavide kullanılabilmesi	Her hastadan yeterli doku alınamama riski
Genetik modifikasyon tekniklerine uygun olması	In vitro kültüre adaptasyon zorluğu

3. SONUÇ

Klasik histolojik yaklaşımların ötesine geçen tümöröidler, araştırma laboratuvarlarında ve klinik pratikte güçlü araçlar hâline gelmiştir. Histolojide bu modeller, hem doku yapısının gözlenmesinde hem de hücrel davranışların ve tedavilerin canlı sistemler üzerinde analiz edilebilmesini sağlar. Gelecekte tümöröid modellerinin gelişmesine paralel olarak stromal hücrelerin, immün hücrelerin ve vasküler elemanların tümöröidlere entegre edilmesiyle oldukça kompleks tümör mikroçevresi sistemlerinin geliştirilmesi ve dinamik ve fonksiyonel

analizlerin yapılması mümkündür. Tümöröid teknolojileri sayesinde histoloji, gözlem bilimi özelliğinin yanında hastalıkların işlevsel ve kişiselleştirilmiş düzeyde anlaşılmasını mümkün kılan bir disipline dönüşmektedir.

4. KAYKAKLAR

- Chen, F., Kang, R., Tang, D., & Liu, J. (2024). Ferroptosis: principles and significance in health and disease. *Journal of hematology & oncology*, 17(1), 41.
- Chen, X., Comish, P. B., Tang, D., & Kang, R. (2021). Characteristics and biomarkers of ferroptosis. *Frontiers in cell and developmental biology*, 9, 637162.
- Cui, K., Wang, K., & Huang, Z. (2024). Ferroptosis and the tumor microenvironment. *Journal of Experimental & Clinical Cancer Research*, 43(1), 315.
- Ebrahimnezhad, M., Valizadeh, A., & Yousefi, B. (2025). Ferroptosis and immunotherapy: breaking barriers in cancer treatment resistance. *Critical Reviews in Oncology/Hematology*, 104907.
- Han, J. F., Jia, Z. Y., Fan, X., Zhao, X. Y., Cheng, L. Y., Xia, Y. X., ... & Zang, W. Q. (2025). Mechanisms of ferroptosis in primary hepatocellular carcinoma and progress of artificial intelligence-based predictive modeling in hepatocellular carcinoma. *World Journal of Gastroenterology*, 31(41), 111174.
- Hu, S., Ma, J., Su, C., Chen, Y., Shu, Y., Qi, Z., ... & Cheng, P. (2021). Engineered exosome-like nanovesicles suppress tumor growth by reprogramming tumor microenvironment and promoting tumor ferroptosis. *Acta biomaterialia*, 135, 567-581.
- Jawed, R., Bhatti, H., & Khan, A. (2025). Genetic profile of ferroptosis in non-small cell lung carcinoma and pharmaceutical options for ferroptosis induction. *Clinical and Translational Oncology*, 27(5), 1867-1886.
- Li, G., Wang, B., Ye, L., & Wang, G. (2025). Exploring Long Noncoding RNAs as Regulators of Tumor Ferroptosis: Advances and Challenges. *Cancer Science*, 116(7), 1795-1806.
- Li, M. Q., Wang, Q. H., Dong, C. M., & Qi, L. J. (2025). Spinal cord injury models: Advantages and disadvantages in the view of pathophysiology and clinical significance. *Biochemistry and Biophysics Reports*, 42, 102063.
- Ma, P. W., Wang, W. L., Chen, J. W., Yuan, H., Lu, P. H., Gao, W., ... & Lu, L. J. (2022). Treatment with the Ferroptosis inhibitor Ferrostatin-1 attenuates noise-induced hearing loss by suppressing Ferroptosis and apoptosis. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2022(1), 3373828.
- Qi, Y. L., Wang, H. R., Chen, L. L., Duan, Y. T., Yang, S. Y., & Zhu, H. L. (2022). Recent advances in small-molecule fluorescent probes for studying ferroptosis. *Chemical Society Reviews*, 51(18), 7752-7778.
- Shan, X., Li, S., Sun, B., Chen, Q., Sun, J., He, Z., & Luo, C. (2020). Ferroptosis-driven nanotherapeutics for cancer treatment. *Journal of Controlled Release*, 319, 322-332.
- Su, Y., Zhao, B., Zhou, L., Zhang, Z., Shen, Y., Lv, H., ... & Shang, P. (2020). Ferroptosis, a novel pharmacological mechanism of anti-cancer drugs. *Cancer letters*, 483, 127-136.
- Vinik, Y., Maimon, A., Dubey, V., Raj, H., Abramovitch, I., Malitsky, S., ... & Lev, S. (2024). Programming a ferroptosis-to-apoptosis transition landscape revealed ferroptosis biomarkers and repressors for cancer therapy. *Advanced Science*, 11(17), 2307263.
- Wang, Y., Lv, M. N., & Zhao, W. J. (2023). Research on ferroptosis as a therapeutic target for the treatment of neurodegenerative diseases. *Ageing Research Reviews*, 91, 102035.
- Wang, Y., Yuan, X., Ren, M., & Wang, Z. (2024). Ferroptosis: a new research direction of Artemisinin and its derivatives in anti-cancer treatment. *The American journal of Chinese medicine*, 52(01), 161-181.
- Yin, J., Zhan, J., Hu, Q., Huang, S., & Lin, W. (2023). Fluorescent probes for ferroptosis bioimaging: advances, challenges, and prospects. *Chemical Society Reviews*, 52(6), 2011-2030.
- Zeng, F., Nijati, S., Tang, L., Ye, J., Zhou, Z., & Chen, X. (2023). Ferroptosis detection: from approaches to applications. *Angewandte Chemie*, 135(35), e202300379.
- Zhang, X., Li, X., Xia, R., & Zhang, H. S. (2024). Ferroptosis resistance in cancer: recent advances and future perspectives. *Biochemical pharmacology*, 219, 115933.

- Zhao, J., Xu, B., Xiong, Q., Feng, Y., & Du, H. (2021). Erastin-induced ferroptosis causes physiological and pathological changes in healthy tissues of mice. *Molecular medicine reports*, 24(4), 1-8.
- Zhao, L., Zhou, X., Xie, F., Zhang, L., Yan, H., Huang, J., ... & Zhang, L. (2022). Ferroptosis in cancer and cancer immunotherapy. *Cancer Communications*, 42(2), 88-116.

TERAPÖTİK HEDEF OLARAK FERROPTOZİS: HASTALIK BAĞLAMINDA ÇİFT YÖNLÜ BİR MEKANİZMA

Doç. Dr. Erhan ŞENSOY

Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Ebelik Bölümü, Yunus Emre
Kampüsü, KARAMAN

ORCID: 0000-0003-2989-459X

ÖZET

Kaspaz bağımsız ve düzenlenmiş bir hücre ölümü biçimi olan Ferroptozis; demire bağımlı lipid peroksidasyonu, glutatyon peroksidaz 4 (GPX4) inaktivasyonu ve glutatyon (GSH) tükenmesiyle karakterize edilir. Sürecin temel belirleyicileri arasında; hücresel demir homeostazındaki bozulma, reaktif oksijen türlerinin artışı ve çoklu doymamış yağ asitlerinden zengin membran fosfolipitlerinin oksidasyonu gelmektedir. Özellikle GSH–GPX4 eksen, ferroptozisin merkezi düzenleyici mekanizması olarak öne çıkmaktadır. Bu mekanizma doku hasarının patogenezinde çift yönlü görev alır. Ferroptozis inhibe edilerek oksidatif stres ve inflamasyonun belirgin olduğu nörodejeneratif hastalıklarda, iskemik-reperfüzyon hasarında ve akut böbrek hasarında, hücresel bütünlüğün korunmasına katkı sağlayabilecek potansiyel bir tedavi yaklaşımı sağlanabilir. Demir şelatörleri, lipofilik antioksidanlar ve Ferrostatin-1 ile Liproxstatin-1 gibi lipid peroksidasyon inhibitörleri doku koruyucu etkiler gösterir. Ferroptozisin baskılanması tek başına yeterli olamayacağı için FSP1, koenzim Q10 eksen ve mitokondriyal antioksidan sistemler gibi alternatif savunma yollarının da hedeflenmesi kombine stratejiler açısından önemlidir. Günümüzde, ferroptozisin terapötik olarak indüklenmesi apoptoza dirençli olan kanser hücrelerinde umut verici bir yaklaşım olarak öne çıkmaktadır. Tümör hücrelerinin demir metabolizmasındaki yeniden programlanma ve artmış oksidatif stres duyarlılığı, ferroptotik hücre ölümünü seçici biçimde tetiklemeyi mümkün kılmaktadır. Ancak sağlıklı dokular üzerindeki olası yan etkiler ve biyobelirteç eksikliği klinik uygulamaya geçişte önemli sınırlılıklar oluşturmaktadır. Sonuç olarak ferroptozis, hastalık bağlamına göre hem baskılanması hem de indüklenmesi gereken çift yönlü bir mekanizma olup, hastalığa özgü biyobelirteçlerin tanımlanması ve kişiselleştirilmiş tedavi stratejilerinin geliştirilmesi gelecekteki translasyonel araştırmalar için kritik önem taşımaktadır. Sunulan çalışmanın amacı, ferroptozisin moleküler mekanizmalarını, patofizyolojik rollerini ve terapötik hedef olarak potansiyelini kapsamlı biçimde ele almaktır.

Anahtar Kelimeler: Ferroptozis, Demir homeostazı, Lipid peroksidasyonu, Terapötik hedefleme

FERROPTOSIS AS A THERAPEUTIC TARGET: A DUAL MECHANISM IN DISEASE CONTEXT

ABSTRACT

Ferroptosis, a caspase-independent and regulated form of cell death, is characterized by iron-dependent lipid peroxidation, glutathione peroxidase 4 (GPX4) inactivation, and glutathione (GSH) depletion. Key determinants of the process include disruption of cellular iron homeostasis, increased reactive oxygen species, and oxidation of membrane phospholipids rich in polyunsaturated fatty acids. The GSH–GPX4 axis, in particular, stands out as the central regulatory mechanism of ferroptosis. This mechanism plays a bidirectional role in the pathogenesis of tissue damage. Inhibiting ferroptosis could provide a potential therapeutic approach that contributes to the preservation of cellular integrity in neurodegenerative diseases, ischemic-reperfusion injury, and acute renal injury, where oxidative stress and inflammation are prominent. Iron chelators, lipophilic antioxidants, and lipid peroxidation inhibitors such as Ferrostatin-1 and Liproxstatin-1 exhibit tissue-protective effects. Since suppressing ferroptosis alone may not be sufficient, targeting alternative defense pathways such as FSP1, the coenzyme Q10 axis, and mitochondrial antioxidant systems is important for combined strategies. Currently, therapeutically inducing ferroptosis stands out as a promising approach in apoptosis-resistant cancer cells. Reprogramming of iron metabolism in tumor cells and increased sensitivity to oxidative stress make it possible to selectively trigger ferroptotic cell death. However, potential side effects on healthy tissues and the lack of biomarkers pose significant limitations in transitioning to clinical practice. Consequently, ferroptosis is a bidirectional mechanism that needs to be both suppressed and induced depending on the disease context, and the identification of disease-specific biomarkers and the development of personalized treatment strategies are critical for future translational research. The aim of the presented study is to comprehensively address the molecular mechanisms of ferroptosis, its pathophysiological roles, and its potential as a therapeutic target.

Keywords: Ferroptosis, Iron homeostasis, Lipid peroxidation, Therapeutic targeting

1. GİRİŞ

Doku homeostazının devamı ve patolojik süreçlerde hücre ölüm mekanizmaları temel biyolojik olaylar arasında yer alır. Her ne kadar apoptoz, nekroz ve otofaji en iyi bilinen hücre ölümü biçimleri olsalar da son yıllarda demire bağımlı lipid peroksidasyonu ile karakterize olan ferroptosis, morfolojik ve biyokimyasal açıdan diğer hücre ölümü tiplerinden farklı ve özgün bir düzenlenmiş hücre ölümü yolu olarak dikkat çekmektedir (Feng ve ark., 2023.). Hücre

ölümünün demir birikimi ve kontrolsüz lipid peroksidasyonu ile ilişkili olduğunu gösteren ferroptozisin temelinde; hücrel demir homeostazında bozulma, reaktif oksijen türlerinde artış ve lipid peroksidasyonu yer almaktadır (Liu ve ark., 2024). Bu süreçte glutatyon sentezi ve glutatyon peroksidaz 4 düzenleyici bir rol oynar. Glutatyon peroksidaz enziminin inaktivasyonu veya glutatyon düzeyinde azalma, lipid hidroperoksitlerin birikimine yol açar ki bu durum hücrel membran bütünlüğünün bozulmasına neden olur. Bu biyokimyasal özelliklerinden dolayı ferroptozis; apoptozdan farklı olarak kaspaz bağımsız, nekrozdan farklı olarak ise genetik açıdan düzenlenebilir bir süreç olarak bilinir.

Günümüzde fizyolojik ve patolojik rolü daha iyi anlaşılan Ferroptozisin, oksidatif stresin belirgin olduğu nörodejeneratif hastalıklarda, iskemik-reperfüzyon ve akut böbrek hasarı ile çeşitli inflamatuvar durumlarda doku hasarını tetikler. Buna karşın, ferroptozis indüklenmesinin apoptoza karşı dirençli olan tümör hücrelerinde terapötik açıdan umut verici bir yaklaşım olarak öne çıktığı bilinmektedir. Ferroptozis, doku hasarını artırıcı ve hastalıklı hücrelerin eliminasyonunu desteklemesi nedeniyle çift yönlü role sahiptir (Tang ve Kroemer, 2020). Bu rolü nedeniyle ferroptozis mekanizması terapötik hedef olarak değerlendirilmektedir. Terapötik stratejinin belirlenmesinde; hastalığın tipi, demir metabolizması durumu, hücrel mikroçevre ve eşlik eden hücre ölümü yolları önemli kriterler olarak bilinir. Bu nedenle ferroptozis, sadece temel hücrel biyoloji açısından değil, translasyonel tıp ve hedefe yönelik tedavi yaklaşımlarının belirlenmesi açısından da giderek artan bir önemine sahiptir (Cao ve ark., 2016; Shan ve ark., 2020). Sunulan çalışmada; ferroptozisin moleküler mekanizmaları, terapötik potansiyeli ve patofizyolojik rolü güncel literatür ışığında kapsamlı biçimde ele alınmıştır.

2. ARAŞTIRMA

2.1. Terapötik Hedef Olarak Ferroptozis

Günümüzde ferroptozisin moleküler mekanizmalarının giderek daha ayrıntılı biçimde ortaya konmaktadır. Bu durum, ferroptozisin hem temel biyoloji açısından hem de translasyonel tıp ve hedefe yönelik tedavi stratejileri bakımından önemli bir potansiyele sahip olduğunu göstermektedir. Ferroptozis; demire bağımlı lipid peroksidasyonu, glutatyon (GSH) tükenmesi ve glutatyon peroksidaz 4 (GPX4) inaktivasyonu ile karakterize edilen, kaspaz bağımsız bir düzenlenmiş hücre ölümü biçimidir. Bu süreçte demir metabolizmasının yanında, reaktif oksijen türleri üretimi ve çoklu doymamış yağ asitlerinden zengin membran fosfolipitlerinin oksidasyonu merkezi rol oynar (Lei ve ark., 2025).

Ferroptozisin biyokimyasal temelinde glutatyon tükenmesi ve glutatyon peroksidaz ekseni yer alır. Hücre içine sistin alımının azalması veya glutatyon peroksidazın fonksiyonel kaybının sonucu olarak, lipid hidroperoksitlerde birikim meydana gelir ki bu durum hücrel membran bütünlüğünün bozulmasına yol açar (Lee ve ark., 2021). Ayrıca transferrin reseptörü ekspresyonu, ferritinofaji ve demir depolanma mekanizmaları gibi demir homeostazını düzenleyen süreçler ferroptozisin önemli kontrol noktaları olarak bilinir. Bu çok katmanlı mekanizma nedeniyle ferroptozis, farmakolojik müdahaleye açık bir hedeftir. Ferroptozis mekanizmasına yapılacak müdahaleler terapotik etkiye de neden olacağından uygun müdahalenin uygun alt metabolik süreçlerde yapılması büyük önem arz etmektedir. Bu durum dokusal hasarın ve ferroptozisin yakın ilişkisi olması nedeniyle özellikle inflamasyon ve oksidatif stresin ön planda olduğu patolojik durumlarda daha da belirgin hale gelmektedir. Demir birikimi ve lipid peroksidasyonu; akut böbrek hasarı, nörodejeneratif hastalıklar, kardiyak ve serebral iskemik-reperfüzyon hasarı patogeneğinde önemli rol oynar (Shoheeduzzaman ve ark., 2025). Bu noktada ferroptozis inhibisyonu, hücrel bütünlüğün korunmasında ve inflamatuvar yanıtın azaltılmasında potansiyel bir tedavi stratejisi sunan güçlü bir terapötik modeldir. Deneysel çalışmalarda, lipid peroksidasyonunu baskılayan Ferrostatin-1 ve Liproxstatin-1 benzeri ajanların doku hasarını azalttığı bildirilmiştir (Zilka ve ark., 2017; Feng ve ark., 2019).

Buna karşın ferroptozis, bazı patolojik durumlarda terapötik açıdan indüklenmesi gereken bir hücre ölümü biçimi olarak değerlendirilir (Qiu ve ark., 2020). Özellikle apoptoza karşı dirençli olan kanser hücrelerinde, demir metabolizmasının yeniden programlanması ve redoks dengesinin bozulması ferroptozise duyarlılığı daha da artırmaktadır. Örneğin glutatyon peroksidaz 4 enziminin baskılanması, tümör hücrelerinde seçici ferroptotik ölümün tetiklenmesine yol açar. Bu terapötik yaklaşım, kemoterapiye dirençli tümörlerde yeni nesil tedavi stratejileri açısından umut verici bir durumdur.

Terapötik müdahalelerde Ferroptozis çift yönlü biyolojik etkisi nedeniyle dikkatle planlanmalıdır. Aynı moleküler yolağın bir hastalıkta doku koruyucu biçimde inhibe edilmesi gereken bir hedef olduğu, diğer bir hastalıkta indüklenmesi gereken bir mekanizma olabileceği unutulmamalıdır. Bu nedenle hastalık tipi, metabolik durum, hücrel mikroçevre, inflamatuvar yanıt düzeyi ve diğer hücre ölümü yolları ile etkileşimler bütüncül olarak değerlendirilerek en uygun strateji geliştirilmelidir. Moleküler düzeyde iyi tanımlanan düzenleyici ağlara ve farmakolojik açıdan modüle edilebilir kontrol noktaları sahip olan Ferroptozis, koruyucu olduğu kadar sitotoksik stratejiler açısından da güçlü bir terapötik hedef olarak öne çıkmaktadır

(Yuan ve ark., 2021). Gelecekte, hastalık-spesifik biyobelirteçlerin tanımlanması ve kişiselleştirilmiş tedavi yaklaşımlarının geliştirilmesi, ferroptozis temelli terapilerin klinik uygulamaya entegrasyonunda belirleyici olacaktır.

2.2. Ferroptozisin Baskılanmasına Yönelik Yaklaşımlar

Doku hasarının meydana geldiği pekçok akut ve kronik hastalıkta, ferroptozisin inhibe edilmesi potansiyel koruyucu bir strateji olarak bilinir. Bu stratejiler arasından en çok tercih edilenler; demir metabolizmasının düzenlenmesi, antioksidan savunma sistemlerinin desteklenmesi ve lipid peroksidasyonunun azaltılmasıdır. Demir şelatörleri sayesinde, hücre içindeki serbest demir düzeyi azalarak fenton reaksiyonları sınırlandırılır ve sonuç olarak lipid peroksidasyonu baskılanmış olur. Deneysel modellerde demir şelasyonunun, özellikle iskemik-reperfüzyon hasarı ve toksik organ hasarında koruyucu etki gösterdiği bildirilmektedir (Barbouti, ve ark., 2010; Kumfu ve ark., 2018). Ferroptozisin baskılanmasında lipid peroksidasyonunu hedefleyen antioksidan bileşikler de önemli bir yere sahiptir. Lipofilik antioksidanlar, hücre membranında lipid radikallerinin zincirleme reaksiyonlarını durdurabileceği gibi klinik etkinlikleri de dokuya özgü farklılıklar gösterebilir.

2.3. Glutasyon ve GPX4 Odaklı Tedavi Stratejileri

Ferroptozisin merkezî düzenleyicisi olarak Glutasyon–GPX4 eksenini kabul edildiği için bu yolak terapötik müdahalelerin odak noktalarından birisidir. Hücre içi glutasyon düzeylerinin korunması ya da artırılması, GPX4 aktivitesinin sürdürülmesi yoluyla ferroptozisi baskılayabilir. Bu bağlamda, glutasyon sentezini artıran veya sistin alımını destekleyen uygulamalar olumlu etkilere yol açabilir. Buna karşın, glutasyon metabolizmasının sistemik etkileri göz önüne alındığında, bu tür müdahalelerin dokuya özgü olarak optimize edilmesi unutulmamalıdır (Seibt ve ark., 2019).

2.4. Alternatif Savunma Yollarının Hedeflenmesi

Ferroptoz baskılayıcı protein 1 (FSP1), mitokondriyal antioksidan sistemler ve koenzim Q10 eksenini GPX4 dışındaki alternatif savunma hatlarını oluşturur (Dar ve ark., 2024). Söz konusu yollar hedeflenerek, GPX4 bağımlı olmayan ferroptozis tiplerinde yeni tedavi olanakları elde edilebilmektedir. Çok katmanlı savunma ağı nedeniyle ferroptozis tek bir moleküler hedef üzerinden kontrol edilemez, bu yüzden kombine yaklaşımlar daha etkili olabilir.

2.5. Ferroptozisin Terapötik Olarak İndüklenmesi

Kanser hücreleri oksidatif strese ve demir bağımlılığına daha duyarlı olduğu için ferroptozisin indüklenmesini potansiyel bir antikanser strateji olarak uygulanabilir. Bazı tümör hücrelerinin

klasik apoptotik yollara direnç geliştirdiği düşünüldüğünde, ferroptozisin alternatif bir hücre ölüm yolu olarak öne çıktığı bilinen bir gerçektir. Buna karşın, ferroptozisin sağlıklı dokular üzerindeki potansiyel yan etkileri, klinik uygulamada dikkat edilmesi gereken önemli sınırlılıklar olarak kabul edilmektedir (Brown ve ark., 2024).

2.6. Klinik Uygulamaya Geçişte Zorluklar

Ferroptozis hedefli terapötik stratejilerin klinik uygulamaya aktarılmasında bazı zorluklar yaşanmaktadır. Bunlar arasında dokuya özgü yanıtın öngörülememesi, uygun biyobelirteç eksikliği ve uzun dönem güvenlik verilerinin sınırlı olması gelmektedir. Bunlara ek olarak, ferroptozisin diğer hücre ölümü mekanizmaları ile olan etkileşimi, terapötik sonuçların yorumlanmasını daha karmaşık hale getirmektedir (Zou ve Schreiber, 2020).

3. SONUÇ

Demir homeostazı, hücrel antioksidan savunma mekanizmaları arasındaki dengenin bozulması ve lipid peroksidasyonu sonucunda ortaya çıkan ferroptozis, özgün ve düzenlenmiş bir hücre ölümü biçimi olarak doku hasarının patogeneğinde merkezinde yer alır. Ferroptozis, hücrel hasarın bir sonucu değil, aksine doku bütünlüğünün kaybını yönlendiren aktif bir biyolojik düzenleyicidir. Dokuya özgü demir dağılımı, antioksidan kapasite farklılıkları ve lipid bileşimi ferroptozise duyarlılığı belirleyen temel faktörler olarak öne çıkmaktadır. Bu durum, ferroptozisin tek tip bir süreç olarak ele alınmasının yetersiz olduğunu ve bağlamsal değerlendirmelerin önemini vurgulamaktadır. Ferroptozis modülasyonu terapötik açıdan ele alındığında ise, hem koruyucu hem de tedavi edici stratejiler bakımından önemli fırsatlar sunmaktadır. Ferroptozisin baskılanması doku hasarı durumunda, organ fonksiyonlarının korunmasına katkı sağlayabilecek bir yaklaşım olup kanserde ferroptozisin indüklenmesi, tedaviye dirençli hücreleri elimine etmek için etkili bir yöntemdir. Gelecekteki çalışmaların, ferroptozisin klinik bağlamda daha etkin biçimde hedeflenebilmesi ferroptozise özgü güvenilir biyobelirteçlerin tanımlanması, hastalık progresyonunun izlenmesi ve tedavi yanıtının değerlendirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Ferroptozisin diğer düzenlenmiş hücre ölümü mekanizmalarıyla olan etkileşimlerinin daha ayrıntılı olarak ortaya konması, kombine terapötik yaklaşımların geliştirilmesine katkı sağlaması muhtemeldir.

4. KAYNAKLAR

- Barbouti, A., Briasoulis, E., & Galaris, D. (2010). Protective effects of olive oil components against hydrogen peroxide-induced DNA damage: the potential role of iron chelation. In *Olives and Olive Oil in Health and Disease Prevention* (pp. 1103-1109). Academic Press.
- Brown, A. R., Hirschhorn, T., & Stockwell, B. R. (2024). Ferroptosis—Disease perils and therapeutic promise. *Science*, 386(6724), 848-849.

- Cao, J. Y., & Dixon, S. J. (2016). Mechanisms of ferroptosis. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 73(11), 2195-2209.
- Dar, N. J., John, U., Bano, N., Khan, S., & Bhat, S. A. (2024). Oxytosis/ferroptosis in neurodegeneration: the underlying role of master regulator glutathione peroxidase 4 (GPX4). *Molecular neurobiology*, 61(3), 1507-1526.
- Feng, S., Tang, D., Wang, Y., Li, X., Bao, H., Tang, C., ... & Qi, S. (2023). The mechanism of ferroptosis and its related diseases. *Molecular biomedicine*, 4(1), 33.
- Feng, Y., Madungwe, N. B., Aliagan, A. D. I., Tombo, N., & Bopassa, J. C. (2019). Ferroptosis inhibitor, liproxstatin-1, protects the myocardium against ischemia/reperfusion injury by decreasing VDAC1 levels and rescuing GPX4 levels. *Biochemical and biophysical research communications*, 520(3), 606.
- Kumfu, S., Khamsekaew, J., Palee, S., Srichairatanakool, S., Fucharoen, S., Chattipakorn, S. C., & Chattipakorn, N. (2018). A combination of an iron chelator with an antioxidant exerts greater efficacy on cardioprotection than monotherapy in iron-overload thalassemic mice. *Free radical research*, 52(1), 70-79.
- Lee, J. Y., Kim, W. K., Bae, K. H., Lee, S. C., & Lee, E. W. (2021). Lipid metabolism and ferroptosis. *Biology*, 10(3), 184.
- Lei, Y., Jiang, S., Kong, C., Pang, P., & Shan, H. (2025). Ferroptosis: therapeutic potential and strategies in non-small cell lung cancer. *Biology*, 14(5), 545.
- Liu, X. Q., Shi, M. Z., Bai, Y. T., Su, X. L., Liu, Y. M., Wu, J. C., & Chen, L. R. (2024). Hypoxia and ferroptosis. *Cellular Signalling*, 122, 111328.
- Qiu, Y., Cao, Y., Cao, W., Jia, Y., & Lu, N. (2020). The application of ferroptosis in diseases. *Pharmacological research*, 159, 104919.
- Seibt, T. M., Proneth, B., & Conrad, M. (2019). Role of GPX4 in ferroptosis and its pharmacological implication. *Free Radical Biology and Medicine*, 133, 144-152.
- Shan, X., Li, S., Sun, B., Chen, Q., Sun, J., He, Z., & Luo, C. (2020). Ferroptosis-driven nanotherapeutics for cancer treatment. *Journal of Controlled Release*, 319, 322-332.
- Shoheeduzzaman, R., Varghese, E., Samuel, S. M., & Büsselberg, D. (2025). Flavonoid-mediated modulation of ferroptosis: therapeutic potential in gastrointestinal cancers. *Journal of Advanced Research*.
- Tang, D., & Kroemer, G. (2020). Ferroptosis. *Current Biology*, 30(21), R1292-R1297.
- Yuan, H., Pratte, J., & Giardina, C. (2021). Ferroptosis and its potential as a therapeutic target. *Biochemical pharmacology*, 186, 114486.
- Zilka, O., Shah, R., Li, B., Friedmann Angeli, J. P., Griesser, M., Conrad, M., & Pratt, D. A. (2017). On the mechanism of cytoprotection by ferrostatin-1 and liproxstatin-1 and the role of lipid peroxidation in ferroptotic cell death. *ACS central science*, 3(3), 232-243.
- Zou, Y., & Schreiber, S. L. (2020). Progress in understanding ferroptosis and challenges in its targeting for therapeutic benefit. *Cell Chemical Biology*, 27(4), 463-471.

TASARIM EĞİTİMİNDE ÇERÇEVELEME STRATEJİLERİNİN ÖĞRENCİ PROJELERİNDEKİ DEĞER OLUŞTURMA SÜRECİNE ETKİSİ

Dr. Ceylan ŞAHİN

Istanbul Ticaret University, Faculty of Architecture and Design, Department of Industrial Design,
34840 Maltepe, İstanbul
ORCID: 0000-0003-0051-0521

ÖZET

Tasarım eğitiminin temel amaçlarından biri, karmaşık durumların yeniden tanımlanması yoluyla yeni değer alanlarının, tasarım potansiyellerinin keşfedilmesidir. Ancak tasarım süreci yalnızca mevcut bir probleme çözüm geliştirme etkinliği olarak ele alındığında, öğrencilerin araştırma ufku daralabilmekte ve çözüm önerileri daha önceden bilinen ürün tipolojileri etrafında şekillenebilmektedir. Bu bağlamda proje tanımının nasıl çerçevelendiği öğrencinin problemi ele alış biçimini, araştırma derinliğini, zaman kullanımını ve geliştirdiği çözümün niteliğini doğrudan etkileyen önemli bir araçtır. Bu çalışma, aynı tema etrafında ancak biri dar, diğeri geniş bir perspektifle tanımlanmış iki farklı proje föyünün, endüstriyel tasarım ikinci sınıf öğrencilerinin araştırma süreçleri ve çıktı karakteri üzerindeki etkisini karşılaştırmalı olarak incelemektedir. Araştırma kapsamında sınıf iki gruba ayrılmış; ilk gruba “gıda saklama kabı”, ikinci gruba ise “gıdaları uzun süre taze tutan, elektrik kullanmayan bir ürün” tasarımı problemleri verilmiştir. Her iki gruba da dört saatlik bir süre tanınmış; bu sürede hem araştırma yapmaları hem de maket üretmeleri beklenmiştir. Bulgular, dar çerçevelenmiş föyün öğrencileri daha hızlı biçimlendirme ve maket üretimine yönelttiğini; buna karşılık araştırmaların daha çok ürünün formu, hacmi, malzemesi ve kullanım kapasitesi gibi doğrudan nesneye ilişkin başlıklarda yoğunlaştığını göstermektedir. Geniş çerçevelenmiş föy ise öğrencileri elektriksiz soğutma, gıda saklama kültürleri, iklimsel koşullar, tarihsel örüntüler ve alternatif mekanizmalar gibi daha kapsamlı araştırma alanlarına yöneltmiş; bu durum modellemeye ayrılan süreyi azaltmış olsa da daha çeşitli ve özgün çözüm arayışlarını teşvik etmiştir. Çalışma, tasarım eğitiminde proje çerçevesinin yalnızca bir başlangıç ifadesi olmadığını; öğrencinin neyi problem olarak gördüğünü, hangi bilgileri anlamlı bulduğunu ve ne tür bir değer önerisi geliştireceğini belirleyen etkin bir yönlendirici olduğunu ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Tasarım Eğitimi, tasarımda problem çerçeveleme, proje föyü oluşturma, tasarımda değer keşfi.

THE EFFECT OF FRAMING STRATEGIES IN DESIGN EDUCATION ON THE VALUE CREATION PROCESS IN STUDENT PROJECTS

ABSTRACT

One of the main aims of design education is to discover new fields of value and design potentials through the reframing of complex situations. However, when the design process is treated merely as an activity of developing a solution to an existing problem, students' research horizons may narrow, and their solution proposals may begin to take shape around already familiar product typologies. In this context, how a project brief is framed becomes an important tool that directly influences how students approach the problem, the depth of their research, their use of time, and the nature of the solution they develop. This study comparatively examines the effects of two different project briefs, defined around the same theme but framed from one narrow and one broad perspective, on the research processes and output characteristics of second-year industrial design students. Within the scope of the study, the class was divided into two groups; the first group was given the problem of designing a "food storage container," while the second group was assigned the design problem of "a non-electric product that keeps food fresh for a long time." Both groups were given four hours, during which they were expected to conduct research and produce a mock-up. The findings show that the narrowly framed brief led students more quickly toward form-making and model production; however, their research tended to concentrate on object-related issues such as the product's form, volume, material, and usage capacity. In contrast, the broadly framed brief directed students toward more extensive research areas such as non-electric cooling, food preservation cultures, climatic conditions, historical patterns, and alternative mechanisms. Although this reduced the time allocated to modeling, it encouraged more diverse and original solution explorations. The study demonstrates that, in design education, the project frame is not merely an introductory statement; rather, it is an active guide that shapes what students perceive as the problem, which kinds of knowledge they consider meaningful, and what kind of value proposition they develop.

Keywords: Design Education, problem framing in design, project brief development, value discovery in design.

1.INTRODUCTION

Design education is not merely a field for developing skills aimed at solving existing problems. It is also a mode of thinking and making that enables students to question current conditions, recognize latent needs, generate new possibilities, and make visible fields of value that have not yet been defined (Simon, 1969; Buchanan, 1992). For this reason, the design process differs

from standard models of problem solving. In design, the issue is often not to provide the most appropriate answer to a pre-defined problem, but rather to reconstruct the boundaries, context, and meaning of the problem itself (Cross, 2006).

Within this framework, the project definition becomes one of the most decisive components of design education. The brief presented to the student does not merely describe the task to be carried out; it also directs what the student will pay attention to, which areas of knowledge they will investigate, at what scale they will approach the problem, and ultimately what kind of solution they will develop. In other words, the brief is more than an introductory text to the design process; it is a framing device that can either open up or narrow the space of thinking. Especially in early- and mid-level design education, students may perceive the given project definition as a direct production command. In such cases, narrowing or directive expressions in the brief can reduce the student's perceived need for research, quickly steering them toward a familiar product category, formal decisions, and solutions that can be concretized in a short time. By contrast, briefs that are more open, contextual, and conducive to exploration can compel students first to understand the problem, scan related fields of knowledge, and consider solutions at different scales. This, in turn, makes it possible to reconstruct the design problem not only through the question "What will be designed?" but also through questions such as "Why?", "In what context?", "For which user?", "For which pattern of use?", and "How else might it be possible?".

2.THEORETICAL FRAMEWORK

In design research, problem framing is regarded not as a secondary aid but as one of the constitutive components of the process. According to Schön, before directly solving the situation they encounter, designers frame it from a particular perspective; that is, they decide what is important, what is secondary, and which boundaries are meaningful (Schön, 1983). The co-evolution of problem and solution proposed by Dorst and Cross likewise shows that, within the design process, problem and solution do not progress independently of one another, but instead take shape together (Dorst & Cross, 2001). While Kolko emphasizes that the core of design synthesis lies in processes of meaning-making and frame construction, Paton and Dorst argue that the process of defining the topic is not merely a matter of receiving an existing problem, but of restructuring it (Kolko, 2010; Paton & Dorst, 2011). For this reason, the language of the brief does not merely define a task; it also directs how the student will relate to the problem.

The literature further demonstrates that the ability to frame problems is one of the important indicators of design expertise. Expert designers tend to reinterpret the problem and question its boundaries, whereas novice designers often accept the given brief as it is and move more quickly toward a solution (Kim & Ryu, 2014; Adams, 2012). This shows why the brief is particularly critical in design education. Students often adopt the boundaries presented by the brief as the natural frame of the solution, rather than questioning them. Accordingly, a narrow, typology-oriented brief that directly describes an object pushes students toward rapid formal decisions, while more open, contextual, and principle-oriented briefs can deepen research, expand the problem space, and generate a wider range of solution directions.

Studies focusing on the pedagogical effect of the design brief also support this view. It has been emphasized that the brief shapes not only the content of studio learning but also the structure of the learning experience itself, influencing creativity, research behavior, and the diversity of solutions (Sadowska & Laffy, 2017). Wormald, on the other hand, argues that constructing a value proposition in design education is not merely about developing a product, but about establishing which need the product responds to, in which context, and through what kind of difference (Wormald, 2011). From this perspective, the scope of the brief determines not only what the student will design, but also what kind of value they will attempt to produce. The difference between the two briefs compared in this study becomes meaningful precisely at this point: while one directs students toward a defined product type, the other compels them to think about operating logic, context, user need, and alternative solution principles. For this reason, the study argues that writing a brief in design education is not merely a technical decision related to course organization, but a constitutive pedagogical intervention that directly affects the process of value creation.

3.METHODOLOGY

This study was designed as a comparative studio-based exercise examining the effects of differently framed briefs on students' research behaviors, use of time, and solution development processes within the context of design education. The research was conducted with second-year industrial design students and was carried out through two different project definitions based on the same theme. The main aim of the study was to observe how narrowly and broadly framed briefs shaped the way students constructed the problem space, which research topics they gravitated toward, and how they established a relationship of priority between research and modeling throughout the process.

In the implementation phase of the study, the class was divided into two groups. Both groups worked on the same general problem area, namely the theme of “keeping food fresh.” However, the project definitions given to the groups were structured differently. The first group was assigned the task of designing a “food storage container,” which directed the solution space toward a more clearly defined product type. The second group, by contrast, was given the task of designing “a non-electric product that preserves food and keeps it fresh for a long time,” which left the solution space more open and foregrounded the principle of operation. Thus, although both groups worked within the same thematic framework, the scope and degree of directionality of the problem definition were deliberately differentiated.

During the implementation process, students were given a total of four hours to complete the task. Within this period, they were expected both to conduct research on the topic and to produce a mock-up representing their design idea. The time constraint was considered particularly important in making visible which stage of the project students prioritized. Because this short time frame forced students to make a direct choice between research and modeling activities, it also made it possible to observe whether the framing of the brief affected not only their conceptual orientation but also the distribution of time within the process.

The data collection process was based on studio observations made during the exercise, tracking the research topics students turned to, evaluating the level of completion of the mock-ups produced at the end of the process, and comparatively assessing the nature of the ideas developed. In this context, particular attention was paid to which keywords and fields of knowledge students focused on in their research, how they distributed the four-hour period between research and model-making, and whether they constructed their solutions primarily at the level of the object, mechanism, or system.

The data obtained were evaluated through a descriptive and comparative qualitative analysis approach. In the analysis process, the two groups were compared in terms of the breadth of their research field, the amount of time allocated to research, the weight of the modeling process, and the scope of their solution proposals.

This study should not be considered an experimental investigation aimed at producing definitive generalizations through quantitative measurement. Rather, it should be understood as an exploratory and comparative in-class studio exercise intended to make visible the effects of a particular variable in design education within the studio environment. In this respect, the purpose of the study is to reveal what kinds of tendencies two different types of briefs generate

in student behavior and to develop a discussion on the effect of brief construction on the thinking process in design education.

4.FINDINGS

The findings of the study show that the way the brief was framed had a clear effect on both students' research behaviors and their priorities in time use. Across the two project implementations conducted around the same theme, the ways in which students approached the problem space, the types of knowledge they turned to, and the ways they organized their design processes differed significantly. This difference was observed not only in the product proposals that emerged, but also in the meaning attributed to research from the very beginning of the process and in the priority given to modeling.

The "food storage container" brief given to the first group directed students toward a specific product type at an early stage. In this group, students approached the problem mainly through the physical characteristics of the object to be designed. Observations made throughout the process showed that their research largely focused on issues such as the product's form, volume, material, compartmentalization, and the types of food it could contain. In other words, the research proceeded within a limited, object-oriented framework aimed primarily at clarifying the concrete features of the product. For this reason, students were able to define their solution ideas relatively early in the process and devoted a significant portion of their time to producing mock-ups. In this group, modeling became more dominant than research, and research often remained a short preliminary phase that primarily supported the mock-up.

By contrast, the brief given to the second group—"a non-electric product that preserves food and keeps it fresh for a long time"—confronted students with a more open, contextual, and exploratory problem space. In this group, students' research behavior expanded considerably. They did not focus only on product form or the direct physical characteristics of the object; rather, they turned to broader areas of inquiry such as non-electric cooling methods, food preservation cultures in different geographies, the history of food storage, climatic conditions, various contexts of use, and movement and cooling mechanisms. This shows that the second group approached the problem not simply through the question "What kind of product should be made?" but through more fundamental and research-oriented questions such as "How can freshness be preserved?", "How can this function be achieved without electricity?", and "How has this need been addressed under different conditions?"

One of the most evident differences between the two groups emerged in the distribution of time between research and modeling. The first group devoted most of the four-hour period to model-

making and kept research activity relatively brief. The second group, however, devoted a significant portion of its time to research, and as a result, some students were unable to complete their mock-ups at the level they had intended and had to submit incomplete work. This finding may be interpreted as indicating weaker process management in the second group. On the other hand, it also suggests that the brief directed students toward a broader field of thinking and inquiry. Moreover, it was observed that students in the second group attempted to understand the problem before trying to solve it. This appears to have delayed modeling, while at the same time deepening the conceptual process.

The findings also reveal a clear distinction between the two groups in terms of the nature of their solution proposals. The designs produced by the first group largely developed as variations of a defined product type. Students tended to work within an existing product category, aiming to create a more suitable, more functional, or more organized solution. It was observed that the solution space remained largely limited to the product object itself. In the second group, by contrast, solution explorations developed more through principles of operation, contexts of use, and alternative systemic logics. Rather than simply shaping a product, these students were encouraged to think about the principle of preserving freshness from different angles, and for this reason they established a more fluid solution space moving between product, system, and mechanism. Thus, it was observed that the ideas developed by the second group were grounded in a more diverse and more original research base than those of the first group.

When the findings are evaluated as a whole, it becomes clear that the narrowly framed brief directed students more quickly toward concretizable solutions and mock-up production, whereas the broadly framed brief encouraged them more strongly to conduct research, redefine the problem, and explore alternative solution possibilities. This result demonstrates that the brief is not merely an introductory text that defines the project topic; rather, it is an active tool that directly influences the student's direction of thinking, depth of research, and logic of solution development.

5.DISCUSSION AND CONCLUSION

This study demonstrates that the brief functions as a guiding tool that shapes how students perceive the design problem. The main difference between the two groups emerged in how they interpreted the given task.

The “food storage container” brief given to the first group reduced the problem from the outset to a specific product type. This reduced ambiguity, enabled students to make decisions quickly, and made it easier for them to move directly into mock-up production. For this reason, the more

complete mock-ups produced by the first group do not necessarily indicate a deeper design process, but rather point to a more limited and more manageable problem space. The students focused less on research and more on shaping the defined object already given to them.

In the second group, however, the brief of “a non-electric product that preserves food and keeps it fresh for a long time” directed students away from the object itself and toward function and context. For this reason, before moving into form-making, students felt the need to investigate issues such as non-electric cooling, food preservation cultures, climate, and alternative mechanisms. The reason for this increase in research was that the brief required them to understand the problem before producing a solution. This led some students to leave their mock-ups incomplete, but it also showed that the process developed on a more research-based foundation.

This finding suggests that, in design education, a completed physical output may not always signify stronger learning. While narrowly framed briefs tend to produce faster and clearer results, more open-ended briefs direct students toward questioning, researching, and expanding the solution space. Therefore, the issue here is not which brief is better, but which type of brief is more appropriate for which learning objective.

In conclusion, the study reveals that writing a brief in design education is not a technical decision but a pedagogical one. Narrower briefs direct students toward concrete production, whereas broader briefs guide them toward research and the discovery of value. For this reason, in design studios, understanding what students produce requires looking not only at what they are asked to do, but more importantly at how the problem has been framed.

REFERENCES

- Adams, R. (2012). The informed design teaching and learning matrix. *Journal of engineering education*.
- Buchanan, R. (2019). Wicked problems in design thinking. *E. Resnick (a cura di), The Social Design Reader*, 117-136.
- Cross, N. (2006). *Designerly ways of knowing*. London: Springer London.
- Dorst, K., & Cross, N. (2001). Creativity in the design process: co-evolution of problem–solution. *Design studies*, 22(5), 425-437.
- Kim, J., & Ryu, H. (2014). A design thinking rationality framework: Framing and solving design problems in early concept generation. *Human–Computer Interaction*, 29(5-6), 516-553.
- Kolko, J. (2010). Abductive thinking and sensemaking: The drivers of design synthesis. *Design issues*, 26(1), 15-28.
- Paton, B., & Dorst, K. (2011). Briefing and reframing: A situated practice. *Design studies*, 32(6), 573-587.

- Sadowska, N., & Laffy, D. (2017). The design brief: inquiry into the starting point in a learning journey. *The Design Journal*, 20(sup1), S1380-S1389.
- Simon, H. A. (1969). *The sciences of the artificial* MIT Press. Cambridge, Ma, 31.
- Schön, D. A. (2017). *The reflective practitioner: How professionals think in action*. Routledge.
- Wormald, P. W. (2011). Positioning industrial design students to operate at the ‘fuzzy front end’: investigating a new arena of university design education. *International Journal of Technology and Design Education*, 21(4), 425-447.

TASARIMDA SOYUTLAMA BECERİSİNİN GELİŞMESİ ÜZERİNE İKİ FARKLI STRATEJİNİN KARŞILAŞTIRILMASI: AŞAMALI KISITLAMA VE AŞAMALI DETAYLANDIRMA MODELLERİ

Dr. Ceylan ŞAHİN

Istanbul Ticaret University, Faculty of Architecture and Design, Department of Industrial Design,
34840 Maltepe, İstanbul
ORCID: 0000-0003-0051-0521

ÖZET

Bir tasarım sürecine başlanırken tercih edilen yol, sürecin işleyişiyle beraber, ulaşılan sonucun niteliğini de etkileyebilmektedir. Aynı tasarım probleminin çözümüne yönelen farklı stratejiler, problemi anlamlandırma biçimini, çözüm üretme yönelimini ve ortaya çıkan tasarım çıktısını farklı şekillerde biçimlendirebilir. Bu nedenle tasarım eğitiminde, tasarımcıyı çıktıya götüren stratejik yapının da incelenmesi önem taşımaktadır. Bu araştırma, tasarımda soyutlama becerisinin gelişmesi bağlamında iki farklı stratejiyi karşılaştırmayı amaçlamaktadır: aşamalı kısıtlama kurgusu ve aşamalı detaylandırma kurgusu.

Çalışmada, her iki stratejide de son tasarım problemi aynı tutulmuştur: seçilen bir hayvanın kendine özgü hareket biçiminin soyut, hareketli bir makete dönüştürülmesi. Ancak bu son probleme ulaşmadan önce izlenen hazırlık aşamaları farklı biçimde kurgulanmıştır. Aşamalı kısıtlama yaklaşımında öğrenciler, artan görevsel sınırlamalar içinde mekanik ve yapısal ilişkiler üzerinden ilerlerken; aşamalı detaylandırma yaklaşımında seçilen canlının özellikleri, yapısı ve hareket mantığı giderek derinleşen çözümlemeler aracılığıyla ele alınmıştır. Araştırmada her iki stratejiye yönelik veriler aynı soru yapısına sahip geri bildirim formları aracılığıyla toplanmış; kapalı uçlu sorular yüzdelerle dağılımlar üzerinden, açık uçlu yanıtlar ise tematik analiz yoluyla değerlendirilmiştir.

Bulgular, her iki stratejinin de son soyutlama görevini desteklediğini; ancak farklı öğrenme alanlarını öne çıkardığını göstermektedir. Aşamalı kısıtlama kurgusu daha çok mekanizma geliştirme, bilgi transferi ve taklitten uzaklaşma yönünde etkili görünürken; aşamalı detaylandırma kurgusu hareketin özgün niteliğini anlama, yapısal çözümleme ve hareketi ürüne aktarma yönünde daha belirgin katkılar sunmaktadır. Sonuç olarak çalışma, soyutlama becerisinin gelişiminde tek bir yol yerine, farklı stratejik kurguların farklı bilişsel katkılar üretebildiğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Tasarım stratejisi, aşamalı kısıtlama, aşamalı detaylandırma, soyutlama becerisi.

A COMPARISON OF TWO DIFFERENT STRATEGIES FOR THE DEVELOPMENT OF ABSTRACTION SKILLS IN DESIGN: PROGRESSIVE CONSTRAINT AND PROGRESSIVE DETAILING FRAMEWORKS

ABSTRACT

When initiating a design process, the chosen path can influence not only how the process unfolds but also the nature of the final outcome. Different strategies directed toward solving the same design problem may shape the interpretation of the problem, the orientation of solution generation, and the resulting design output in different ways. For this reason, in design education, it is important to examine the strategic structure that leads the designer to the final outcome. This study aims to compare two different strategies in the context of developing abstraction skills in design: the progressive constraint approach and the progressive detailing approach.

In the study, the final design problem was kept the same in both strategies: transforming the distinctive movement of a selected animal into an abstract kinetic model. However, the preparatory stages leading to this final problem were structured differently. In the progressive constraint approach, students advanced through mechanical and structural relationships under increasingly imposed task constraints; whereas in the progressive detailing approach, the characteristics, structure, and movement logic of the selected creature were addressed through progressively deepening analyses. Data for both strategies were collected through feedback forms with the same question structure; closed-ended questions were evaluated through percentage distributions, while open-ended responses were analyzed through thematic analysis. The findings indicate that both strategies supported the final abstraction task, but each emphasized different areas of learning. The progressive constraint approach appeared to be more effective in terms of mechanism development, knowledge transfer, and moving away from imitation; while the progressive detailing approach offered more distinct contributions in understanding the unique quality of movement, structural analysis, and translating movement into a product. In conclusion, the study demonstrates that, rather than a single path, different strategic frameworks can produce different cognitive contributions in the development of abstraction skills.

Keywords: Design strategy, progressive constraint, progressive detailing, abstraction skill.

1. INTRODUCTION

The path preferred for initiating a design process may affect both the course of the process and the nature of the outcome achieved. Different strategies aiming to reach the solution of the same

design problem may shape the way designers make sense of the problem, their orientation toward producing solutions, and the outputs in different ways. In addition, the strategy preferred may provide individuals with different forms of support in developing design skills. For this reason, the present study examines different strategic structures in design education that lead to the final outcome.

The study compares two different design strategies directed toward the problem of abstracting the movement of living beings. The first is the progressive constraint framework, which leads the designer through gradually increasing task-based limitations. The second is the progressive detailing framework, which enables the individual to analyze the chosen living being in progressively greater detail. In both strategies, the final design problem was kept the same: transforming the unique movement of the selected animal into an abstract kinetic model.

The aim of the research is to comparatively evaluate the effects of these two strategies on design students' ways of making sense of the final abstraction task, their level of benefiting from the previous stages, their knowledge transfer, and their way of experiencing the design process. In this way, the study seeks to demonstrate which areas of learning are brought to the fore by different strategic frameworks in the teaching of movement abstraction.

2. THEORETICAL FRAMEWORK

2.1. Abstraction skill in design education

Abstraction is addressed in design education not as the carrying over of all the visible features of an observed phenomenon, but as the ability to select its meaning-generating relationships and transform them into a new design order; moreover, abstraction skill has been shown not to be a single, unified ability, but rather one composed of sub-skills such as observing, distinguishing, and transforming at an appropriate level (Yagisawa & Iijima, 2023). For this reason, abstraction should be understood not only as the formal simplification visible in the final product, but also as a cognitive process of selection in which the designer decides what to take as essential.

Current pedagogical frameworks that argue that abstraction should be treated as a teachable skill emphasize that this skill can be developed through appropriate intermediate steps and clearly structured tasks (Begum et al., 2025). Especially in early design education, it is stated that directing students not immediately toward the act of designing, but first toward careful observation and interpretation, can enhance the quality of abstraction (Park et al., 2023). In this context, movement abstraction presents a more complex field of learning than form abstraction. This is because, beyond form itself, it also requires an understanding of dynamic relationships

such as direction, rhythm, repetition, and structural continuity, which may be associated with Gestalt principles in basic design (Begum et al., 2025). Therefore, learning movement abstraction can be regarded as a multilayered problem in design education, one that requires the student to recognize not only “what is seen” but also “which relationship is being carried forward.”

2.2. Strategy selection and mental orientation in the design process

Approaching the same problem through different initial strategies in design education may alter both the learning experience and the logic of solution generation by directing students’ attention toward different areas (Oo et al., 2024). In research on design fixation, Crilly explains that students may become excessively attached either to the examples provided or to their own initial ideas, and that this can narrow the range of new solution possibilities. Studies conducted in this context show that the examples presented at the outset, the structures of the tasks, and the way the process is framed can influence what students later come to see as important and which solution spaces they concentrate on (Crilly, 2019). For this reason, in design education, it is also important through which line of thinking the student is directed toward production. Studies on comparative studio pedagogies show that different teaching approaches can generate different patterns of participation, analysis, and decision-making among students (Al-Ayash, 2025). In this respect, strategy selection may be regarded not only as a decision related to the organization of practice, but also as a design decision that shapes the student’s mental relationship with the problem.

2.3. The potential of progressive constraint and progressive detailing

Tromp and Baer define constraints as tools that limit the creative stages of the design process, while at the same time focusing attention and making the range of options more manageable. At this point, they state that constraints have two main functions: directing the student’s attention toward certain possibilities and excluding certain others (Tromp & Baer, 2022). For this reason, a progressive constraint framework may encourage the student to move away from ready-made solution paths by placing them within new boundaries defined as a solution space that has been narrowed, yet established as an intensive thinking environment.

On the other hand, structures based on detailing aim to enable the student to understand the phenomenon taken as reference in a layered manner (Begum et al., 2025). Here, instructional frameworks are constructed to proceed through a logic of first observation, then structural analysis, and then transformation, and in this way design decisions are expected to be made through a more conscious process (Yagisawa & Iijima, 2023). From this perspective,

progressive detailing may provide the ground for the student to identify more clearly what is being abstracted, whereas progressive constraint may provide the ground for the student to question more intensively how abstraction is to be carried out.

3. RESEARCH METHODOLOGY

This study was structured as a mixed-method comparative intervention study aiming to compare the effects of two different design strategy frameworks for the abstraction of living movement on student experiences. The research addressed two different implementation frameworks: one based on progressive constraint and the other on progressive detailing. Although both approaches were directed toward the same final design problem, they proposed different preparatory stages before reaching that outcome.

3.1. Research design

The study is a comparative intervention study that collected data from two separate student groups through a feedback form with the same question structure. In both implementations, students encountered, at the final stage, the task of transforming the unique movement of an animal into an abstract kinetic model. The quantitative data obtained from the closed-ended questions were descriptively compared through percentage distributions, while the open-ended data were interpreted through thematic analysis.

In the comparison, because some of the response options differed in their level of detail, options with similar meanings were brought together under broader categories. In this way, the tendencies of the two separate student groups could be evaluated on a common comparative basis.

3.2. Study group and implementation processes

Both groups in the study consisted of first-year industrial design students from the same university. The study was conducted over two consecutive academic years, with the progressive detailing framework applied in one semester and the progressive constraint framework applied in the other.

3.2.1. Progressive constraint strategy

In the progressive constraint strategy, students went through a three-stage process. In the first stage, they were asked to design a simple opening-closing mechanism. At this stage, independently opening lids, systems taking moment from a single hinge-like point, and shutter systems were prohibited, since these were considered among the most common and most immediately conceived solution paths. In the second stage, students developed multi-part systems consisting of interconnected components. The outputs of the first stage constituted the

constraint for the second stage. By the end of the first stage, no system that students had experienced—whether used in their own project or observed in their classmates' projects—was allowed to be repeated. In the third and final stage, students abstracted the distinctive movement of a selected animal and transformed it into a kinetic model. This approach aims to lead students away from ready-made solution patterns through progressively increasing constraints and to establish the logic of abstraction not through formal resemblance, but through tracing the mechanism.

3.2.2. Progressive detailing strategy

In the progressive detailing strategy, the process also proceeded in three stages. In the first stage, students were asked to analyze the distinctive characteristics of their selected animal through two-dimensional sketches. In the second stage, static wire models were produced in order to understand the structural relationships that sustain the animal's logic of balance. In the final stage, students transformed the unique movement of the selected animal into an abstract kinetic model. This approach aims to prepare students for the final abstraction problem through detailed analysis, layered examination, and an understanding of the structural logic of movement.

3.3. Data collection tool

A feedback form with the same structure was used for both groups in the research. The form consisted of a total of five items. In the first four items, a closed-ended evaluation question was followed by a short open-ended explanation field, while in the final item, students were provided with an open-ended space in which they could write additional opinions and suggestions.

The main focal points of the form were as follows:

1. The interpretability of the final task without prior preparation
2. The contribution of the preliminary stages to the final task
3. The transfer of knowledge and mechanism solutions from the previous stages to the final stage
4. The effect of the three-stage structure on the final product

3.4. Data analysis

The data obtained from the closed-ended questions were analyzed through percentage distributions. The comparison between the progressive constraint and progressive detailing groups was made on the basis of percentage ratios. The open-ended responses, on the other hand, were evaluated through thematic analysis. In this process, student statements were read

according to recurring patterns of meaning, initial codes were generated, and similar codes were combined under higher-level themes. In this way, the comparison was established both through numerical tendencies and through how students made sense of the process.

Accordingly, while both of these approaches address the same design problem, one may be considered a strategy that reorganizes the focus of attention, whereas the other may be regarded as a strategy that increases the depth of analysis.

4. FINDINGS

4.1. Comparative findings on the necessity of the preparatory stages

The data obtained from the two strategies show that the great majority of students thought they would have difficulty carrying out the final movement abstraction task at the same level without prior preparation. In the progressive constraint group, 97% of the students stated that the final task would be difficult without the preliminary stages, while in the progressive detailing group this rate was 100%. While a small portion of the students in the constraint group thought that they could complete the task without difficulty, no such evaluation was observed in the detailing group.

This indicates that both approaches functioned as a form of preparation for students. At the same time, the fact that students in the progressive detailing group emphasized “serious difficulty” at a higher rate suggests that, in this strategy, the preliminary stages were perceived as more constitutive in terms of making sense of the final task.

4.2. Comparative findings on the contribution of the preliminary stages

The contribution of the preliminary stages to the final task was evaluated strongly positively in both groups. In the progressive constraint group, 84% of the students stated that the preliminary stages made a positive contribution to the final task. In the progressive detailing group, this rate reached 100%. While the emphasis on a high level of contribution appeared more dominant in the constraint group, in the detailing group the contribution was distributed entirely between the options of “very large” and “partial.”

This finding shows that both strategies made a positive contribution to students’ preparation process for the final task. However, the nature of this contribution differs between the two approaches. In the constraint group, the contribution was felt more through establishing systems and understanding mechanical logic, whereas in the detailing group it became visible through analyzing the selected animal, understanding movement, and structural preparation.

4.3. Comparative findings on knowledge transfer and the use of mechanisms

High rates were observed in both groups in terms of knowledge transfer. In the progressive constraint group, 81% of the students stated that they transferred the mechanism knowledge they had acquired in the previous stages to the final stage, either directly or partially. In the progressive detailing group, this rate was 92%. The proportion of students who stated that they constructed the final stage entirely from scratch was lower in the detailing group.

This result suggests that, in the progressive detailing strategy, knowledge transfer took place in a more continuous manner. Although strong transfer was also observed in the constraint group, it is understood that some students felt the need to reconstruct the final stage. This difference shows that the two approaches diverge in the way accumulated knowledge is carried forward.

4.4. Comparative findings on the effect of the three-stage structure on the final product

Both groups thought that the resulting design would have been weaker if the three-stage structure had not existed. In the progressive constraint group, 91% of the students stated that the result would have been worse without this structure. In the progressive detailing group, the same rate was 92%. In both groups, only a very small number of students thought that the outcome would not have changed, and in neither group did the evaluation of “it would have been better” become dominant.

This indicates that both strategies were perceived by students as structures that affect the quality of the final product. The percentage-based comparison results by question are presented in Table 1.

Table 1. Percentage-Based Comparison by Question

Criterion	Progressive Constraint	Progressive Detailing
Finding the final task difficult without prior preparation	97%	100%
Thinking that the preliminary stages made a positive contribution	84%	100%
Making knowledge transfer (directly + partially)	81%	92%
Thinking that the outcome would be worse without the three-stage structure	91%	92%

4.5. Comparative Thematic Analysis of the Open-Ended Responses

The comparative thematic analysis of the open-ended responses shows that the two strategies generated different areas of cognitive emphasis.

In the progressive constraint framework, the most prominent themes were learning the logic of mechanisms, moving away from ready-made solution patterns, making the distinction between abstraction and imitation more visible, difficulty in establishing systems, and knowledge transfer. Student responses suggest that this strategy particularly supported relational thinking, distancing from formal resemblance, and reconstructing movement as an operating system.

In the progressive detailing framework, the themes that came to the fore were understanding the unique movement of the animal, structural analysis, thinking through joints, balance, and the muscular system, integrating movement into the product, step-by-step analytical learning, and the legibility of the relationship between the reference animal and the abstract output. This strategy appears to support students more in analyzing the living being and recognizing the distinctive quality of its movement.

This comparison shows that the progressive constraint approach is more concentrated on the discipline of abstraction and the construction of mechanical systems, whereas the progressive detailing approach is more concentrated on movement analysis and representational accuracy. The comparative evaluation of the two strategies addressed in the learning of movement abstraction is presented in Table 2.

Table 2. Evaluation and Comparison of Two Strategies in Learning Movement Abstraction

Evaluation Dimension	Progressive Constraint	Progressive Detailing
Core mode of thinking	By imposing constraints	By deepening analysis
Main area of student focus	Mechanism and system logic	The structure and distinctive quality of movement
Prominent cognitive process	Establishing relationships, generating solutions, moving away from imitation	Analyzing, distinguishing, understanding through structuring
Knowledge transfer	Strong	Strong
Perceived importance of the preliminary stages	High	Very high and more pronounced
Perceived effect on the final product	Positive	Positive
Most challenging area	Transforming an idea into a working system	Translating movement accurately and legibly
Most prominent contribution	Supporting the logic of abstraction and system building	Supporting movement analysis and meaningful translation

5. DISCUSSION AND CONCLUSION

This comparative study shows that both frameworks provide an effective preparatory ground for teaching the abstraction of living movement. In both the progressive constraint and progressive detailing groups, students stated that the final task would have been more difficult without the preliminary stages and that the three-stage structure positively affected the quality of the final product. This commonality suggests that movement abstraction may be handled more productively as a gradual learning process rather than as a directly assigned one-step task. At the same time, the two strategies prepare students for the same outcome through different paths. The progressive constraint strategy appears to be more distinct in moving students away from ready-made solution patterns, making the logic of mechanisms visible, and helping them recognize the difference between abstraction and imitation. In this respect, it offers a structure focused on reconstructing movement as a working system.

The progressive detailing strategy, on the other hand, directs students to analyze the selected living being more closely, to identify the distinctive quality of its movement, and to establish a deeper connection with the reference object before abstraction. This approach forms a more analytical line of learning, especially in terms of transferring movement into the product, preserving the uniqueness of the selected movement, and carrying out structural analysis.

Accordingly, this study shows that one of these two strategies cannot be definitively substituted for the other, and that different strategic frameworks may be more effective for different learning layers of movement abstraction. If the aim is to move students away from direct formal resemblance, strengthen mechanical thinking, and support relational abstraction skills, progressive constraint appears to be more suitable. If the aim is to analyze the selected living being in greater detail, understand the structural logic of movement, and strengthen representational accuracy, progressive detailing may be more functional.

For this reason, in the teaching of movement abstraction, it is more meaningful to consider these two strategies not as mutually exclusive but as complementary pedagogical structures. For future studies, one of the most productive directions may be the development of hybrid teaching frameworks that combine the strengths of these two strategies.

6. LIMITATIONS AND FUTURE STUDIES

In this study, the data were obtained largely from feedback forms based on students' self-evaluations. For this reason, the results provide strong indicators regarding students' perceptions; however, they do not replace direct performance measurement.

In future studies, it may be useful to reapply the two frameworks by also including process observations and jury evaluations, and to compare the project outputs systematically. In addition, testing hybrid frameworks in which progressive constraint and progressive detailing strategies are used together in the teaching of movement abstraction may reveal in which sequences and combinations these two approaches produce more effective results.

REFERENCES

- Al-Ayash, A. A. (2025). Design Studio Pedagogy: A Comparative Study of Teaching Approaches. *Dirasat: Human & Social Sciences*, 52(6).
- Begum, M., Crossley, J., Strömbäck, F., Akrida, E., Alpizar-Chacon, I., Evans, A., ... & Thorgeirsson, S. (2025). A pedagogical framework for developing abstraction skills. In *2024 Working Group Reports on Innovation and Technology in Computer Science Education* (pp. 258-299).
- Crilly, N. (2019). Creativity and fixation in the real world: A literature review of case study research. *Design Studies*, 64, 154-168.
- Oo, T. Z., Kadyirov, T., Kadyjrova, L., & Józsa, K. (2024). Design-based learning in higher education: Its effects on students' motivation, creativity and design skills. *Thinking Skills and Creativity*, 53, 101621.
- Park, E. J., Lee, K., & Kang, E. (2023). The impact of research and representation of site analysis for creative design approach in architectural design studio. *Thinking Skills and Creativity*, 48, 101271.
- Tromp, C., & Baer, J. (2022). Creativity from constraints: Theory and applications to education. *Thinking Skills and Creativity*, 46, 101184.
- Yagisawa, M., & Iijima, J. (2023). A drawing education programme focusing on enhancing abstraction ability. *Proceedings of the Design Society*, 3, 1-8.

KÜLTÜREL MİRAS VE EKOLOJİ ARASINDA YEDİKULE BOSTANLARI: DEĞİŞİM VE SÜREKLİLİĞİN SANATSAL TEMSİLİ

Medine İRAK

Istanbul Atlas University, Faculty of Art, Design and Architecture, Department of Industrial Design,
34408, Kağıthane/Istanbul

ORCID: 0000-0001-9329-7146

ÖZET

Yedikule Bostanları, İstanbul'un tarihsel kara surları boyunca yüzyıllardır varlığını sürdüren kentsel tarım alanları olarak kültürel miras ile ekolojik pratiklerin kesiştiği özgün bir kültürel peyzaj oluşturmaktadır. Bizans döneminden günümüze uzanan bostancılık geleneği, bölgenin yalnızca bir üretim alanı değil, aynı zamanda yerel bilgi birikiminin, toplumsal ilişkilerin ve insan-doğa etkileşiminin şekillendiği bir yaşam alanı olarak gelişmesine katkı sağlamıştır. Kentleşme, planlama müdahaleleri ve dönüşüm süreçleri bu alanın kullanımını zaman zaman değiştirmiş olsa da bostanların mekânsal ve kültürel sürekliliği büyük ölçüde korunmuştur.

Bu çalışma, Yedikule Bostanları'nı kültürel miras ve ekoloji arasındaki ilişki bağlamında ele alarak, bu alanın tarihsel süreç içindeki değişim ve sürekliliğini sanat temelli bir araştırma yaklaşımıyla incelemeyi amaçlamaktadır. Araştırma, alan gözlemleri ve görsel kayıtlar doğrultusunda gerçekleştirilen çizim ve video üretimlerini içeren pratik temelli bir yöntem üzerine kuruludur. Saha çalışmaları sırasında bostanların mekânsal örgütlenmesi, üretim pratikleri ve surlarla kurduğu ilişki incelenmiş; elde edilen gözlemler sanatsal üretim aracılığıyla yorumlanmıştır.

Çizim çalışmaları, bostanların katmanlı mekânsal yapısını ve tarihsel sürekliliğini görsel bir araştırma aracı olarak ele alırken, video çalışması mekânın zaman içindeki dönüşümünü ve insan-doğa ilişkisini hareketli görüntü aracılığıyla ifade etmektedir. Bu sanatsal yaklaşım, Yedikule Bostanları'nın yalnızca fiziksel bir üretim alanı değil, aynı zamanda kültürel ve ekolojik bir hafıza mekânı olduğunu ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak çalışma, sanat temelli araştırma yöntemlerinin kentsel kültürel peyzajların anlaşılması ve yorumlanmasında önemli bir araç olabileceğini göstermekte ve Yedikule Bostanları'nın kültürel-ekolojik değerlerinin görünür kılınmasına katkı sunmayı amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yedikule Bostanları, Kültürel Peyzaj, Kültürel Miras, Ekoloji, Sanat Temelli Araştırma

YEDIKULE GARDENS BETWEEN CULTURAL HERITAGE AND ECOLOGY: THE ARTISTIC REPRESENTATION OF CHANGE AND CONTINUITY

ABSTRACT

Yedikule Gardens constitute a unique cultural landscape where cultural heritage and ecological practices intersect, as urban agricultural areas that have existed for centuries along the historic land walls of Istanbul. The tradition of market gardening, which dates back to the Byzantine period and continues to the present day, has contributed to the development of the area not only as a site of agricultural production but also as a living space shaped by local knowledge, social relations, and human–nature interactions. Although processes such as urbanization, planning interventions, and urban transformation have periodically altered the use of this area, the spatial and cultural continuity of the gardens has largely been preserved.

This study examines Yedikule Gardens within the context of the relationship between cultural heritage and ecology, aiming to explore the change and continuity of this landscape through an art-based research approach. The research is grounded in a practice-based methodology that includes drawing and video production developed through field observations and visual documentation. During the fieldwork, the spatial organization of the gardens, their production practices, and their relationship with the historic walls were examined, and these observations were interpreted through artistic production.

The drawing works function as a visual research tool that investigates the layered spatial structure of the gardens and their historical continuity, while the video work expresses the transformation of the space over time and the human–nature relationship through moving images. This artistic approach reveals that Yedikule Gardens are not merely physical sites of agricultural production but also spaces of cultural and ecological memory.

In conclusion, the study demonstrates that art-based research methods can serve as an important tool for understanding and interpreting urban cultural landscapes and aims to contribute to making the cultural and ecological values of Yedikule Gardens more visible.

Keywords: Yedikule Gardens, Cultural Landscape, Cultural Heritage, Ecology, Art-Based Research.

1. GİRİŞ

Kentler yalnızca mimari yapılar ve fiziksel altyapılar aracılığıyla değil, aynı zamanda üretim pratikleri, kültürel alışkanlıklar ve ekolojik ilişkiler aracılığıyla şekillenmektedir. Bu bağlamda kentsel tarım alanları, kentlerin kültürel ve ekolojik sürekliliğini anlamak açısından önemli mekânsal oluşumlar olarak değerlendirilmektedir (Mougeot, 2005). Tarihsel kentlerde yer alan

bu tür üretim alanları, yalnızca ekonomik faaliyetlerin yürütüldüğü mekânlar olmanın ötesinde, toplumsal ilişkilerin, yerel bilgi birikiminin ve insan-doğa etkileşiminin görünür olduğu kültürel peyzaj alanları olarak da önem taşımaktadır. İstanbul'un tarihsel kara surları boyunca uzanan Yedikule Bostanları bu bağlamda kentin kültürel ve ekolojik mirasının önemli bir parçasını oluşturmaktadır.

Yüzyıllardır sürdürülen bostancılık geleneği, Yedikule çevresindeki alanların yalnızca bir üretim alanı olarak değil, aynı zamanda toplumsal yaşamın ve yerel bilgi aktarımının gerçekleştiği bir mekân olarak gelişmesine katkı sağlamıştır (Kaldjian, 2004). Bizans döneminden Osmanlı dönemine ve günümüze kadar uzanan bu üretim geleneği, kentin sürekliliğini temsil eden önemli bir kültürel miras unsuru olarak kabul edilmektedir. Bu süreklilik yalnızca tarımsal üretim pratiklerinde değil, aynı zamanda mekânsal örgütlenme biçimlerinde, kullanılan tarım tekniklerinde ve bostan kültürünün kuşaktan kuşağa aktarılan yerel bilgisi içinde de izlenebilmektedir. Bu nedenle Yedikule Bostanları, insan emeği ile doğal çevrenin birlikte şekillendirdiği özgün bir kültürel-ekolojik peyzaj olarak değerlendirilebilir.

Ancak modern kentleşme süreçleri, nüfus artışı, planlama politikaları ve kentsel dönüşüm projeleri bu tür tarihsel peyzaj alanlarının kullanım biçimlerinde önemli değişimlere yol açmıştır. Özellikle son yıllarda gerçekleştirilen rekreasyon projeleri ve farklı planlama yaklaşımları, bostanların mekânsal yapısında ve kullanım biçimlerinde dönüşümlere neden olmuştur (Değirmenci & Özkır, 2017). Buna rağmen Yedikule Bostanları, tarihsel sürekliliği ve mekânsal belleği koruyan nadir kentsel peyzaj alanlarından biri olarak varlığını sürdürmektedir. Bu alan, geçmişten günümüze uzanan üretim pratikleri aracılığıyla kentin kültürel hafızasını taşıyan önemli bir mekân olarak değerlendirilebilir.

Bu çalışma, Yedikule Bostanları'nı kültürel miras ve ekoloji arasındaki ilişki bağlamında ele alarak bu alanın tarihsel süreç içindeki değişim ve sürekliliğini incelemeyi amaçlamaktadır. Araştırma, sanat temelli bir yaklaşım çerçevesinde geliştirilmiş olup, mekânın kültürel ve ekolojik katmanlarını görünür kılmayı hedefleyen görsel üretim süreçlerine dayanmaktadır. Çalışmanın çıkış noktası, sanatın yalnızca estetik bir ifade biçimi değil aynı zamanda mekânsal ve kültürel araştırma için alternatif bir yöntem olarak kullanılabileceği düşüncesidir.

Bu bağlamda araştırma kapsamında gerçekleştirilen sanatsal üretimler, Yedikule çevresindeki mekânsal ve ekolojik ilişkileri incelemeyi amaçlayan çizim, fotoğraf ve video çalışmalarını içermektedir. Bu üretimlerde surların topografyası, bostanların mekânsal düzeni, üretim alanlarının katmanlı yapısı ve insan-doğa etkileşimi görsel anlatım araçları aracılığıyla ele alınmıştır. Fotoğraf çalışmaları mekânın güncel durumunu ve gündelik üretim pratiklerini

belgeleyen bir görsel kayıt niteliği taşıırken; çizim çalışmaları mekânın katmanlı yapısını, tarihsel sürekliliğini ve peyzaj içindeki ilişkilerini araştıran analitik bir araç olarak kullanılmıştır. Video çalışmaları ise mekânın zamansal boyutunu, hareketi ve üretim süreçlerini görünür kılarak Yedikule Bostanları'nın dinamik yapısını ortaya koymayı amaçlamaktadır.

Sanatsal üretim sürecinde özellikle hafıza, süreklilik ve değişim kavramları araştırmanın temel kavramsal çerçevesini oluşturmaktadır. Yedikule Bostanları, tarihsel üretim pratikleri aracılığıyla kentsel hafızanın önemli bir taşıyıcısı olarak değerlendirilebilir. Bu alanın mekânsal yapısı ve üretim biçimleri, geçmişten günümüze aktarılan kültürel bilgiyi ve yerel pratikleri barındırmaktadır. Ancak aynı zamanda kentleşme süreçleri ve planlama müdahaleleri bu alanın dönüşümünü de beraberinde getirmiştir. Dolayısıyla Yedikule Bostanları hem sürekliliğin hem de değişimin birlikte gözlemlenebildiği bir kültürel peyzaj alanı olarak ele alınabilir.

Bu çalışma, söz konusu değişim ve süreklilik ilişkisini sanatsal temsil aracılığıyla görünür kılmayı amaçlamaktadır. Çizim, fotoğraf ve video üretimleri aracılığıyla gerçekleştirilen bu araştırma, Yedikule Bostanları'nın kültürel ve ekolojik katmanlarını inceleyerek mekânın hafıza ve süreklilik bağlamındaki anlamını ortaya koymayı hedeflemektedir. Bu doğrultuda çalışma, sanat temelli araştırma yöntemlerinin kentsel kültürel peyzajların okunması ve yorumlanmasında nasıl bir rol oynayabileceğini tartışmayı amaçlamaktadır.

2. YÖNTEM

Bu araştırma sanat temelli ve pratik odaklı bir yöntem üzerine kurulmuştur. Araştırma sürecinde saha gözlemleri, mekânsal analizler ve görsel kayıtlar temel veri kaynaklarını oluşturmuştur. Yedikule Bostanları çevresinde gerçekleştirilen saha çalışmaları sırasında bostanların mekânsal düzeni, üretim pratikleri ve surlarla kurdukları ilişki gözlemlenmiştir.

Araştırmanın sanatsal üretim aşamasında ise çizim ve video çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Çizimler bostanların topografik yapısını, üretim alanlarının mekânsal düzenini ve surlarla olan ilişkisini inceleyen görsel analiz araçları olarak kullanılmıştır. Video çalışması ise mekânın zamansal boyutunu ve gündelik üretim pratiklerini görünür kılmayı amaçlamaktadır.

3. BULGULAR VE DEĞERLENDİRME

Bu araştırma kapsamında gerçekleştirilen saha gözlemleri, görsel kayıtlar ve sanatsal üretim süreçleri, Yedikule Bostanları'nın çok katmanlı bir kültürel peyzaj alanı olduğunu ortaya koymaktadır. Alanın mekânsal düzeni, tarihsel kara surlarıyla kurduğu ilişki, topografik özellikleri ve geleneksel üretim pratikleri birlikte değerlendirildiğinde bostanların yalnızca bir tarımsal üretim alanı değil, aynı zamanda tarihsel, kültürel ve ekolojik katmanların iç içe geçtiği özgün bir kentsel peyzaj sistemi oluşturduğu görülmektedir. Kentsel tarım alanlarının kent

içindeki kültürel ve ekolojik sürekliliği destekleyen mekânlar olduğu yönündeki çalışmalar da bu değerlendirmeyi desteklemektedir (Mougeot, 2005).

Saha gözlemleri, bostanların mekânsal organizasyonunun büyük ölçüde surların topografyası ve çevresel koşullarla ilişkili olarak şekillendiğini göstermektedir. Tarihsel savunma yapılarıyla komşu konumda bulunan üretim alanları, surların oluşturduğu mikro-topografik yapıdan yararlanarak gelişmiş ve bu durum alanın üretim pratiklerini doğrudan etkilemiştir. Toprak kullanımı, bitki çeşitliliği ve üretim alanlarının düzeni, uzun yıllar boyunca oluşmuş yerel bilgi birikiminin mekâna yansımaları olarak değerlendirilebilir (Kaldjian, 2004).

Araştırma bulguları aynı zamanda Yedikule Bostanları'nın güçlü bir mekânsal hafıza barındırdığını göstermektedir. Tarihsel sur yapıları ile tarımsal üretim alanlarının birlikte varlığı, kentin geçmişten günümüze uzanan çok katmanlı yapısını görünür kılmaktadır. Bu durum, bostanların yalnızca fiziksel bir peyzaj alanı değil, aynı zamanda kültürel miras ve toplumsal üretim pratiklerinin sürekliliğini taşıyan bir kültürel peyzaj alanı olduğunu ortaya koymaktadır (Taylor & Lennon, 2011).

Bununla birlikte kentleşme ve planlama müdahaleleri, bostanların kullanım biçimlerinde belirli değişimlere yol açmıştır. Ancak bu dönüşümlere rağmen geleneksel üretim faaliyetlerinin belirli ölçüde devam ettiği görülmektedir. Bu durum, Yedikule Bostanları'nın hem değişim hem de süreklilik dinamiklerinin birlikte gözlemlenebildiği bir kentsel peyzaj alanı olduğunu göstermektedir. Sanat temelli araştırma kapsamında gerçekleştirilen çizim, fotoğraf ve video üretimleri de bu çok katmanlı yapının analiz edilmesine katkı sağlamış ve alanın mekânsal düzeni ile kültürel-ekolojik ilişkilerinin görsel olarak yorumlanmasına olanak tanımıştır (Sullivan, 2010; Leavy, 2017).

4. KÜLTÜREL PEYZAJ VE KENTSEL EKOLOJİ

Kültürel peyzaj kavramı, insan faaliyetleri ile doğal çevre arasındaki karşılıklı etkileşim sonucunda ortaya çıkan mekânsal, kültürel ve ekolojik katmanları ifade eden çok boyutlu bir kavramsal çerçeveyi kapsamaktadır. Bu kavram özellikle kültürel miras çalışmalarında önemli bir yer tutmakta ve tarihsel süreç içinde şekillenen insan-doğa ilişkilerinin korunması ve anlaşılması açısından temel bir yaklaşım sunmaktadır. UNESCO tarafından geliştirilen kültürel peyzaj tanımı, insan topluluklarının doğal çevre ile kurdukları ilişkiler sonucunda ortaya çıkan peyzajların yalnızca fiziksel mekânlar olarak değil, aynı zamanda kültürel anlam, tarihsel birikim ve toplumsal pratikleri barındıran bütüncül sistemler olarak ele alınması gerektiğini vurgulamaktadır (UNESCO, 2013). Bu bağlamda kültürel peyzaj kavramı; mimari yapılar,

tarım alanları, üretim biçimleri, sosyal pratikler ve ekolojik süreçler arasındaki karşılıklı ilişkileri birlikte değerlendiren disiplinler arası bir yaklaşım sunmaktadır.

Kültürel peyzajların oluşumu çoğu zaman uzun tarihsel süreçler boyunca şekillenen insan faaliyetlerinin doğal çevre ile kurduğu karşılıklı etkileşimlere dayanmaktadır. Bu nedenle kültürel peyzajlar yalnızca fiziksel mekânsal düzenlemelerden ibaret değildir; aynı zamanda kolektif hafızayı, yerel bilgi sistemlerini, üretim pratiklerini ve toplumsal yaşam biçimlerini içeren çok katmanlı bir yapı göstermektedir. Tarımsal üretim alanları, su yönetim sistemleri, geleneksel üretim teknikleri ve yerel bilgi aktarımı bu peyzajların önemli bileşenleri arasında yer almaktadır (Taylor & Lennon, 2011). Bu açıdan bakıldığında kültürel peyzaj kavramı yalnızca geçmişe ait bir miras alanını tanımlamakla kalmaz; aynı zamanda bu alanların günümüzde de devam eden dinamik süreçler aracılığıyla yeniden üretildiğini ortaya koymaktadır. Böylece kültürel peyzajlar, geçmişten günümüze uzanan kültürel sürekliliğin mekânsal karşılıkları olarak değerlendirilmektedir.

Bu bağlamda Yedikule Bostanları, insan emeği ile doğal çevrenin birlikte şekillendirdiği özgün bir kültürel peyzaj örneği olarak değerlendirilebilir. İstanbul'un tarihsel kara surları boyunca yer alan bu bostanlar, yüzyıllardır devam eden kentsel tarım pratikleri aracılığıyla hem üretim faaliyetlerinin sürdürüldüğü hem de kültürel ve ekolojik ilişkilerin şekillendiği bir mekânsal sistem oluşturmaktadır. Bu alanın tarihsel sürekliliği yalnızca fiziksel mekânsal düzenlemelerde değil; aynı zamanda üretim pratiklerinde, tarım tekniklerinde ve bostancılık kültürünün kuşaktan kuşağa aktarılan yerel bilgi sistemlerinde de gözlemlenebilmektedir. Bu nedenle Yedikule Bostanları, kent içinde tarihsel üretim pratiklerinin günümüze kadar ulaşabildiği nadir kentsel peyzaj alanlarından biri olarak değerlendirilmektedir (Kaldjian, 2004).

Kültürel peyzaj bağlamında değerlendirildiğinde Yedikule Bostanları, kentin tarihsel gelişim sürecini yansıtan önemli mekânsal katmanları da içermektedir. Bu alanın surlarla kurduğu fiziksel ve mekânsal ilişki, kentsel savunma yapıları ile üretim alanları arasındaki tarihsel etkileşimi ortaya koymaktadır. Aynı zamanda bostanların topografya ile kurduğu ilişki, su kaynaklarının kullanımı, üretim alanlarının mekânsal organizasyonu ve tarımsal faaliyetlerin sürekliliği bu alanın kültürel peyzaj niteliğini güçlendiren unsurlar arasında yer almaktadır. Bu özellikler, Yedikule Bostanları'nın yalnızca bir tarım alanı değil; aynı zamanda tarihsel, kültürel ve ekolojik süreçlerin birlikte gözlemlenebildiği çok katmanlı bir kentsel peyzaj alanı olduğunu göstermektedir.

Kültürel peyzaj kavramı ile yakından ilişkili olan bir diğer yaklaşım ise kentsel ekoloji kavramıdır. Kentsel ekoloji, kent içinde var olan doğal sistemler ile insan faaliyetleri arasındaki ilişkileri inceleyen disiplinler arası bir araştırma alanı olarak tanımlanmaktadır. Bu yaklaşım kentleri yalnızca yoğun yapılaşma alanları olarak değil, aynı zamanda doğal süreçlerin ve ekolojik sistemlerin devam ettiği karmaşık ekosistemler olarak ele almaktadır (Beatley, 2011). Kent içindeki yeşil alanlar, parklar, su sistemleri ve tarım alanları bu ekolojik sistemlerin önemli bileşenleri arasında yer almaktadır.

Kentsel tarım alanları, kentsel ekoloji perspektifinden değerlendirildiğinde hem ekolojik sürdürülebilirlik hem de toplumsal üretim açısından önemli işlevler üstlenmektedir. Bu alanlar kent içinde biyolojik çeşitliliğin korunmasına katkı sağlarken aynı zamanda yerel üretim pratiklerinin devamlılığını da desteklemektedir. Toprak kullanımı, su döngüsü, bitki çeşitliliği ve insan emeğine dayalı üretim biçimleri bu ekolojik sistemlerin önemli bileşenleri arasında yer almaktadır. Ayrıca kentsel tarım alanları kent içindeki gıda üretimi, yerel ekonomi ve toplumsal dayanışma ağlarının oluşmasına da katkı sağlamaktadır (Mougeot, 2005).

Bu bağlamda Yedikule Bostanları yalnızca tarihsel bir kültürel miras alanı değil, aynı zamanda kent içinde varlığını sürdüren bir ekolojik sistem olarak değerlendirilebilir. Bu alanın varlığı, kent içinde üretim faaliyetlerinin devam edebildiğini ve doğal süreçlerin kentsel mekân içinde varlığını sürdürebildiğini göstermektedir. Bostanlarda gerçekleştirilen tarımsal faaliyetler, toprak kullanımı, bitki çeşitliliği ve üretim pratikleri aracılığıyla kentsel ekosistemin önemli bir parçasını oluşturmaktadır.

Bu noktada kültürel peyzaj ve kentsel ekoloji kavramlarının birlikte ele alınması, Yedikule Bostanları gibi tarihsel üretim alanlarının çok katmanlı yapısını anlamak açısından önemli bir kuramsal çerçeve sunmaktadır. Kültürel peyzaj yaklaşımı bu alanın tarihsel ve kültürel boyutlarını ortaya koyarken; kentsel ekoloji yaklaşımı ise bu alanın ekolojik süreçler ve doğal sistemlerle kurduğu ilişkileri anlamaya yardımcı olmaktadır. Bu iki yaklaşım birlikte değerlendirildiğinde Yedikule Bostanları'nın yalnızca geçmişe ait bir miras alanı değil, aynı zamanda günümüzde de aktif olarak varlığını sürdüren bir kültürel-ekolojik sistem olduğu anlaşılmaktadır.

Bu çalışma kapsamında Yedikule Bostanları'nın kültürel peyzaj ve kentsel ekoloji bağlamındaki bu çok katmanlı yapısı, sanat temelli araştırma yaklaşımı aracılığıyla ele alınmaktadır. Çizim, fotoğraf ve video üretimleri aracılığıyla gerçekleştirilen sanatsal temsil, bu alanın mekânsal düzenini, üretim pratiklerini ve insan-doğa ilişkisini görünür kılmayı amaçlamaktadır. Böylece Yedikule Bostanları'nın tarihsel sürekliliği, ekolojik yapısı ve

kültürel hafızası sanatsal üretim süreçleri aracılığıyla yeniden okunmakta ve yorumlanmaktadır. Bu yaklaşım, kültürel peyzaj çalışmalarına sanat temelli bir bakış açısı kazandırarak kentsel mekânların çok katmanlı yapısını anlamaya yönelik alternatif bir araştırma yöntemi sunmaktadır.

5. SANAT TEMELLİ ARAŞTIRMA YAKLAŞIMI

Sanat temelli araştırma (art-based research), son yıllarda sosyal bilimler, sanat ve tasarım araştırmaları alanında giderek daha fazla önem kazanan disiplinler arası bir yaklaşım olarak öne çıkmaktadır. Bu yaklaşım, sanatsal üretimi yalnızca estetik bir ifade biçimi olarak değil, aynı zamanda bilgi üretim sürecinin bir parçası olarak ele almakta ve yaratıcı pratiklerin araştırma yöntemleri içinde kullanılmasını mümkün kılmaktadır. Sanat temelli araştırma yaklaşımına göre sanat pratiği yalnızca bir sonuç üretimi değil, aynı zamanda araştırma sürecinin kendisi olarak değerlendirilmektedir. Bu bağlamda sanatsal üretim süreçleri araştırma nesnesinin gözlemlenmesi, yorumlanması ve yeniden temsil edilmesi açısından alternatif bilgi üretim biçimleri sunmaktadır (Sullivan, 2010: 56).

Sanat temelli araştırma yöntemleri özellikle mekân, kültür, hafıza ve ekoloji gibi çok katmanlı konuların incelenmesinde önemli bir metodolojik araç sunmaktadır. Bu tür araştırma yaklaşımları, araştırma sürecini yalnızca yazılı analizlerle sınırlamamakta; görsel, duyuşsal ve deneyimsel boyutları da kapsayan geniş bir araştırma alanı oluşturmaktadır. Görsel üretim biçimleri aracılığıyla araştırmacı mekânla doğrudan bir ilişki kurmakta ve mekânsal deneyimi araştırma sürecinin bir parçası haline getirmektedir. Bu bağlamda sanat temelli araştırma yöntemleri, özellikle mekânsal deneyimin ve kültürel peyzajın incelenmesinde araştırmacıya önemli imkânlar sunmaktadır (Leavy, 2017: 23).



Görsel 1: Bostan, Kâğıt üzerine karakalem, mürekkep, suluboya, toz pastel, 70x300cm, 2021

2021 yılında yapmış olduğum ‘Bostan’ adlı çalışma (Bkz. Görsel 1), Yedikule Bostanları ve çevresindeki sur peyzajını kültürel peyzaj, ekoloji ve mekânsal hafıza bağlamında ele alan sanatsal bir temsil olarak değerlendirilebilir. Panoramik kompozisyon, tarihsel sur silüetini yatay bir süreklilik içinde ele alarak mekânın tarihsel katmanlarını görünür kılmaktadır.

Çizimde yer alan sur kalıntıları yalnızca mimari bir unsur olarak değil, aynı zamanda geçmişten günümüze uzanan kültürel belleğin mekânsal izleri olarak yorumlanabilir. Bu yaklaşım, çalışmanın yalnızca bir peyzaj tasviri olmanın ötesine geçerek mekânın tarihsel sürekliliğini ve dönüşümünü görünür kılan analitik bir görsel araştırma niteliği taşıdığını göstermektedir.

Kompozisyonda ön planda yer alan bostan bitkileri ile arka plandaki sur kalıntıları arasındaki ilişki, insan emeği ile tarihsel mimari çevrenin birlikte oluşturduğu kültürel-ekolojik peyzajı vurgulamaktadır. Tarımsal üretimi temsil eden bitki dokusu, tarihsel savunma yapılarıyla aynı görsel alan içinde yer alarak kentsel tarımın tarihsel sürekliliğini ima etmektedir. Bu bağlamda çizim, kentsel tarımın yalnızca ekonomik bir faaliyet değil aynı zamanda kültürel mirasın sürekliliğini sağlayan bir pratik olduğunu ortaya koymaktadır. Mekânın bu şekilde temsil edilmesi, bostanların İstanbul'un kültürel peyzajı içindeki rolünü görünür kılan eleştirel bir bakış sunmaktadır.

Çalışmanın görsel dili incelendiğinde çizgi yoğunluğu ve ton geçişleri aracılığıyla oluşturulan atmosferin, mekânın hem fiziksel hem de zamansal katmanlarını ifade ettiği görülmektedir. Surların parçalanmış ve yer yer aşınmış yapısı, tarihsel süreç içinde gerçekleşen dönüşümlerin izlerini taşıırken; bitki örtüsünün sürekliliği doğanın ve üretim pratiklerinin devamlılığını simgelemektedir. Bu karşıtlık, değişim ve süreklilik kavramlarının aynı mekânda nasıl birlikte var olabildiğini ortaya koyan önemli bir görsel anlatı oluşturmaktadır. Böylece çalışma, kentsel peyzajın zamansal boyutunu ve tarihsel dönüşümünü sanatsal bir temsil aracılığıyla ele almaktadır.

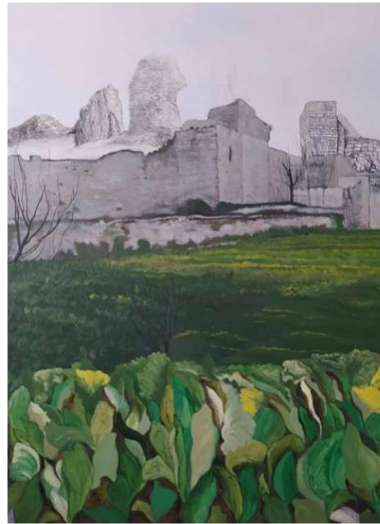
Bu çizim aynı zamanda sanat temelli araştırma yaklaşımının bir parçası olarak değerlendirilebilir. Çizim süreci, araştırmacının mekânla kurduğu doğrudan gözlemsel ilişki aracılığıyla Yedikule Bostanları'nın topografik yapısını, surların mekânsal konumunu ve üretim alanlarının organizasyonunu analiz etmeye olanak tanımaktadır. Bu yönüyle çizim yalnızca estetik bir ifade biçimi değil, aynı zamanda mekânın kültürel ve ekolojik katmanlarını inceleyen bir araştırma yöntemi olarak işlev görmektedir.

Sonuç olarak bu çalışma, Yedikule Bostanları'nın kültürel peyzaj niteliğini sanatsal temsil aracılığıyla görünür kılan bir araştırma pratiği olarak değerlendirilebilir. Çizim, mekânın tarihsel sürekliliğini, ekolojik yapısını ve kültürel hafızasını bir arada ele alarak Yedikule Bostanları'nın çok katmanlı karakterini ortaya koymaktadır. Bu bağlamda eser, kentsel peyzajın kültürel miras ve ekoloji arasındaki ilişkisini inceleyen sanat temelli araştırmalar için önemli bir görsel analiz örneği sunmaktadır.

Sanat temelli araştırma kapsamında çizim, fotoğraf ve video gibi görsel üretim araçları yalnızca temsil araçları olarak değil, aynı zamanda araştırma yönteminin kendisi olarak değerlendirilmektedir. Bu üretim biçimleri aracılığıyla araştırmacı incelenen mekânla doğrudan bir gözlemsel ilişki kurmakta ve mekânsal deneyimi sanatsal üretim sürecine dahil etmektedir. Böylece görsel üretim süreçleri araştırma nesnesinin analiz edilmesi ve yorumlanması açısından önemli bir yöntemsel araç haline gelmektedir.

Bu çalışma kapsamında sanat temelli araştırma yaklaşımı, Yedikule Bostanları'nın kültürel ve ekolojik katmanlarını anlamaya yönelik bir yöntem olarak kullanılmıştır. Araştırma sürecinde gerçekleştirilen sanatsal üretimler çizim, fotoğraf ve video çalışmalarını içermekte olup bu üretimler Yedikule Bostanları'nın mekânsal yapısını, üretim pratiklerini ve insan-doğa ilişkisini inceleyen araştırma araçları olarak değerlendirilmiştir. Bu bağlamda sanatsal üretim süreci yalnızca estetik bir temsil üretmeyi değil, aynı zamanda mekânın kültürel ve ekolojik katmanlarını analiz etmeyi amaçlayan bir araştırma pratiği olarak ele alınmaktadır.

Yedikule Bostanları
Tuval üzerine İran
mürekkebi
akrilik ve yağlıboya
200x150cm, 2021



Görsel 2: Yedikule Bostanları, Tuval üzerine İran mürekkebi, toz pastel, 200x150cm, 2021

Bu araştırma kapsamında yürütülen çizim pratiği, Yedikule Bostanları'nın mekânsal yapısını ve kültürel peyzaj karakterini analiz etmeye yönelik önemli bir yöntem olarak kullanılmıştır. Çizim, sanat aracılığıyla mekânsal detayların, topografyanın ve üretim alanlarının katmanlı yapısının daha derinlikli biçimde anlaşılmasına olanak tanımaktadır (Sullivan, 2010: 78). Bu bağlamda gerçekleştirilen çizimler bostanların topografik özelliklerini, surlarla kurdukları mekânsal ilişkiyi ve üretim alanlarının düzenini inceleyen görsel analiz araçları olarak kullanılmıştır.

Çizim pratiği aynı zamanda mekânsal hafızanın görselleştirilmesine de katkı sağlamaktadır. Yedikule Bostanları’nda gerçekleştirilen çizim çalışmaları bu alanın tarihsel sürekliliğini, mekânsal katmanlarını ve kültürel peyzaj niteliğini görünür kılmayı amaçlamaktadır. Bu süreçte çizim, mekânın yalnızca fiziksel özelliklerini değil, aynı zamanda tarihsel ve kültürel izlerini de ortaya koyan bir araştırma aracı olarak işlev görmektedir.

Untitled
Iranian ink, acrylic and oil on canvas, 120x100cm, 2021



Görsel 3: İsimsiz, Tuval üzerine yağlıboya ve akrilik, 120x100cm, 2021

Sanat temelli araştırma kapsamında kullanılan bir diğer önemli üretim aracı ise fotoğrafıdır. Fotoğraf, mekânın güncel durumunu belgeleyen ve araştırma sürecinde görsel veri sağlayan önemli bir belgesel araç olarak değerlendirilmektedir. Fotoğraf çalışmaları aracılığıyla Yedikule Bostanları’nın mevcut mekânsal düzeni, üretim pratikleri ve gündelik yaşamın izleri kayıt altına alınmıştır. Bu bağlamda fotoğraf yalnızca estetik bir temsil aracı değil, aynı zamanda araştırma sürecinin belgesel boyutunu destekleyen bir yöntem olarak kullanılmaktadır (Leavy, 2017: 89).

Fotoğrafın belgesel niteliği, mekânın dönüşüm süreçlerinin izlenmesine de olanak tanımaktadır. Yedikule Bostanları gibi tarihsel peyzaj alanlarında gerçekleştirilen fotoğraf çalışmaları, bu alanın zaman içindeki değişimini ve sürekliliğini görsel olarak belgeleyerek mekânsal hafızanın korunmasına katkı sağlamaktadır. Böylece fotoğraf, araştırma sürecinde hem görsel veri üretimi hem de mekânsal hafızanın kayıt altına alınması açısından önemli bir rol üstlenmektedir.



Görsel 4: Route33 adlı Video çalışmasında kullanılan fotoğraf görselleri, 2021

Video üretimi ise sanat temelli araştırma sürecinde mekânın zamansal boyutunu ortaya koyan önemli bir araç olarak değerlendirilmiştir. Video, hareket, zaman ve ses gibi unsurları bir araya getirerek mekânın dinamik yapısını görünür kılmaktadır. Bu bağlamda video çalışmaları Yedikule Bostanları'nda gerçekleşen gündelik üretim pratiklerini, insan-doğa ilişkisini ve mekânsal hareketliliği kayıt altına almayı amaçlamaktadır.

Video üretimi aynı zamanda hafıza ve zamansallık kavramlarıyla da yakından ilişkilidir. Hareketli görüntü aracılığıyla kaydedilen mekânsal deneyimler yalnızca belirli bir anın temsilini değil, aynı zamanda zaman içinde değişen mekânsal ilişkilerin ve üretim süreçlerinin de görünür hale gelmesini sağlamaktadır. Bu yönüyle video, Yedikule Bostanları'nın tarihsel sürekliliğini ve dönüşüm süreçlerini anlamak açısından önemli bir temsil aracı olarak değerlendirilmektedir (Leavy, 2017: 102).

Sanat temelli araştırma yaklaşımı kapsamında çizim, fotoğraf ve video üretimleri birlikte ele alındığında bu üretimlerin Yedikule Bostanları'nın kültürel ve ekolojik değerlerini görünür kılan tamamlayıcı araçlar olduğu görülmektedir. Çizim mekânsal analiz ve yorumlama sürecini desteklerken; fotoğraf alanın mevcut durumunu belgeleyen bir görsel kayıt işlevi görmektedir, video ise mekânın zamansal ve dinamik yapısını ortaya koymaktadır. Bu bağlamda sanatsal üretim süreci, Yedikule Bostanları'nın yalnızca fiziksel özelliklerini değil aynı zamanda kültürel hafıza, süreklilik ve değişim süreçlerini de görünür kılmaktadır.

Dolayısıyla sanat temelli araştırma yaklaşımı, Yedikule Bostanları'nın kültürel peyzaj niteliğini anlamak ve yorumlamak açısından alternatif bir metodolojik çerçeve sunmaktadır. Bu yaklaşım sayesinde sanatsal üretim süreçleri kentsel mekânın kültürel ve ekolojik katmanlarını inceleyen araştırma yöntemlerinin önemli bir parçası haline gelmektedir. Böylece çizim, fotoğraf ve video gibi görsel üretim biçimleri yalnızca sanatsal ifade araçları olarak değil, aynı zamanda kentsel kültürel peyzajın analiz edilmesine katkı sağlayan araştırma yöntemleri olarak değerlendirilmektedir.

6. SONUÇ

Bu çalışma, İstanbul'un tarihsel kara surları boyunca yüzyıllardır varlığını sürdüren Yedikule Bostanları'nı kültürel miras, kültürel peyzaj ve kentsel ekoloji bağlamında ele alarak bu alanın değişim ve süreklilik ilişkisini sanat temelli bir araştırma yaklaşımı aracılığıyla incelemeyi amaçlamıştır. Araştırma kapsamında gerçekleştirilen saha gözlemleri, görsel kayıtlar ve sanatsal üretim süreçleri, bostanların yalnızca bir tarımsal üretim alanı olmadığını; aynı zamanda tarihsel, kültürel ve ekolojik katmanların bir araya geldiği çok boyutlu bir kentsel peyzaj alanı olduğunu ortaya koymuştur.

Araştırma bulguları, Yedikule Bostanları'nın tarihsel kara surlarıyla kurduğu mekânsal ilişkisinin bu alanın kültürel peyzaj karakterini belirleyen temel unsurlardan biri olduğunu göstermektedir. Bizans döneminden günümüze kadar devam eden bostancılık geleneği, bu alanın yalnızca fiziksel bir üretim alanı olarak değil, aynı zamanda yerel bilgi sistemlerinin, üretim pratiklerinin ve toplumsal ilişkilerin sürekliliğini sağlayan bir kültürel miras alanı olarak gelişmesine katkı sağlamıştır. Bostanlarda gerçekleştirilen tarımsal faaliyetler, insan emeği ile doğal çevre arasındaki etkileşimin somut bir örneğini oluşturmakta ve bu alanın kentsel ekosistem içindeki rolünü görünür kılmaktadır.

Çalışma kapsamında kullanılan sanat temelli araştırma yaklaşımı, Yedikule Bostanları'nın çok katmanlı yapısını anlamak ve yorumlamak açısından önemli bir yöntemsel çerçeve sunmuştur. Çizim, fotoğraf ve video üretimleri aracılığıyla gerçekleştirilen sanatsal çalışmalar, araştırmacının mekânla doğrudan gözlemsel bir ilişki kurmasına olanak tanımış ve mekânsal deneyimin araştırma sürecinin bir parçası haline gelmesini sağlamıştır. Bu bağlamda çizim çalışmaları, bostanların topografik yapısını, surlarla kurdukları mekânsal ilişkiyi ve üretim alanlarının düzenini analiz etmeye olanak tanırken; fotoğraf çalışmaları alanın güncel durumunu ve gündelik üretim pratiklerini belgeleyen görsel kayıtlar sunmuştur. Video üretimi ise mekânın zamansal boyutunu, hareketi ve insan-doğa ilişkisini görünür kılarak bostanların dinamik yapısını ortaya koymuştur.

Sanatsal üretim süreçleri aracılığıyla elde edilen bulgular, Yedikule Bostanları'nın yalnızca fiziksel bir bilgiyi ve yerel üretim pratiklerini barındırmaktadır. Bununla birlikte kentleşme süreçleri, planlama müdahaleleri ve kentsel dönüşüm politikaları bu alanın mekânsal ve işlevsel yapısında belirli değişimlere yol açmaktadır. Ancak bu dönüşümlere rağmen bostanların üretim geleneği ve mekânsal hafızası büyük ölçüde varlığını sürdürmektedir. Bu durum Yedikule Bostanları'nı hem değişimin hem de sürekliliğin birlikte gözlemlenebildiği özgün bir kültürel peyzaj alanı haline getirmektedir.

Araştırmanın bir diğer önemli sonucu, sanat temelli araştırma yöntemlerinin kentsel kültürel peyzajların incelenmesi ve yorumlanması açısından önemli bir potansiyel taşıdığını göstermesidir. Sanatsal üretim süreçleri yalnızca estetik bir temsil üretmekle kalmamakta, aynı zamanda mekânsal deneyimi, görsel gözlemi ve yaratıcı yorumu araştırma sürecinin bir parçası haline getirerek alternatif bilgi üretim biçimleri sunmaktadır. Bu yönüyle sanat temelli araştırma yaklaşımı, kültürel peyzaj çalışmalarına disiplinlerarası bir perspektif kazandırmakta ve kentsel mekânların çok katmanlı yapısını anlamaya yönelik yeni yöntemsel olanaklar sunmaktadır.

Sonuç olarak bu çalışma, Yedikule Bostanları'nın kültürel miras ve ekoloji arasındaki ilişkileri görünür kılan önemli bir kentsel peyzaj alanı olduğunu ortaya koymakta ve sanat temelli araştırma yöntemlerinin bu tür alanların anlaşılmasında etkili bir araç olabileceğini göstermektedir. Çizim, fotoğraf ve video üretimleri aracılığıyla gerçekleştirilen sanatsal temsil, bostanların tarihsel sürekliliğini, ekolojik yapısını ve kültürel hafızasını görünür kılarak bu alanın çok katmanlı karakterini ortaya koymaktadır. Bu bağlamda çalışma, kentsel kültürel peyzajların korunması ve yorumlanmasına yönelik araştırmalara katkı sağlamayı ve Yedikule Bostanları'nın kültürel ve ekolojik değerlerinin daha geniş bir perspektifte değerlendirilmesine yönelik bir tartışma zemini oluşturmayı amaçlamaktadır.

KAYNAKÇA

- Beatley, T. (2011). *Biophilic cities: Integrating nature into urban design and planning*. Island Press.
- Değirmenci, H., & Özkır, A. (2017). İstanbul kara surları ve Yedikule bostanlarının kültürel peyzaj değeri. *Megaron Journal of Architecture*, 12(2), 279–290.
- Kaldjian, P. J. (2004). Istanbul's bostans: A millennium of market gardens. *Geographical Review*, 94(3), 284–304.
- Leavy, P. (2017). *Method meets art: Arts-based research practice*. Guilford Press.
- Mougeot, L. (2005). *Agropolis: The social, political and environmental dimensions of urban agriculture*. Earthscan.
- Sullivan, G. (2010). *Art practice as research: Inquiry in visual arts*. Sage.
- Taylor, K., & Lennon, J. (2011). Cultural landscapes: A bridge between culture and nature. *International Journal of Heritage Studies*, 17(6), 537–554.
- UNESCO. (2013). *Cultural landscapes: World Heritage papers*. UNESCO Publishing.

SUSTAINABLE HEALTHCARE INFRASTRUCTURE: AN INDIGENOUS INCINERATOR DESIGN MODEL FOR HOSPITAL WASTE MANAGEMENT IN PAKISTAN

Ar. Dr. Omer Shujat BHATTI, Associate Professor & COD

Dept. of Architecture, School of Architecture & Planning, UMT, Lahore

Ar. Seemin ASLAM, Assistant Professor

Dept. of Architecture, School of Architecture & Planning, UMT, Lahore.

Ar. Mohsin Iqbal DEO, Assistant Professor

Architecture Design Department, NFC-IET, Multan

ABSTRACT

Healthcare institutions produce large amounts of toxic biomedical waste, such as infectious waste, pathological wastes, and contaminated equipment. When such waste is improperly disposed it can be very dangerous on population health and safety. Another difficulty in biomedical waste management in developing countries like Pakistan is the inadequate infrastructure, poor enforcement of the regulations and absence of standardized treatment plants. Research has indicated that a number of hospitals in Pakistan do not have an effective incineration plant; or have poor locally made systems, which do not meet the international environmental standards. One of the most popular ways of treating infectious medical waste is still hospital waste incineration, as it is the most efficient way of destroying the pathogens and making the mass of the hazardous materials significantly lower. The operation of modern incinerators is based on the principles of dual-chamber combustion whereby the waste is first burnt in a primary chamber at the temperatures of between 600 -800 oC and then the secondary combustion is done at temperature that is above 900 C to make sure that the harmful emissions are completely destroyed. This study will help to investigate the construction and design of a localized hospital waste incinerator in the health care infrastructure of Pakistan. The paper focuses on architectural, environmental and technological factors when coming up with a cost effective, environmentally responsible and contextually suitable solution. The design proposed is targeted to use locally available materials, energy efficiency, environmental standards, and flexibility to small and medium-sized healthcare facilities. The proposed research incorporating principles of healthcare design with sustainable waste management strategies will help to enhance the Pakistani hospitals in terms of infection control, environmental protection, and operational efficiency. The results will give architects, medical planners, and policymakers a viable conceptualization when building safe and affordable medical waste treatment systems in resource constrained environments.

Keywords: Incineration, Hospital Waste Management, Environmental Health, Healthcare Design, Indigenous design.

SÜRDÜRÜLEBİLİR VE İKLİM DUYARLI ULAŞIM POLİTİKALARI BAĞLAMINDA BİSİKLET PAYLAŞIM SİSTEMLERİ: ORTA ÖLÇEKLİ KENTLER ÜZERİNE KAVRAMSAL BİR DEĞERLENDİRME

Gül Hayat DEMİRCİ

Adana Alparslan Türkeş Science and Technology University, Institute of Graduate Studies,
Department of Urban Studies, 01250 Sarıçam, Adana, Türkiye

ORCID: 0009-0007-4739-9409

Prof. Dr. Ahmet BEYÇİOĞLU

Adana Alparslan Türkeş Science and Technology University, Faculty of Engineering, Department of
Civil Engineering, 01250 Sarıçam, Adana, Türkiye

ORCID: 0000-0001-6287-1686

ÖZET

Sürdürülebilir kentlerin oluşturulması ve iklim değişikliğiyle mücadele sürecinde ulaşım sektörü, sera gazı emisyonlarının azaltılması ve çevresel etkilerin sınırlandırılması açısından kritik bir konuma sahiptir. Fosil yakıta dayalı motorlu taşıt kullanımının yol açtığı çevresel ve mekânsal sorunlar, ulaşım politikalarının sürdürülebilirlik ve iklim duyarlılığı çerçevesinde yeniden değerlendirilmesini zorunlu kılmaktadır. Bu bağlamda bisiklet paylaşım sistemleri (BPS), düşük karbonlu, erişilebilir ve esnek ulaşım çözümleri sunan önemli bir politika aracı olarak öne çıkmaktadır.

Bu çalışma, bisiklet paylaşım sistemlerini sürdürülebilir ve iklim duyarlı ulaşım yaklaşımı kapsamında kavramsal bir çerçevede ele almakta ve literatürde ağırlıklı olarak metropol kentlere odaklanan çalışmalardan farklı olarak orta ölçekli kentler bağlamında değerlendirmektedir. Nitel literatür incelemesine dayanan araştırmada, sürdürülebilir ulaşım, iklim değişikliği, aktif ulaşım ve bisiklet paylaşım sistemlerine ilişkin ulusal ve uluslararası çalışmalar bütüncül bir yaklaşımla analiz edilmiştir.

Literatür bulguları, bisiklet paylaşım sistemlerinin motorlu taşıt kullanımını azaltma, karbon emisyonlarını düşürme ve toplu taşıma ile entegrasyon yoluyla kentsel hareketliliği artırma potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte orta ölçekli kentlerde raylı sistem yatırımlarının sınırlı olması ve otomobil bağımlılığının görece yüksekliği, düşük maliyetli ve uygulanabilir ulaşım çözümlerini daha da önemli hale getirmektedir. Bu çerçevede BPS'ler hem emisyon azaltımı hem de ulaşım sisteminin çeşitlendirilmesi açısından iklim değişikliğiyle mücadele ve uyum stratejilerinde stratejik bir rol üstlenebilecek araçlar olarak değerlendirilmektedir.

Sonuç olarak çalışma, bisiklet paylaşım sistemlerinin orta ölçekli kentlerde yalnızca alternatif bir ulaşım türü değil; sürdürülebilir ve iklim duyarlı ulaşım politikalarının ölçek duyarlı, bütüncül ve uygulanabilir bir bileşeni olarak ele alınması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilir ulaşım, iklim duyarlı ulaşım, bisiklet paylaşım sistemleri, orta ölçekli kentler, kentsel hareketlilik.

SUSTAINABLE AND CLIMATE-SENSITIVE TRANSPORTATION POLICIES IN THE CONTEXT OF BIKE-SHARING SYSTEMS: A CONCEPTUAL EVALUATION OF MEDIUM-SIZED CITIES

ABSTRACT

In the process of building sustainable cities and combating climate change, the transportation sector plays a critical role in reducing greenhouse gas emissions and limiting environmental impacts. The environmental and spatial problems caused by fossil fuel-based motor vehicle use necessitate a reconsideration of transportation policies within the framework of sustainability and climate sensitivity. In this context, bike-sharing systems (BSS) have emerged as significant policy instruments that offer low-carbon, accessible, and flexible mobility solutions.

This study examines bike-sharing systems within the conceptual framework of sustainable and climate-sensitive transportation, and, unlike much of the existing literature that predominantly focuses on metropolitan areas, evaluates them in the context of medium-sized cities. Based on a qualitative literature review, the research analyzes national and international studies on sustainable transportation, climate change, active mobility, and bike-sharing systems through a holistic perspective.

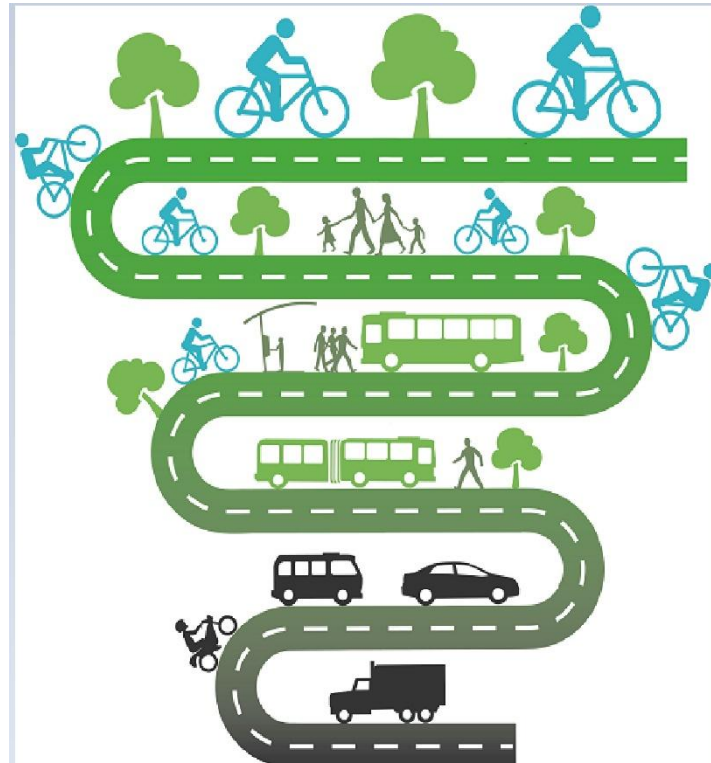
The findings of the literature indicate that bike-sharing systems have the potential to reduce motor vehicle use, decrease carbon emissions, and enhance urban mobility through integration with public transportation. However, in medium-sized cities where rail investments are limited and automobile dependency is relatively high, low-cost and feasible transportation solutions become even more critical. In this regard, BSS can serve as strategic instruments in both climate change mitigation and adaptation strategies by contributing to emission reduction and diversification of transportation systems.

In conclusion, the study argues that bike-sharing systems should not merely be considered as alternative modes of transport in medium-sized cities, but rather as scale-sensitive, integrated, and implementable components of sustainable and climate-sensitive transportation policies.

Keywords: Sustainable transportation, climate-sensitive transportation, bike-sharing systems, medium-sized cities, urban mobility

1.GİRİŞ

İklim değişikliğiyle mücadele ve sürdürülebilir kentlerin oluşturulması, günümüz kentsel planlama ve ulaşım politikalarının temel gündem başlıkları arasında yer almaktadır. Küresel ölçekte sera gazı emisyonlarının önemli bir bölümünden sorumlu olan ulaşım sektörü, iklim değişikliğinin hem nedenleri hem de çözüm alanları içerisinde kritik bir konuma sahiptir. Motorlu taşıt kullanımına dayalı ulaşım sistemlerinin kentlerde yol açtığı hava kirliliği, enerji tüketimi ve mekânsal baskılar, ulaşım politikalarının sürdürülebilirlik ve iklim duyarlılığı çerçevesinde yeniden ele alınmasını zorunlu kılmaktadır (WRI Türkiye, 2022). Ayrıca iklim değişikliğinin kentsel altyapılar üzerindeki etkileri, ulaşım sistemlerinin daha dirençli ve esnek biçimde planlanmasını gerekli kılmaktadır (Salimi & Al-Ghamdi, 2020).



Şekil 1. Ulaşım türlerine göre sürdürülebilirlik hiyerarşisi (Kaynak: WRI Türkiye Sürdürülebilir Şehirler (2014))

Bu bağlamda, düşük karbon emisyonlu aktif ulaşım türleri ve özellikle bisiklet kullanımı, çevresel olumsuz etkilerin azaltılmasıyla ön plana çıkan sürdürülebilir ulaşım seçenekleri arasında önemli alternatiflerden biri olarak değerlendirilmektedir. Bireysel bisiklet kullanımını destekleyen ve erişimi kolaylaştıran bisiklet paylaşım sistemleri (BPS), son yıllarda birçok kentte sürdürülebilir ulaşım politikalarının bir bileşeni olarak yaygınlaşmıştır. Literatürde bisiklet paylaşım sistemlerinin motorlu taşıt kullanımını azaltma, karbon emisyonlarını

düşürme ve toplu taşıma sistemleriyle bütünleşerek kentsel hareketliliği artırma potansiyeline sahip olduğu özellikle vurgulanmaktadır (Zhang & Mi, 2018; Macioszek ve diğ., 2020). Ayrıca bisiklet paylaşım sistemlerine yönelik çalışmalar bu sistemlerin dinamiklerini ve sürdürülebilir ulaşım politikaları içerisindeki yerini kapsamlı biçimde incelemektedir. (Eren & Uz, 2020).

Ancak, literatür incelendiğinde, mevcut çalışmaların genel olarak metropol ölçeğindeki kentlere odaklandığı, bisiklet paylaşım sistemlerinin orta ölçekli kentlerdeki rolünün ve potansiyelinin sınırlı biçimde ele alındığı görülmektedir. Raylı sistem yatırımlarının kısıtlı olduğu, özel motorlu araç bağımlılığının yüksek seyrettiği ve ulaşım alternatiflerinin kısıtlı kaldığı orta ölçekli kentler, sürdürülebilir ve iklim duyarlı ulaşım politikaları geliştirmenin en faydalı olacağı kentler arasında ön plana çıkmaktadır. Bu kentlerde düşük maliyetli ve esnek ulaşım çözümleri geliştirilmesi yalnızca ulaşım ve sürdürülebilirlik açısından değil kentsel yaşam kalitesinin ve sürdürülebilir kent kültürünün gelişimine de katkı sağlayacaktır.

Bu çalışma, bisiklet paylaşım sistemlerini sürdürülebilir ve iklim duyarlı ulaşım yaklaşımı çerçevesinde ele almakta ve özellikle orta ölçekli kentler bağlamında bu sistemlerin politika düzeyindeki rolünü tartışmayı amaçlamaktadır. Literatürde çoğunlukla talep analizi ve meteorolojik etkiler üzerinden değerlendirilen bisiklet paylaşım sistemleri, bu çalışmada iklim politikaları ve kentsel planlama perspektifiyle kavramsal olarak yeniden konumlandırılmıştır. Bu yönüyle çalışma, bisiklet paylaşım sistemlerinin orta ölçekli kentlerde sürdürülebilir ve iklim duyarlı ulaşım stratejilerinin tamamlayıcı bir unsuru olarak değerlendirilmesine yönelik kuramsal bir katkı sunmaktadır.

2.SÜRDÜRÜLEBİLİR VE İKLİM DUYARLI YAKLAŞIM

Sürdürülebilir ulaşım, çevresel, ekonomik ve sosyal boyutları bütüncül biçimde ele alan ve ulaşım talebinin karşılanmasında doğal kaynakların korunmasını, karbon emisyonlarının azaltılmasını ve yaşam kalitesinin artırılmasını amaçlayan bir planlama yaklaşımıdır. Bu yaklaşım, yalnızca hareketliliğin sağlanmasına değil; aynı zamanda kentlerin ekolojik bütünlüğünün korunmasına, enerji verimliliğinin artırılmasına ve sosyal eşitliğin desteklenmesine de önemli düzeyde katkılar sunmaktadır. Ulaşım sistemlerinin sürdürülebilirlik ilkeleri doğrultusunda yeniden yapılandırılması, özellikle iklim değişikliği bağlamında daha da kritik hale gelmiştir. (WRI Türkiye, 2022).

İklim duyarlı ulaşım ise sürdürülebilir ulaşımın iklim değişikliği ekseninde yeniden yorumlanmış bir çerçevesi olarak değerlendirilebilir. Bu yaklaşım, ulaşım kaynaklı sera gazı emisyonlarının azaltılmasına yönelik stratejilerin yanı sıra, iklim değişikliğinin etkilerine uyum sağlamayı hedefleyen politika ve uygulamaları da kapsamaktadır. Aşırı sıcaklık artışları, yoğun

yağışlar ve diğer ekstrem hava olayları, kentsel ulaşım sistemlerinin kırılganlığını artırmakta; bu durum ulaşım planlamasında esneklik ve dirençlilik kavramlarını ön plana çıkarmaktadır (Salimi & Al-Ghamdi, 2020).



Şekil 2. Sürdürülebilir ve iklim duyarlı ulaşım ilişkisi (Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.)

Literatürde sürdürülebilir ve iklim duyarlı ulaşımın temel bileşenleri arasında toplu taşımanın güçlendirilmesi, motorlu taşıt kullanımının azaltılması, aktif ulaşım türlerinin teşvik edilmesi ve mikro-mobilite çözümlerinin yaygınlaştırılması yer almaktadır (Eren & Uz, 2020). Bu çerçevede, bisiklet kullanımı, düşük karbonlu ulaşım seçenekleri arasında önemli bir konuma sahiptir. Bisiklet paylaşım sistemleri ise bireysel sahiplik gerektirmeden erişim sağlayarak aktif ulaşımı destekleyen yenilikçi uygulamalar olarak değerlendirilmekte ve sürdürülebilir hareketliliğin geliştirilmesinde önemli bir araç olarak görülmektedir (Macioszek ve diğ., 2020). Ancak sürdürülebilir ve iklim duyarlı ulaşım politikalarının kent ölçeğine göre farklılaşması kaçınılmaz bir gerekliliktir. Metropol şehirlerde, raylı sistem yatırımları ve çok modlu ulaşım ağları daha belirgin iken, orta ölçekli kentlerde ulaşım altyapısı genellikle daha sınırlıdır ve otomobil bağımlılığı daha yüksektir. Bu durum, düşük maliyetli ve esnek ulaşım çözümlerinin önemini artırmaktadır. Orta ölçekli kentlerde sürdürülebilir ulaşımın sağlanması, büyük ölçekli altyapı yatırımlarından ziyade mevcut ağların etkin kullanımı ve alternatif ulaşım türlerinin desteklenmesi ile de mümkün olabilmektedir.

İklim değişikliği bağlamında değerlendirildiğinde, orta ölçekli kentlerde ulaşım sistemlerinin hem azaltım hem de uyum stratejileri açısından yeniden ele alınması gerekmektedir. Bu kentlerde düşük karbonlu ulaşım seçeneklerinin yaygınlaştırılması, enerji tüketiminin azaltılması ve ulaşım ağlarının iklim kaynaklı risklere karşı daha dayanıklı hale getirilmesi

öncelikli hedefler arasında yer almaktadır. Bu bağlamda bisiklet paylaşım sistemleri, yalnızca emisyon azaltım aracı değil; aynı zamanda esnek, erişilebilir ve kriz dönemlerinde alternatif sunabilen bir ulaşım seçeneği olarak iklim duyarlı ulaşım yaklaşımının önemli bir bileşeni haline gelmektedir. (Eren & Uz, 2020).

Sonuç olarak sürdürülebilir ve iklim duyarlı ulaşım yaklaşımı, ulaşım sistemlerini yalnızca teknik bir altyapı meselesi olarak değil; çevresel sorumluluk, sosyal eşitlik ve mekânsal planlama ilkeleri çerçevesinde ele alan bütüncül bir politika alanı olarak değerlendirmektedir. Bu çerçevede, özellikle orta ölçekli kentlerde bisiklet paylaşım sistemlerinin stratejik konumunu anlamak açısından kuramsal bir temel sunmaktadır.

3. ORTA ÖLÇEKLİ KENTLERDE BİSİKLET PAYLAŞIM SİSTEMLERİ VE İKLİM DUYARLI ULAŞIM

Bisiklet paylaşım sistemleri, kullanıcıların kısa süreli ve esnek biçimde bisiklete erişimini sağlayan, genellikle kamusal alanlarda konumlandırılmış istasyonlar veya serbest dolaşım modelleri aracılığıyla hizmet veren ulaşım sistemleridir. Bu sistemler, bireysel bisiklet sahipliğini zorunlu kılmadan aktif ulaşımı teşvik etmekte ve özellikle kısa mesafeli yolculuklarda motorlu taşıtlara alternatif oluşturmaktadır.



Şekil 3. Melbourne - Avustralya bisiklet paylaşım sistemi istasyon örneği (Kaynak: Cyclist Türkiye (2020))

Literatürde bisiklet paylaşım sistemlerinin çevresel sürdürülebilirlik açısından olumlu etkiler yarattığı; motorlu taşıt kullanımını azaltma, karbon emisyonlarını düşürme ve enerji tüketimini sınırlama potansiyeline sahip olduğu belirtilmektedir (Zhang & Mi, 2018). Ayrıca bu

sistemlerin toplu taşıma sistemleriyle bütünleşerek ilk–son kilometre erişimini güçlendirdiği ve kentsel hareketliliği artırdığı vurgulanmaktadır (Eren & Uz, 2020).

Bununla birlikte BPS kullanımının yalnızca ulaşım altyapısına değil, aynı zamanda iklimsel ve yapısal çevre koşullarına bağlı olarak değiştiği çeşitli çalışmalarla ortaya konmuştur. Hava koşullarının bisiklet paylaşım talebi üzerindeki etkisini farklı iklim kuşaklarında inceleyen araştırmalar, sıcaklık, yağış ve mevsimselliğin kullanım düzeyini belirgin biçimde etkilediğini göstermektedir (Bean ve diğ., 2021; Kim, 2018, Frade ve diğ., 2022; Ding ve diğ., 2025). Benzer şekilde meteorolojik değişkenlerin doğrusal olmayan etkilerini analiz eden çalışmalar, özellikle aşırı sıcaklık ve yoğun yağış koşullarında sistem kullanımının önemli ölçüde değiştiğini ortaya koymaktadır (Villarrasa-Sapiña ve diğ., 2024, Frade ve diğ., 2022 Raposo ve Silva (2022). Aşırı sıcaklık koşullarında bisiklet paylaşım ile toplu taşıma entegrasyonunu inceleyen Wang ve diğ., (2024) ise iklim değişikliğinin ulaşım davranışları üzerindeki etkisinin planlama süreçlerinde dikkate alınması gerektiğini vurgulamaktadır. Wang ve diğerleri (2024) tarafından yapılan çalışmaya ek olarak, Zhou ve diğerleri (2023), Raposo ve Silva (2022) da benzer vurguları yapmaktadır. Küçük ölçekli istasyonlu sistemler üzerine yapılan güncel araştırmalar da, benzer biçimde hava koşullarının kullanım davranışı üzerinde belirleyici rol oynadığını göstermektedir. Güzel ve diğerleri yapmış oldukları çalışmada yağışlı günler ile aşırı sıcak ve çok soğuk günlerde BPS kullanımının belirgin şekilde azaldığını belirtmektedir, ancak yine aynı çalışmada hafta sonu BPS kullanımının hava koşullarından daha az etkilendiği belirtilmektedir (Güzel ve diğ., 2025). Ayrıca yapısal çevre özellikleri ile hava koşullarının birlikte değerlendirilmesi gerektiği de literatürde belirtilmektedir (El-Assi ve diğ., 2017).

Fakat bu çalışmaların büyük bir kısmı metropol ölçeğindeki kentlere odaklanmakta; orta ölçekli kentlerin yapısal ve mekânsal özellikleri yeterince tartışılmamaktadır. Oysa orta ölçekli kentlerde ulaşım altyapısının sınırlı olması, raylı sistem yatırımlarının bulunmaması ya da yetersizliği ve otomobil kullanımının görece yüksekliği, alternatif ulaşım türlerinin önemini artırmaktadır. Bu kentlerde düşük maliyetli, uygulanabilir ve esnek çözümler sürdürülebilir ulaşım politikalarının temel araçları haline gelmektedir.



Şekil 4. Orta ölçekli kentlerde ulaşım sorunları ve sınırlılıklar (Yazar tarafından yapay zeka aracı kullanılarak oluşturulmuştur.)

İklim değişikliği bağlamında değerlendirildiğinde, orta ölçekli kentlerde ulaşım sistemlerinin hem emisyon azaltımına katkı sağlaması hem de iklim kaynaklı risklere karşı daha dayanıklı hale gelmesi gerekmektedir. Aşırı sıcaklık artışları ve düzensiz yağış rejimleri, özellikle açık alan kullanımına dayalı ulaşım türlerini doğrudan etkilemektedir. Bu durum, bisiklet paylaşım sistemlerinin planlanmasında iklim duyarlılığının dikkate alınmasını gerekli kılmaktadır. Aynı zamanda, yakıt bağımlılığının azaltılması ve enerji tüketiminin sınırlandırılması açısından bisiklet paylaşım sistemleri, orta ölçekli kentlerde sürdürülebilir ulaşımın erişilebilir bir aracı olarak öne çıkmaktadır.

Orta ölçekli kentlerde bisiklet paylaşım sistemlerinin önemi yalnızca çevresel boyutla sınırlı değildir. Bu sistemler, toplu taşıma ağlarının sınırlı olduğu yerleşimlerde erişilebilirliği artırmakta, kentsel yayılmanın yarattığı mesafe sorunlarına alternatif çözümler sunmakta ve kent içi kısa mesafeli hareketliliği desteklemektedir. Bu yönüyle BPS, büyük ölçekli altyapı yatırımları gerektirmeden ulaşım sisteminin sürdürülebilirlik kapasitesini artıran bir politika aracı olarak değerlendirilebilir.

Sonuç olarak bisiklet paylaşım sistemleri, orta ölçekli kentlerde sürdürülebilir ve iklim duyarlı ulaşım politikalarının uygulanabilir bileşenlerinden biri olarak konumlanmaktadır. Bu sistemler, hem karbon emisyonlarının azaltılmasına katkı sağlayan düşük karbonlu ulaşım seçenekleri sunmakta hem de esnek yapıları sayesinde iklim değişikliğinin ulaşım sistemleri üzerindeki baskılarını hafifletme potansiyeli taşımaktadır. Bu bağlamda bisiklet paylaşım sistemlerinin orta ölçekli kentlerde yalnızca alternatif bir ulaşım türü değil, sürdürülebilir ve iklim duyarlı planlama stratejilerinin tamamlayıcı bir unsuru olarak ele alınması gerekmektedir.

4.DEĞERLENDİRME

Literatür incelendiğinde, BPS'lerin çevresel sürdürülebilirlik, karbon emisyonlarının azaltılması ve aktif ulaşımın teşvik edilmesi açısından önemli katkılar sunduğu görülmektedir.

(Zhang & Mi, 2018). Bununla birlikte mevcut çalışmaların çoğunluğunun metropol ölçeğindeki kentlere odaklandığı ve talep dinamiklerini çoğunlukla meteorolojik değişkenler üzerinden analiz ettiği dikkat çekmektedir (Bean ve diğ., 2021; Kim, 2018; Villarrasa-Sapina ve diğ., 2024). Bu araştırmalar, hava koşullarının sistem kullanımını belirgin biçimde etkilediğini ortaya koymakla birlikte, planlama ölçeği ve kent tipi farklılıklarını sınırlı ölçüde tartışmaktadır.

Orta ölçekli kentlere bakıldığında ise ulaşım sistemlerinin yapısal özellikleri farklılaşmaktadır. Bu tür kentlerde, ulaşım altyapısının genellikle yetersiz olması, raylı sistem yatırımlarının verimli kullanımının kısıtlılığı nedeniyle yeterince bulunmaması ve otomobil kullanımının günlük yaşamın önemli bir parçası haline gelmesi, sürdürülebilir ulaşım politikalarının uygulanmasını güçleştirmektedir. Bu noktada BPS'ler, büyük ölçekli altyapı yatırımları gerektirmeden uygulanabilen, görece düşük maliyetli ve esnek çözümler sunması nedeniyle daha uygulanabilir bir seçenek olarak değerlendirilebilir. Özellikle kent içi kısa mesafeli yolculuklarda motorlu taşıt bağımlılığının azaltılması açısından bu sistemlerin potansiyeli dikkat çekicidir. Ancak literatürde orta ölçekli kentlere özgü politika çerçevelerinin yeterince geliştirilmediği görülmektedir.

İklim değişikliği perspektifinden bakıldığında ise BPS'lerin orta ölçekli kentlerde iki önemli etki ortaya çıkaracağı söylenebilir. Bunlardan ilki BPS kullanımının ulaşım kaynaklı emisyonların azaltılmasına katkı sağlayarak iklim değişikliğiyle mücadeleye destek olması bir diğeri ise BPS'lerin esnek yapıları sayesinde ulaşım sisteminin çeşitlenmesine katkı sunarak iklim kaynaklı riskler karşısında alternatif oluşturabilmesidir.

Orta ölçekli kentlerde bisiklet paylaşım sistemlerinin başarısı, yalnızca teknik altyapıya değil; ulaşım politikalarının bütüncül biçimde ele alınmasına bağlıdır. Bu sistemlerin toplu taşıma ile entegrasyonu, yaya ve bisiklet altyapısının desteklenmesi, güvenli sürüş koşullarının sağlanması ve kullanıcı farkındalığının artırılması kritik unsurlar arasında yer almaktadır. Aksi halde sistemler sembolik uygulamalar olarak kalmakta ve sürdürülebilir ulaşım hedeflerine istenilen düzeyde katkı sunamamaktadır.

Bu çerçevede bisiklet paylaşım sistemleri, orta ölçekli kentlerde sürdürülebilir ve iklim duyarlı ulaşım politikalarının tamamlayıcı bir bileşeni olarak değerlendirilmelidir. Sistemlerin yalnızca alternatif bir ulaşım türü olarak değil; kentlerin iklim stratejileri, enerji politikaları ve mekânsal planlama kararlarıyla bütünleşik bir araç olarak ele alınması gerekmektedir. Bu yaklaşım, ulaşım planlamasında ölçek duyarlılığını ve iklim boyutunu birlikte değerlendiren bütüncül bir politika perspektifinin geliştirilmesini mümkün kılacaktır.

5.SONUÇ VE POLİTİKA ÖNERİLERİ

Bu çalışmada, bisiklet paylaşım sistemleri sürdürülebilir ve iklim duyarlı ulaşım yaklaşımı çerçevesinde ele alınarak özellikle orta ölçekli kentler bağlamında değerlendirilmiştir. Literatür incelemesi, bisiklet paylaşım sistemlerinin motorlu taşıt kullanımını azaltma, karbon emisyonlarını düşürme ve aktif ulaşımı teşvik etme potansiyeline sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Bununla birlikte mevcut çalışmaların büyük ölçüde metropol kentlere odaklandığı, orta ölçekli kentlerin ulaşım dinamiklerinin ve iklim politikaları içindeki konumunun sınırlı biçimde ele alındığı görülmüştür. Bu bağlamda çalışma, bisiklet paylaşım sistemlerinin orta ölçekli kentlerde sürdürülebilir ve iklim duyarlı ulaşım politikalarının uygulanabilir ve stratejik bir bileşeni olarak değerlendirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır.

Orta ölçekli kentlerde raylı sistem yatırımlarının sınırlı olması ve motorlu taşıt kullanımının görece yüksekliği, düşük maliyetli ve esnek ulaşım çözümlerini daha önemli hale getirmektedir. Bu çerçevede bisiklet paylaşım sistemleri hem emisyon azaltımı hem de ulaşım sisteminin çeşitlendirilmesi açısından iklim değişikliğiyle mücadele ve uyum stratejilerinde işlevsel bir rol üstlenebilir. Ancak sistemlerin sürdürülebilir biçimde işletilebilmesi ve iklim duyarlı ulaşım hedeflerine katkı sunabilmesi, planlama ve politika süreçleriyle bütünleşik bir yaklaşıma bağlıdır.

Bu doğrultuda orta ölçekli kentlerde BPS planlaması için geliştirilecek politikalarda faydalı olacağı belirlenen bazı öneriler aşağıda sıralanmıştır.

- Bisiklet paylaşım sistemleri, toplu taşıma, yaya ulaşımı ve diğer mikro-mobilite çözümleri ile entegre edilerek çok modlu bir ulaşım yapısı içerisinde ele alınmalıdır. Bu yaklaşım ulaşım planlamasını bütünleşik olarak ortaya konulmasına katkı sunacaktır.
- İklim duyarlı tasarım ve uygulama açısından aşırı sıcaklık ve meteorolojik koşullar dikkate alınarak gölgelendirme, güvenli park alanları ve konfor koşulları sağlanmalı; sistem planlamasında iklim değişkenleri göz önünde bulundurulmalıdır.
- Literatür bilgileri, orta ölçekli kentlerde BPS planlaması yapılırken ölçek duyarlı politika geliştirilemediğini göstermektedir. Bu nedenle, bu kentlerde BPS kurgulanırken metropol ölçekli uygulamaların doğrudan kopyalanması yerine, orta ölçekli kentlerin mekânsal yapısı, nüfus yoğunluğu ve ulaşım alışkanlıklarına uygun stratejiler geliştirilmelidir.
- Literatürdeki çalışmalarda BPS konusunda büyük çoğunlukla planlama üzerine öneriler geliştirilmiş, BPS kullanımının aslında bir kültürel farkındalık olduğu ve eğitimle etkinleştirilebileceği etkin bir şekilde ortaya konulmamıştır. Bu nedenle bisiklet kullanım

kültürünü destekleyen eğitim, teşvik ve bilinçlendirme çalışmaları ilköğretim düzeyinden itibaren yapılmalıdır.

- Bisiklet paylaşım sistemleri kısa vadeli projeler olarak değil, kentlerin sürdürülebilirlik ve iklim eylem planları içerisinde uzun vadeli hedeflerle uyumlu biçimde ele alınmalıdır.

Çalışmalar, BPS'lerin kullanım verilerine göre insanların BPS kullanımını benimsediğini hatta uygun olmayan hava koşullarında bile hafta sonları ile tatil günlerinde kullanıma devam etme eğiliminde olduğunu göstermektedir. Ancak özellikle hafta içi iş yoğunluğunun olduğu günlerde hava koşullarına bağlı olarak bu durum değişmekte ve kullanım oldukça azalmaktadır. Bu veriler, iklim koşulları uygun, orta ölçekli kentlerde BPS kullanımının daha verimli olacağını hatta çalışma günlerinde bile kullanımına devam edilen sürdürülebilir ulaşım sistemleri olma potansiyelinin olduğunu ortaya koymaktadır. Çünkü orta ölçekli kentler, kötü hava koşulları ile hafta içi çalışma günlerinde ortaya çıkan işe yetişememe endişesinin daha düşük yaşanacağı insan ve trafik yoğunluğuna sahip olduğundan metropol kentlerden net bir şekilde ayrılmakta ve BPS politikaları geliştirme açısından farklı yaklaşımlara ihtiyaç duymaktadır.

Sonuç olarak, bisiklet paylaşım sistemleri orta ölçekli kentlerde yalnızca alternatif bir ulaşım seçeneği değil; sürdürülebilir ve iklim duyarlı ulaşım politikalarının uygulanabilir, esnek ve stratejik bir bileşeni olarak değerlendirilmelidir. Bu yaklaşım, ulaşım planlamasında ölçek farklılıklarını ve iklim boyutunu birlikte ele alan bütüncül bir politika çerçevesinin geliştirilmesine katkı sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

- Bean, R., Pojani, D., & Corcoran, J. (2021). How does weather affect bikeshare use? A comparative analysis of forty cities across climate zones. *Journal of Transport Geography*, 95, 103155. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2021.103155>
- Cyclist Türkiye. (2020, Haziran 23). Paylaşımlı bisiklet sistemleri. <https://www.cyclistmag.com.tr/2020/06/23/paylasimli-bisiklet-sistemleri/>
- Ding, M., Zhang, S., Li, L., Wu, Y., Yang, Q., & Cai, J. (2025). Environmental benefits evaluation of a bike-sharing system in the Boston area: A longitudinal study. *Urban Science*, 9(5), 159. <https://doi.org/10.3390/urbansci9050159>
- El-Assi, W., Mahmoud, M. S., & Habib, K. N. (2017). Effects of built environment and weather on bike sharing demand: Station level analysis of commercial bike sharing in Toronto. *Transportation*, 44, 589–613. <https://doi.org/10.1007/s11116-015-9669-z>
- Eren, E., & Uz, V. E. (2020). A review on bike-sharing: The factors affecting bike-sharing demand. *Sustainable Cities and Society*, 54, 101882. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101882>
- Frade, I., Ribeiro, A., Dias, D., & Tchepel, O. (2022). Kentsel alanlarda bisikletçilerin tercih ettiği rotalar için bisiklet paylaşım sistemlerinin emisyonlar üzerindeki etkisi. *Uluslararası Sürdürülebilir Ulaşım Dergisi*, 16 (10), 901–909. <https://doi.org/10.1080/15568318.2021.1949076>
- Güzel, D., Altıntaş, O., & Korkut, S. Ö. (2025). Assessment of weather-driven travel behavior on a small-scale docked bike-sharing system usage. *Travel Behaviour and Society*, 38, 100927. <https://doi.org/10.1016/j.tbs.2024.100927>

- Kim, K. (2018). Investigation on the effects of weather and calendar events on bike-sharing according to the trip patterns of bike rentals of stations. *Journal of Transport Geography*, 66, 309–320. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2018.01.001>
- Macioszek, E., Świerk, P., & Kurek, A. (2020). Bike-sharing system as an element of developing sustainable mobility—A case study based on a city in Poland. *Sustainability*, 12(8), 3285. <https://doi.org/10.3390/su12083285>
- Raposo, M., & Silva, C. (2022). City-level e-bike sharing system impact on final energy consumption and GHG emissions. *Energies*, 15(18), 6725. <https://doi.org/10.3390/en15186725>
- Salimi, M., & Al-Ghamdi, S. G. (2020). Climate change impacts on critical urban infrastructure and urban resiliency strategies for the Middle East. *Sustainable Cities and Society*, 54, 101948. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101948>
- Villarrasa-Sapiña, I., Toca-Herrera, J.-L., Pellicer-Chenoll, M., Taczanowska, K., Rueda, P., & Devís-Devís, J. (2024). Effects of meteorology on bike-sharing: Cases of 13 cities using non-linear analyses. *Cities*, 155, 105457. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2024.105457>
- Wang, X., Xue, R., Lu, M., & Wu, J. (2024). The effect of extreme heat on bike-sharing and public transport integration: Evidence from Shenzhen, China. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 13(12), 438. <https://doi.org/10.3390/ijgi13120438>
- WRI Türkiye Sürdürülebilir Şehirler. (2022). Türkiye sürdürülebilir kent içi ulaşım kılavuzu. <https://wriehirler.org/sites/default/files/T%C3%BCrkiye%20S%C3%BCrd%C3%BCr%C3%BClebilir%20Kent%20C4%B0%C3%A7i%20Ula%C5%9F%C4%B1m%20K%C4%B1lavuzu.pdf>
- WRI Türkiye Sürdürülebilir Şehirler. (2014). EMBARQ Türkiye, insan odaklı şehir ve çözümler için bisikletli ulaşım çalışmalarına devam ediyor. <https://thecityfixturkiye.com/embarq-turkiye-insan-odakli-sehir-ve-cozumler-icin-bisikletli-ulasim-calismalarina-devam-ediyor-2/>
- Zhang, Y., & Mi, Z. (2018). Environmental benefits of bike sharing: A big data-based analysis. *Applied Energy*, 220, 296–301. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.03.101>
- Zhou, Y., Yu, Y., Wang, Y., He, B., & Yang, L. (2023). Mode substitution and carbon emission impacts of electric bike sharing systems. *Sustainable Cities and Society*, 89, 104312. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.104312>

YAPAY ZEKAYA DAYALI UZAKTAN EĞİTİM SİSTEMLERİNDE ÖĞRETMENİN ROLÜ

Abdulla MUSTAFAYEV

Nahçıvan Devlet Üniversitesi "Genel Tarih" Bölümü Doçenti

ORCID: 0009-0004-1145-1939

Münevvar SÜLEYMANOVA

Nahçıvan Devlet Üniversitesi "Genel Tarih" Bölümü'nde öğretim üyesi ve doktora öğrencisi.

ORCID: 0009-0001-9996-0225

Nazli ALİYEVA

Nahçıvan Devlet Üniversitesi Yüksek Lisans Merkezi'nde "Tarih Öğretim Yöntemleri ve Metodolojisi" alanında birinci sınıf yüksek lisans öğrencisi

ORCID: 0009-0000-8259-6116

Gülşay MUSTAFAYEVA

Nahçıvan Devlet Üniversitesi Yüksek Lisans Merkezi'nde "Tarih Öğretim Yöntemleri ve Metodolojisi" alanında birinci sınıf yüksek lisans öğrencisi

ORCID: 0009-0000-5275-8153

Nermin ABBASOVA

Nahçıvan Devlet Üniversitesi Yüksek Lisans Merkezi'nde "Tarih Öğretim Yöntemleri ve Metodolojisi" alanında birinci sınıf yüksek lisans öğrencisi

ORCID: 0009-0001-5948-9977

ÖZET

21. yüzyılın başlarında COVID-19 pandemisinin yayılması ve ardından dünyada meydana gelen küresel krizler ve sosyal değişimler, diğer birçok ülkede olduğu gibi Azerbaycan'daki eğitim sistemini de ciddi şekilde etkiledi. Bu nedenle, pandemi sırasında Azerbaycan'daki eğitim kurumları da geleneksel eğitim sürecini kesintiye uğratmadan sürdürmek amacıyla uzaktan eğitim modeline yaygın olarak geçiş yaptı. Bu aşamada, öğrencilerin ve çocukların eğitim sürecinin dışında kalmamalarını sağlamak için çevrimiçi platformlar, internet kaynakları, mobil uygulamalar ve yapay zekâ tabanlı teknolojiler gibi çeşitli dijital araçlar kullanıldı.

Uzaktan eğitimin etkin bir şekilde organize edilmesinin yalnızca teknik yeteneklere değil, öğretmenlerin bu teknolojilere uyum düzeyine de bağlı olduğu unutulmamalıdır. Öğretmenlerin teknik becerileri, dijital araçlara erişim ve kullanım düzeyi, eğitim kurumlarının sosyo-ekonomik olanakları ve öğrencilerin teknolojiye hazır olma düzeyi, uzaktan eğitimin kalitesi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Bu nedenle, uzaktan öğrenme ve yapay zekanın geliştiği günümüzde öğretmenlerin rolü özellikle önemlidir.

Eğitim sürecinde kilit figürler olan öğretmenler, kaliteli eğitimin sağlanmasında ve öğrenci gelişiminin teşvik edilmesinde çok önemli bir rol oynarlar. Öğretmenler yeterli teknolojik becerilere sahip olsalar ve çeşitli iletişim kanalları aracılığıyla tüm öğrencilere ulaşabilseler bile, uzaktan eğitim tek başına bazı öğrenciler için yeterince etkili olmayabilir. Bu nedenle, uzaktan eğitimde kullanılan pedagojik yöntemler ve stratejiler, geleneksel öğretim yöntemlerinden bir ölçüde farklı olmalıdır.

Öğrencilerin öğrenme sürecine aktif katılımını sağlamak, onları öğrenmeye motive etmek ve uzaktan destek sunmak için öğretmenler çeşitli pedagojik yaklaşımlar kullanmalı ve bunu yapmak için daha fazla çaba göstermelidir. Farklı eğitim ihtiyaçlarına sahip öğrenciler için bireyselleştirilmiş öğretim, geleneksel (çevrimdışı) eğitim ortamlarında bile zorken, bu süreci uzaktan organize etmek öğretmenlerin işini daha da karmaşık hale getirir.

Bu bağlamda, uzaktan eğitim ve yapay zekânın yeni çağında, kaliteli eğitimin ve öğrencilerin kapsamlı gelişiminin sağlanması büyük ölçüde öğretmenlerin profesyonelliğine bağlıdır. Öğretmenler, modern teknolojiler ve dijital araçlar konusunda yetkin olmalı ve eğitim sürecini iyileştirmek için yapay zekânın yeteneklerini etkin bir şekilde kullanabilmelidir. Aynı zamanda, bir öğretmenin her zaman toplum için örnek bir figür olduğu ve genç neslin sorumlu, eğitimli ve vatansever vatandaşlar olarak yetişmesinde önemli bir rol oynadığı da unutulmamalıdır.

Makaleyi yazmaktaki amacımız, uzaktan eğitim sürecinde öğretmenin rolünü incelemektir. Bu süreç, bir yandan yapay zekanın uygulanmasıyla öğretmenin işini teknik açıdan zorlaştırırken, diğer yandan öğretmenin işini önemli ölçüde iyileştirerek öğretim sürecini daha verimli hale getirmektedir. Aynı zamanda, makale uzaktan eğitimin tanımını, avantajlarını ve dezavantajlarını analiz etmekte, yapay zekanın eğitime getirdiği yeni fırsatları vurgulamakta ve öğretmenin etik ve ahlaki niteliklerinin rolünü öne çıkarmaktadır. Öğretmen, teknolojik gelişmelerden bağımsız olarak öğrenciler için örnek bir kişilik olmaya devam etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Yapay zeka; Uzaktan eğitim; Pandemi; Karma eğitim; Yüz yüze eğitim; Uzaktan eğitimde öğretmenin rolü; Yükseköğretim kurumu.

ABSTRACT

The spread of the COVID-19 pandemic at the beginning of the 21st century, followed by global crises and social changes around the world, severely impacted the education system in Azerbaijan, as in many other countries. Therefore, during the pandemic, educational institutions in Azerbaijan widely switched to a distance learning model in order to continue the traditional education process without interruption. At this stage, various digital tools such as online platforms, internet resources, mobile applications, and artificial intelligence-based technologies were used to ensure that students and children did not fall behind in the education process.

It should be remembered that the effective organization of distance education depends not only on technical capabilities but also on the level of adaptation of teachers to these technologies. Teachers' technical skills, their level of access to and use of digital tools, the socio-economic resources of educational institutions, and the level of students' readiness for technology all have a significant impact on the quality of distance education. Therefore, in today's world where

distance learning and artificial intelligence are developing, the role of teachers is particularly important.

Teachers, as key figures in the education process, play a crucial role in ensuring quality education and promoting student development. Even if teachers possess sufficient technological skills and can reach all students through various communication channels, distance learning alone may not be effective enough for some students. Therefore, the pedagogical methods and strategies used in distance learning should differ to some extent from traditional teaching methods. To ensure students' active participation in the learning process, motivate them to learn, and provide support remotely, teachers should use and strive to utilize various pedagogical approaches. Individualized instruction for students with diverse educational needs is challenging even in traditional (offline) learning environments, and organizing this process remotely makes the teacher's job even more complex. In this context, in the new era of distance learning and artificial intelligence, ensuring quality education and the comprehensive development of students largely depends on the professionalism of teachers. Teachers should be proficient in modern technologies and digital tools and be able to effectively utilize the capabilities of artificial intelligence to improve the educational process. At the same time, it should not be forgotten that a teacher is always an exemplary figure for society and plays an important role in raising the younger generation as responsible, educated, and patriotic citizens. The aim of writing this article is to examine the role of the teacher in the distance education process. This process, while technically challenging the teacher's job with the application of artificial intelligence, also significantly improves the teaching process by making it more efficient. At the same time, the article analyzes the definition, advantages, and disadvantages of distance education, highlights the new opportunities that artificial intelligence brings to education, and emphasizes the role of the teacher's ethical and moral qualities. The teacher continues to be an exemplary figure for students, regardless of technological developments.

Keywords: Artificial intelligence; Distance education; Pandemic; Blended learning; Face-to-face education; The role of the teacher in distance education; Higher education institution.

GİRİŞ

Problem tanımı. 21. yüzyılın ilk on yıllarında dünyada salgının yayılması nedeniyle ortaya çıkan yeni koşullar, eğitim sektörü de dahil olmak üzere tüm alanlarda yeni bir yaklaşıma duyulan ihtiyacı ortaya koymuştur. Duruma bağlı olarak yeni stratejiler geliştirilmiştir. Sonuç olarak, Dünya Sağlık Örgütü'nün de kabul ettiği üzere, Azerbaycan dünyada salgın sırasında en başarılı stratejilere sahip ülkelerden biri olmuştur [2].

Pandemi döneminde büyük önem taşıyan uzaktan eğitim, o zamandan beri kesintisiz bir eğitim biçimi olarak devam etmektedir. Pandemi sürecinde uzaktan eğitime uyum sağlamak için büyük çaba sarf eden öğretmenlerin rolü çok önemlidir ve küçümsenemez. Azerbaycan'da, pandemi sırasında eğitim sisteminin sürekliliğini sağlamak için öğretmenler kısa sürede uzaktan eğitim ortamına uyum sağlamak ve yeni teknolojileri ve dijital platformları hızla öğrenmek zorunda kaldılar. Bu bağlamda, uzaktan eğitim, eğitim sürecinde öğretmenler için en karmaşık ve sorumluluk gerektiren konulardan biri olarak kabul edilmektedir.

Pandeminin eğitim sektörü de dahil olmak üzere tüm alanları çok ciddi şekilde etkilediği bilinmektedir. Ancak tüm bunlara rağmen, Milli Eğitim Bakanlığı karşılaşılan tüm zorlukların üstesinden gelmek için projeler ve eylem planları hazırlamış ve sonuç olarak ortaya çıkan sorunlar kısa sürede ortadan kaldırılmıştır. Böylece, yüksek ve ortaöğretim kurumları kapatıldığında, uzaktan eğitim başlatılmış, "Sanal Okul" projesi ve çevrimiçi dersler uygulanmıştır. Sonuç olarak, öğrencilerin eğitimden ayrılması önlendi ve tüm bu süreçte öğretmenlerin yeri doldurulamaz rolüne dikkat çekilmelidir [Sadiq, Shamil (2020)].

Pandemi sürecinde öğretmenlere gerekli desteği sağlamak, başarılı pedagojik uygulamaları yaygınlaştırmak ve öğretmenler arasında iş birliğini teşvik eden bir ortam yaratmak öncelikli konular arasında yer almıştır; zira öğretmenler hem istikrarlı dönemlerde hem de pandemi sırasında eğitim sisteminin sürdürülebilirliğini sağlamada çok önemli bir rol oynamışlardır.

Ancak, bu alanda daha önce deneyimi olmayan ve yeterli teknik eğitim almamış birçok öğretmen, uzaktan eğitime tam olarak hazır değildi. Uzaktan eğitim becerileri sınırlı olan öğretmenler, dersleri etkili bir şekilde organize etme ve yönetme sürecinde çeşitli zorluklarla karşılaştılar.

Pandemi dönemi ve ardından gelen sosyal değişimler eğitim ortamını etkiledi. Pandemi, insanların ve toplumun hayatında muazzam maddi, manevi ve psikolojik altüst oluşlara neden oldu. Pandemi, toplumun tüm alanlarında olduğu gibi eğitim sektörünü de olumsuz etkiledi. Sonuç olarak, 2020 sonbaharından itibaren ülkemiz uzaktan eğitime geçmiştir [Imanova, Lala (2021)].

Bu koşullar altında, eğitim sisteminin yeni öğretim yöntemlerini uygulamaya koyması gerekiyordu. Bu yöntemler, sosyal mesafe kurallarından başlayarak hibrit veya çevrimiçi kurslar ve seminerlere kadar çeşitli formatları içermektedir. Uzaktan, karma ve çevrimiçi eğitim nedir? Bunların hepsi farklı kavramlardır. Bu terimleri kısaca şöyle açıklayabiliriz: Uzaktan eğitim, geleneksel eğitimin aksine, doğrudan temas olmadan gerçekleştirilen bir eğitim biçimidir. Bu durumda, eğitimcilerin ve öğrencilerin fiziksel olarak aynı yerde bulunmaları

gerekmez. Dolayısıyla, bu durumda tüm materyaller uzaktan eğitim platformları aracılığıyla öğrencilere gönderilir. Uzaktan eğitim sırasında, öğretmenler ve öğrenciler birbirleriyle tartışmalar oluşturma fırsatına sahip olurlar [Xalilov, T. (2020):12].

Karma öğrenme sınıf ortamında gerçekleştirilse de, derslerin düzenlenmesinde modern teknolojiler kullanılmaktadır. Uzaktan eğitimden farklı olarak, çevrimiçi eğitim uzaktan gerçekleştirilmez, bunun yerine öğrenci ve öğretmen arasında bir bağlantı kurulur. Bu açıdan bakıldığında, çevrimiçi eğitimin geleneksel derslere daha çok benzediğini söyleyebiliriz [4].

Aslında, uzaktan eğitim tamamen yeni bir yaklaşım olmasa da, eğitim otoriteleri tarafından oldukça esnek ve etkili bir yöntem olarak yaygın bir şekilde uygulanmaya başlanmıştır. Dünyanın birçok ülkesinde olduğu gibi, Azerbaycan'da da devletin getirdiği kısıtlamalar nedeniyle eğitim kurumlarının faaliyetleri geçici olarak çevrimiçi ortama taşınmıştır. Bu durum doğal olarak şu soruyu gündeme getiriyor: Uzaktan eğitim gerçekten ne kadar etkili ve dünyanın dört bir yanındaki ülkeler ve eğitim kurumları bu eğitim biçimine ne ölçüde hazır?

Önerilen çalışmanın analiz konusunu daha iyi anlamak için öncelikle uzaktan eğitim kavramını tanımlamak önemlidir. Bu kavram modern zamanlarda giderek daha fazla kullanılsa da, evrensel olarak kabul görmüş tek ve genel bir tanımı yoktur.

Uzaktan eğitim genellikle öğretme ve öğrenme sürecine yönelik bir yaklaşım olarak açıklanır. Bu yaklaşım, teknolojik araçların ve kitle iletişim araçlarının kullanımına dayalı, uygulamalı bir eğitim modeli veya bunun bir parçasıdır. Bu araçlar eğitime erişimi kolaylaştırır, eğitim katılımcıları arasında iletişimi ve etkileşimi sağlar ve ayrıca öğrenme sürecini anlama ve geliştirme için yeni yöntemlerin uygulanmasını destekler. İlk bakışta zor gibi görünse de, uzaktan eğitim, öğrencilere ve talebelere öğretilecek materyallerin belirli programlar aracılığıyla iletildiği çok kullanışlı bir sisteme sahiptir [Hüseynova, Aybəniz (2021): 98-104]. Günümüzde çeşitli dijital platformların, çevrimiçi iletişim araçlarının ve yapay zeka teknolojilerinin kullanımıyla uzaktan eğitim Azerbaycan'da daha da yaygınlaşmış ve eğitim sisteminin önemli bileşenlerinden biri haline gelmiştir.

Uzaktan eğitim, bireylerin ders materyallerine, medyaya, talimatlara ve uygulamalara her zaman ve her yerde erişebilmelerini sağlayan yeni bir eğitim paradigmasıdır [21]. Bir eğitim faaliyetinin amacına ulaşabilmesi için etkili olması önemlidir. Etkili eğitim, bilgi oluşumuna bilinçli katılımı, amaçlı faaliyeti ve ölçülebilir sonuçları ima eden aktif öğrenme olarak algılanmaktadır [Kerimli, Türkan (2025)]. Bir öğretmenin etkinliği, öğrencilerin öğrenme sürecine olan ilgisini uyandırma ve onları öğretilen konulara ve derslere motive etme düzeyiyle değerlendirilebilir.

Uzaktan eğitimin tüm tipik yöntemlerini kullanarak, eğitim sürecini sistematize edebilir ve gerçek eğitim faaliyetleri düzenleyebiliriz. E-öğrenmenin ek bir avantajı da, çevrimiçi tartışma forumları aracılığıyla çekingen öğrencilerin teşvik edilmesidir. Bu, esas olarak eğitim amaçlı ve ayrıca iletişim için kullanılır. Bu şekilde, uzaktan eğitim, öğrenciler ve öğretmenler arasında iletişimin ve kişisel ilişkilerin kurulmasının önündeki engelleri ortadan kaldırır; örneğin, öğrencilerin diğer öğrencilerle veya öğretmenlerle konuşmakta isteksiz olduğu durumlarda. Bazı yazarlar, uzaktan eğitimin öğrencilerin öğretmenlerle etkileşimlerinin interaktifliğini artırdığını belirtmektedir [Alizadeh, Turkan (2019)].

Uzaktan eğitimin dezavantajları da vardır. İlk sorun dikkat eksikliğidir. Dikkat eksikliği sendromu, öğretmenlerin öğretim faaliyetlerinde sıkça karşılaştığı bir sorundur. Uzaktan eğitime geçiş sırasında, özellikle genç öğrencilerde değerlendirme sonuçlarında düşüş gibi olumsuz etkiler gözlemlenmektedir. Bu durum davranış sorunlarına ve dikkat eksikliğinde artışa yol açmaktadır. Aynı zamanda, sınıf derslerinden elektronik öğrenme araçlarına geçiş, öğrenciler için ek bir engel oluşturmaktadır. Dikkat dağıtıcı faktörler de öğrenme sürecinin verimsizliğine neden olmaktadır [Ismayilova, Bahar (2014): 189-192].

Azerbaycan eğitim ortamında uzaktan eğitimin de benzer avantajları ve zorlukları vardır: çevrimiçi platformlar öğrencilere bağımsız öğrenme fırsatı sunarken, dikkat dağıtıcı unsurlar ve teknolojik beceri düzeylerindeki farklılıklar öğretmenler ve öğrenciler tarafından karşılaşılan başlıca sorunlar arasındadır.

Uzaktan eğitimde bir diğer önemli sorun, öğretmenlerin yeterli teknik becerilere sahip olmamasıdır. Bu da, öğretim kalitesinin düşmesine yol açar. Bu nedenle, öğretmenlerin öğretim planlama sürecine dahil edilmesi, teknolojilerin ders sırasında öğrenme hedeflerine ulaşmada gerçek bir araç olarak işlev görmesini sağlayacaktır. Başka bir deyişle, eğitim kurumu veya fakülte tarafından iyi tasarlanmış dijital öğretim programları olmadığında, öğretmenlerin uzaktan eğitimin gerekliliklerine uyum sağlama çabaları, öğretim kalitesinin düşmesine yol açabilir.

Ancak, öğretmenlerin yeni öğretim sistemine uyum sağlamak için gösterdikleri sürekli çabalara rağmen, tekrarlayan teknik ve teknolojik sorunlar ve yetersiz iletişim altyapısı, öğretim sürecine erişimi sınırlayabilir ve bazen tamamen engelleyebilir. COVID-19 pandemisi bağlamında, çevrimiçi eğitim, eğitim hizmetlerine erişimin tek yolu haline geldi, ancak bu herkesin eğitime erişebileceği anlamına gelmiyor.

Son ve en önemli sorun, sosyal etkileşimin azalmasıdır. Bu durum, özellikle en açık ve iletişimci öğrencilerin iletişim olanaklarını sınırlayarak sosyal ortama entegre olmalarını

zorlaştırır, ancak çekingen öğrenciler üzerinde önemli bir etkiye sahip değildir. Uzaktan eğitimin eksikliklerinden biri, öğrenciler ve eğitimciler arasında doğrudan canlı iletişimin olmamasıdır [İsmayilova, Bahar (2014): 189-192]. Sosyal etkileşim, herhangi bir topluluğun temel unsurlarından biridir ve değer sistemi, ortak sembollerle birlikte, oluşumunu etkiler. Pandemi nedeniyle uygulanan uzaktan eğitim, sosyal etkileşimi teşvik etmez, aksine geleneksel düşünceye dayalı sosyal izolasyona yol açar. Modern çalışmalar, pandemi önlemlerinin insanların gönüllü olarak sosyal etkileşimden kaçındığı bir duruma yol açtığını göstermektedir. Dolayısıyla, geleneksel sınıf eğitimine alternatif olarak uzaktan eğitimin getirilmesi, sosyal izolasyonu daha da güçlendirmiştir.

Bu bağlamda öğretmenlerin rolü hayati önem kazanmıştır. Öğretmenler, video konferans platformları ve diğer dijital araçları kullanarak dersleri organize etmenin yanı sıra, öğrencilerin davranışlarındaki olumsuz değişiklikleri gözlemleyen ve onlara psikolojik destek sağlayan uzmanlar olarak da görev yaptılar. Ayrıca, öğretmenler yapay zeka teknolojilerinin eğitim sürecinde uygulanmasında önemli bir rol oynamış, bu teknolojileri kullanarak daha verimli ve kişiselleştirilmiş bir öğretim organizasyonuna katkıda bulunmuşlardır. Eğitimde bilgi ve iletişim teknolojilerinin uygulanması, daha verimli ve etkileşimli bir öğretim organizasyonunu mümkün kılmıştır [Abbasov, A. N. (2020): 45].

Bu konuda yapılan çalışmalar, uzaktan eğitimin pandemi döneminde özellikle etkili olduğunu göstermektedir. Pandemi sırasında, Nahçıvan Devlet Üniversitesi öğretim üyeleri tarafından öğrencilerle yapılan çevrimiçi derslerde elde edilen sonuçların, diğer geleneksel yöntemlerle elde edilen sonuçlardan daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Çalışmalar, çevrimiçi eğitimin ortalama olarak geleneksel yüz yüze eğitime göre daha iyi sonuçlar verdiğini göstermektedir. Bu nedenle, öğrenciler çevrimiçi öğrenme sırasında %25-60 daha fazla bilgi hatırlarken, sınıf içi eğitimde bu oran %8-10 civarındadır.

Eğitim faaliyetinin etkinliği büyük ölçüde erişilebilirlik düzeyine, yani eğitim sürecinde kullanılan elektronik araçlara olan ulaşılabilirliğe bağlıdır. Geleneksel sınıf eğitiminden farklı olarak, uzaktan eğitim daha erişilebilir bir seçenektir, çünkü öğrencilerin çeşitli platformlar ve cihazlar aracılığıyla gerçek zamanlı olarak eğitim ve metodolojik faaliyetlere katılmalarına olanak tanır. Yüksek erişilebilirlik aynı zamanda devamsızlık yapılan ders sayısında da azalmaya yol açar. Küreselleşme, bilgi alışverişinin genelleşmesi ve elektronik eğitim araçlarının kullanımı, eğitim faaliyetlerine erişim üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. Uzaktan eğitim yöntemleri, eğitim sürecini çevrimiçi olarak uygulamakla sınırlı değildir, aynı zamanda geleneksel "çevrimdışı" eğitim ortamının yapısını ve işlevlerini de bir ölçüde yansıtır; bu

bağlamda, uzaktan eğitim geleneksel sınıf deneyiminin "ayna ve gölgesi" rolünü oynar ve öğrencilere hem pedagojik hem de sosyal etkileşimler açısından benzer bir deneyim sunar [Mammadli (2021): 136-140].

Sosyal etkileşim sorunlarına rağmen, uzaktan eğitim modeli erişilebilir, etkili ve devamsızlık sayısını azaltıyor. Bu, dikkat eksikliği ve bazı öğretmenlerin yeni öğretim araçlarına uyum sağlayamaması gibi zorluklara rağmen başarıyor. Her eğitim modelinin avantajları ve dezavantajları olmasına rağmen, krizden sonra karma (hibrit) eğitim biçimleri gelişti ve uzaktan eğitim genel eğitim sürecinde önemli bir yer edindi. Hibrit öğrenme başlangıçta harmanlanmış öğrenmenin eş anlamlısı olarak kullanıldı. Hibrit eğitimin özü, eğitim sürecinin üç boyutunun - senkron, çevrimiçi ve yüz yüze öğrenmenin - birleşiminde yatmaktadır [Garagözova, V. (2026): 2-6].

Modern araştırmalar, yapay zekâ teknolojilerinin eğitim fırsatlarını artırmak ve öğrencilerin öğrenme sürecini optimize etmek için yaygın olarak kullanıldığını göstermektedir. Amaç, tüm bireyler için yaşam boyu öğrenme fırsatlarını en üst düzeye çıkararak, kapsayıcı ve eşitlikçi kaliteli eğitim sağlamaktır. Yapay zekâ araçları, özellikle engelli bireyler, yükseköğretim kurumlarında eğitim gören mülteciler ve uzak bölgelerde yaşayan insanlar için eşitlikçi ve kapsayıcı eğitim fırsatları yaratmaktadır.

Yapay zekâ ve uzaktan eğitimde öğretmenin rolü nedir?

Yapay zekâ, işbirlikçi öğrenmeyi yeni bir seviyeye taşıyabilir. Bilgisayar destekli işbirlikçi öğrenme sürecinin en önemli yönlerinden biri, öğrencilerin fiziksel olarak aynı yerde bulunmamalarıdır. Yapay zekâ, öğrencilere öğrenme stillerine uygun kişiselleştirilmiş seçenekler sunar. İşbirlikçi bilgisayar eğitimi açısından bakıldığında, çevrimiçi eşzamansız tartışma grupları merkezi bir rol oynamaktadır. Makine öğrenimi ve metin işleme gibi yapay zekâ yöntemlerine dayalı sistemler, eşzamansız grupların faaliyetlerini izler ve öğretmenlere öğrenci tartışmalarını değerlendirmek ve katılımlarını ve öğrenmelerini yönetmek için bilgi sağlar [Asadzadeh, Nurlan (2024)].

Yapay zeka, eğitimi çeşitli şekillerde kişiselleştirmeye yardımcı oluyor. Rutin ve idari görevleri (örneğin, sık sorulan soruları yanıtlamak) otomatikleştirerek öğretmenlerin zamanından tasarruf etmelerini sağlar ve bu da öğrencilerle daha bireysel olarak etkileşim kurmalarına olanak tanır. Bu bağlamda, yapay zekâ araçları öğretmenlerin işini kolaylaştırır ve eğitim sürecini daha verimli hale getirir [Dovletova, Khatira (2026)]. Yapay zekâ ayrıca öğretmenlerin öğrenmeyi kişiselleştirmelerini ve öğrencilerin eğitim fırsatlarını artırmalarını sağlar. Akıllı

öğrenme sistemleri, gelişmekte olan ülkelerde eğitim sürecini genişletmek için sunulan yeni teknolojik fırsatların bir parçasıdır.

ANA BÖLÜM

Öğretmen, öğrencinin oluşumunda ve kişiliğinin gelişiminde belirleyici bir rol oynar ve gelecekte de oynamaya devam edecektir. Önceden eğitim sürecinde tüm kararları veren kişi öğretmen iken, şimdi öğretmen öğrencinin gelişiminde bir köprü görevi görüyor ve bağımsızlık gelişimini, sorumluluk bilinci ve yurttaşlık kültürü ruhuyla öğrenmeyi destekliyor.

Bilimsel ve teknik ilerleme, eğitimin biçimlendirici doğasına verilen önemi artırmaktadır. Öğretmen artık sadece bilgi ve enformasyon aktaran bir kişi değil, öğrenmeyi kolaylaştıran bir kişidir. Öğrencilerle iletişim kurarken diyalog ve işbirliğini kullanır. Öğretmenler, yenilikçi yöntemlerle öğrencilerin ilgisini artırmaya çalışırlar. Bunu yapmak için, eğitim materyalini etkileşimli olarak, projeler ve tartışmalar temelinde ve oyunlar kullanarak sunarak öğrenme ortamını canlandırırlar [Guliyeva, Elnura (2025)].

Pandemi öncesi dönemde derslerin işlenmesinde temel yöntem, öğretmenin bilgisini sergilemesine olanak tanıyan sunumdu. Şu anda ise modern, etkileşimli yöntemlere odaklanılıyor. Bu yöntemler, öğretmeni öğretimin yöneticisi, öğrenciyi ise kendi kişisel konumunu ve deneyimini geliştiren bir katılımcı olarak sunar. Sonuç olarak, öğrenci yeni bilgiler ediniyor ve gelecekte işine yarayacak faydalı beceriler kazanıyor.

Geleneksel paradigma, öğretmeni vazgeçilmez bir bilgi kaynağı olarak sunuyordu [18]. (Not: Bir paradigma, belirli bir zamanda bilimde veya toplumda kabul edilen temel fikirler ve görüşler sistemidir. Bir paradigma, insanların dünyayı nasıl anladıklarını, sorunları nasıl araştırıp çözdüklerini belirleyen bir çerçeve görevi görür-A.M.). Öğretmen, öğrencilerin bireysel özelliklerini dikkate almadan, yalnızca bilginin hacmini değil, aynı zamanda sunum biçimini de belirliyordu. Dersler monoton bir sırayla işleniyor ve öğrenciler pasif alıcı rolünü oynayarak sadece bilgiyi aynen tekrarlıyorlardı.

Modern eğitim sürecinde sadece bilgi aktarımı değil, aynı zamanda biçimlendirici yön de önemlidir [Mammadova, Ulker (2025): 287-288]. Geleceğin uzmanlarının sadece sağlam bilgiye değil, aynı zamanda beceri ve yetkinliklere de sahip olmaları gerekir. Eğitim süreci artık, öğretmenin sorumluluklarını artırmanın yanı sıra öğrenciye kendi öğrenme sürecine katılma ve onu koordine etme fırsatı veren bir değerlendirme bileşeniyle zenginleştirilmiştir.

Sınıf içi dersler artık birincil öğretim biçimi olarak değil, amaçlı öğrenme olayları dizisi olarak görülmektedir. Bu yaklaşım, öğrencileri öğrenme hedeflerine doğru yönlendirmek için adım adım, kontrollü ve koordineli bir süreç yaratır.

Dolayısıyla, modern eğitim iki ana faktörle tanımlanır: uzaktan eğitim ve yapay zekâ. Bu koşullar altında, öğretmen eğitim sürecinin lideri ve koçu rolünü üstlenirken, öğrenci hem nesne hem de özne olarak özerklik kazanır ve sorumluluk ve yurttaşlık kültürü ruhuyla şekillenir.

Modern eğitimin özünde yer alan yeni pedagoji, bilgi aktarımının yerini beceri ve yetenek kazandırmanın almasına olanak tanır ve böylece eğitimin biçimlendirici yönü ön plana çıkar [Hüseynova, Leyla (2023): 1028-1037].

Şunu belirtmek gerekir ki, pedagojide olduğu gibi, modern tarih bilimi de eğitim alanındaki rolünü değiştiriyor ve esas odağını öğrenciye yöneltiyor. Geleneksel yöntemlerin reddedilmesi ve öğrencilerin uzaktan eğitim sürecine dahil edilmesi, tarih biliminin başlıca özelliklerindendir. Modern eğitimin temel sorusu, yükseköğretim kurumunun toplumda hangi rolü üstlenmesi gerektiği ve küreselleşmenin getirdiği değişikliklere ne kadar hazır olduğudur. Eğitim ideali, kültürel değerlerin özümsemesi, toplumun gerektirdiği kişilik tipi ve öğrencinin ihtiyaçlarıyla ilişkilidir. Bu artık standart bir eğitim modeli değil; yeni gerçeklere uyum sağlayan ve değişime direnen dinamik bir modeldir [Nazarov, Muslim (2020)].

Modern bir öğretmen, eğitim sürecini koordine edebilmeli, tüm öğrencilerin belirlenen hedeflere ulaşmasını sağlamalı, bireysel çalışma becerilerini geliştirmelerine yardımcı olmalı ve elde ettikleri sonuçları gelecekte kullanabilmelidir.

Geleneksel deneyim ve yenilik, yaratıcılık modern eğitimin yeni göstergeleridir ve küresel bir toplum kavramına uygun olarak şekillenir: barış için eğitim, çevre eğitimi, çok kültürlü bir toplum için eğitim. Ayrıca, sezgisel öğrenme yöntemi büyük önem taşımaktadır. Sezgisel öğrenme yöntemi, öğrencilerin bir öğretmen ve sorular yardımıyla hazır bilgi edinmedikleri, aksine bilgiyi kendileri aradıkları bir öğrenme yöntemidir. Bu yöntem, sorunları çözmeye, mantıksal ve yaratıcı düşünmeyi geliştirmeye yardımcı olur [3]. Burada ayırt edici özellik, yapay zeka yeteneklerinin uygulanmasıdır ve modern bir öğretmen bu yeteneklere hakim olmalıdır.

Öğretmenlik mesleği büyük önem taşımaktadır. Bu meslek, genç uzmanların kişiliklerinin şekillenmesini, mesleki eğitimlerini sağlar ve yaşam, ahlaki ve etik ilkeler, sosyo-mesleki ve sivil faaliyetlerle yakından ilişkilidir.

Öğretmenlik pratiği, çoğu öğretmen yetiştirme sistemi tarafından kabul edilen çeşitli temel rol kategorilerini içerir:

- Eğitim faaliyetlerinin tasarımı, organizasyonu ve yönetimi;
- Psikolojik ve pedagojik danışmanlık ve destek sağlamak;
- Öğrenciler, veliler ve meslektaşlarla iletişim;

- Yaşam boyu mesleki gelişim;
- Eğitim sürecinin iyileştirilmesine ve işletmede yeniliklerin uygulanmasına katılım;
- Topluma eğitim hizmetleri sunmak ve diğer ilgili faaliyetlerde bulunmak.

Bu alanlar, öğretmenin mesleki faaliyetinin çok yönlü ve sistematik bir yapısını sağlar.

Modern uzaktan eğitimde, öğretmenin kişiliği aynı zamanda yaptığı işin özgünlüğü ve karmaşıklığı tarafından belirlenen bir dizi niteliği de içerir. Bu nedenle, öğretmen birden fazla rol üstlenir (eğitim ve metodolojik ortamda uzman, motive edici (Spoonugach ajanı), rehber (lider), yakın arkadaş, örnek kişi, yansıtıcı profesyonel). Kısacası, modern öğretmen sadece bilgi aktarıcısı değil, uzman, motive edici, lider, arkadaş, örnek ve yansıtıcı bir profesyonel olarak çok yönlü bir rol oynar. Bu rollerin her biri öğrencilerin hem akademik hem de kişisel gelişimine hizmet eder.

Ayrıca, öğretmen müfredat dışı kültürel ve eğitimsel faaliyetler de yürütür. Bu mesleğin sosyal içeriği, modern çağın sosyal ve kültürel etkinliklerine katılımı içerir. Bu durumda, öğretmen, halkının kültürel düzeyini yükseltmeyi amaçlayan sosyal bir pedagog olarak sunulur.

Bir öğretmen, mesleki faaliyetlerini bir eğitim kurumu çerçevesinde yürütürken, aynı zamanda belirli hedeflere ulaşmak ve bu hedefleri uygulamak için uygun yöntem ve araçları kullanarak mesleğinin çerçevesi dışında da mesleki faaliyetlerine devam eder. Bir öğretmen, ancak mesleğinin çerçevesi dışında da misyonuna devam ederse halkının değerli bir temsilcisi olarak kabul edilebilir.

Öğretmen, öğrencilerin yeni durumlara karşı doğal merakını ve ilgisini harekete geçirir ve aynı zamanda toplanan bilgilerin ve güncel bilgilerin uygulanmasını organize eder ve bütünleştirir. Buna ek olarak, öğrencilere şunları sağlar:

- Gerçek bir olayı özgürce değerlendirme veya materyalin içeriğini eleştirel bir şekilde analiz etme yeteneği;
- Etkinlikten bağımsızlık, tepkilerin etkinliği ve hızı (bilişsel, duygusal, motor);
- Yapacakları işin tam sorumluluğunu üstlenme.

Öğrenme gereksinimlerine ve bağımsızlık derecesine bağlı olarak, öğretmen bazı durumlarda öğrenme sürecine müdahale ederek öğrenme etkinliğini yönlendirebilir. Yorumlarda bulunur, soruları yanıtlar, öğrencilerin belirli materyalleri, araçları veya cihazları doğru kullanmalarına yardımcı olur ve gereksiz sapmalardan, anlamsız etkinliklerden, hatalardan ve zaman kaybına yol açan davranışlardan kaçınmayı öğretir.

Bir öğretmenin profesyonelliği, eğitim sürecinin mantığını dikkate alarak öğrencilerin faaliyetlerini yönlendirmesi ve beklenen sonuçlara ulaşmak için yöntemler dikte etmeden, sezgisel bir yaklaşım uygulayarak onlara rehberlik etmesidir.

Birden fazla rol üstlenirken, öğretmen bu rollerin her birinin kişiliğiyle bağlantılı olduğunun farkında olmalıdır. Bu nedenle, belirli kişilik bileşenleri - mesleki kültür, tutumsal (yumuşak) beceriler ve nitelikler - bu mesleğin uygulanmasında özel bir rol oynar. Gerçekten de, belirli bir bilginin bir kişiden diğerine aktarılması ve buna karşılık gelen kabulü her zaman karşılıklı güven ve her iki tarafın da alınan bilgiye karşı açık bir tutum sergilemesini gerektirir.

Modern toplumun değerlerini (özgürlük, sorumluluk, hoşgörü, işbirliği) dikkate alarak, öğretmen ve öğrenci arasındaki ilişkiye yeni bir yaklaşım gereklidir. Öğretmen ve öğrencinin karşılıklı özgünlüğüne ve dürüstlüğüne dayanan bu yaklaşım, yeni çağın değerli vatandaşlarını yetiştirmeyi amaçlamaktadır.

SONUÇ

Modern eğitim, küreselleşme ve teknolojik ilerlemenin etkisiyle sürekli değişen ve yenilenen bir alandır. Uzaktan eğitim ve yapay zeka gibi faktörler, eğitim sürecinde temel değişikliklere yol açmıştır. Bu değişiklikler, özellikle pandemi gibi kritik dönemlerde, eğitim sürecinin kesintisiz devamını sağlamıştır. Uzaktan eğitim ortamı, öğretmenin rolünü önemli ölçüde değiştirerek onu sadece bilgi aktaran değil, aynı zamanda kolaylaştırıcı, motive edici, gözlemci ve psikolog gibi çeşitli roller üstlenen bir kişiye dönüştürmüştür.

Öğretmenler, öğrencilerin öğrenme süreçlerine yüksek düzeyde katılımını sağlamak için modern teknolojileri ve dijital araçları etkili bir şekilde kullanmalıdır. Sadece öğretim yöntemlerini değil, öğrenme sürecinin organizasyonunu ve öğrencilerin motivasyonunu da göz önünde bulundurmalıdır. Öğretmenler ayrıca, öğrencilerin eleştirel düşünme ve kendi kendine öğrenme becerilerini geliştirmeleri için uygun koşullar yaratmalı, onlara kendi öğrenme süreçlerinde daha fazla özerklik ve sorumluluk vermelidir.

Yapay zekânın uygulanması eğitimde yeni fırsatlar açmaktadır. Öğretmenler bu teknolojileri kullanarak öğretimi kişiselleştirebilir ve öğrencilerin bireysel ihtiyaçlarına uyarlayabilirler. Makine öğrenme algoritmaları ve akıllı sistemler, öğrenci eğitimini desteklemenin yanı sıra, öğretim sürecini daha etkili hale getirmektedir. Aynı zamanda, öğretmenler sadece öğretim alanında değil, sosyal ve kültürel faaliyetlerde de yer almalı ve topluma karşı sorumluluk taşımalıdır. Eğitim sadece bilgi aktarımı değil, aynı zamanda kişisel gelişim ve kültürün geliştirilmesidir. Öğretmenler, bu tür faaliyetler aracılığıyla öğrencilerin düşünme ve ahlaki niteliklerini geliştirmeli ve onları yaşam boyu öğrenme sürecine yönlendirmelidir.

Sonuç olarak, uzaktan eğitim ve yapay zeka modern eğitimin ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir. Öğretmenlerin rollerini sadece eğitimci olarak değil, aynı zamanda kişilikleri şekillendiren, öğrencilere yaşam becerileri kazandıran ve bu yeni çağın gerekliliklerine uygun olarak yeni teknolojileri öğretime uygulayan liderler olarak görmeleri ve geliştirmeleri gerekmektedir. Bu nedenle, uzaktan eğitim bağlamında öğretmenler, kaliteli eğitim sağlamada ve öğrenci gelişimini desteklemede çok önemli bir rol oynamaktadır. Modern teknolojilerin ve dijital araçların farkında olmalı ve öğretim sürecini iyileştirmek için yapay zekayı kullanabilmelidirler.

KAYNAKLAR

1. Abbasov, A. N. (2020). Eğitimde bilgi ve iletişim teknolojilerinin kullanımı. Bakü: ADPU Yayınevi
2. Azərbaycan eğitiminin pandemi testi. Azərbaycan Cumhuriyeti Bilim və Eğitim Bakanlığı. “Azərbaycan” gazetesi, 2021. <https://edu.gov.az>
3. Yükseköğretimde öğretim yöntemleri. <https://ideal.matrix.ru>
4. Uzaktan eğitim, karma öğrenme ve çevrimiçi eğitim nedir? <https://gunayahmadli.wordpress.com>
5. Dovletova, Khatira (2026). Eğitimde yapay zeka araçlarının uygulanmasının analizi. Azərbaycan Cumhuriyeti Eğitim Enstitüsü, Bilimsel çalışmalar. <https://arti.edu.az>
6. Alizadeh, Turkan (2019). Uzaktan eğitimin ana modelleri ve yöntemleri. “Azərbaycan okulu”, No. 3
7. Asadzadeh, Nurlan (2024). Öğretmenler yapay zekayı derslerine nasıl entegre edebilirler? “Azərbaycanlı Öğretmen” [<https://www.old.muallim.edu.az>]
8. Huseynova, Aybeniz (2021). Azərbaycan'nda uzaktan eğitim: sorunlar və perspektivlər. “Azərbaycan Okulu, No. 4 (697), s. 98-104
9. Hüseynova, Leyla (2023). Azərbaycan Cumhuriyeti Eğitim Sisteminin Oluşumu (1991-2011). Akademik Tarih ve Düşünce Dergisi, cilt 10, sayı 4, s. 1028-1037
10. Halilov, T. (2020). Uzaktan eğitim: özü ve önemi. “Palitra” gazetesi, s. 12
11. İmanova, Lala (2021). Pandemi sırasında özel eğitim kurumlarında öğretimin düzenlenmesi sorunları. “Azərbaycan Öğretmeni” gazetesi, <https://www.old.muallim.edu.az>
12. İsmailova, Bahar (2014). Uzaktan eğitim: avantajları, dezavantajları ve olumlu deneyimler. “Elektronik devlet inşasının sorunları” I. Cumhuriyet bilimsel ve pratik konferansı, s. 189-192
13. Kerimli, Turkan (2025). Eğitim uygulamalarında aktif öğrenme yöntemlerinin kullanımı. <https://tehsil365.news>
14. Garagözova, V. (2026). Eğitimde yeni bir teknoloji olarak hibrit öğrenme: avantajları ve dezavantajları. Eğitim: Bilimsel-pedagojik, gazetecilik dergisi, ss. 2-6
15. Guliyeva, Elnura (2025). Yenilikçi öğretim yöntemlerinin uygulanmasında öğretmenin kolaylaştırıcı işlevi. <https://aem.az>
16. Mammadli, Maryam (2021). Azərbaycan yükseköğretim sisteminde uzaktan öğrenme deneyimi. Uluslararası Bilimsel Dergi, cilt 15, sayı 5, ss. 136-140
17. Mammadova, Ulker (2025): 287-288. Eğitimin psikolojik yönleri ve yenilikçi yaklaşımlar. Uluslararası Bilimsel Konferans. 30 Aralık 2025, ss. 287-288
18. Öğretmen psikolojisi - aktivitede uyarımın rolü (2022). <https://tehsil.biz>
19. Nazarov, Muslim (2020). Eğitim modellemesi bağlamında pedagojik teknolojiler. Geostrategiya Uluslararası sosyo-politik, bilimsel ve teorik dergi. <https://geostrategiya.az>
20. Sadiq, Shamil (2020). Pandemi sırasında okullar. “Azərbaycanlı öğretmen” gazetesi. <https://old.muallim.edu.az>
21. <https://az.wikipedia.org>

HURMA ÇEKİRDEĞİ TOZU İKAMELİ SICAK KARIŞIM ASFALTLARIN NEM HASARINA KARŞI DİRENCİNİN İNCELENMESİ

Dr. Öğr. Üyesi Ceren Beyza İNCE KARDEŞ

Malatya Turgut Ozal University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Civil Engineering, 44900 Malatya
ORCID: 0000-0002-6385-0964

ÖZET

Asfalt kaplamalar zaman içerisinde sıcaklık, su, çevre/iklim ve trafik koşulları sebebiyle deforme olmaktadır. Bu deformeleri minimize etmek veya tamamen ortadan kaldırmak amacıyla yol mühendisleri uzun yıllardır çeşitli katkı malzemelerini asfalt ya da karışım içerisine ekleyerek kaplama performansını arttırmaya çalışmaktadır. Uzun yıllardır özellikle atık malzemelerden pet şişeler, taşıma poşetleri, tarımsal atıklar ve endüstriyel atıklar kullanılarak asfalt veya sıcak karışımların performansı arttırılmaya çalışılmıştır. Bu çalışmada ise, atık kökenli ve biyokütle esaslı bir malzeme olan hurma çekirdeği tozunun (HÇT) mineral filler yerine kullanımının sıcak karışım asfaltların (HMA) nem hasarına karşı performansı üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla, önce kullanılacak tüm malzemelerin karakteristik özellikleri belirlenmiştir. Ardından, önce saf karışım numunesi hazırlanarak optimum içerik belirlenmiştir. Sonra, saf karışımdaki filler malzeme yerine ağırlıkça %5, %10, %15 ve %20 oranlarında HÇT ikame edilerek HÇT ikameli karışım numuneleri hazırlanmıştır. Hazırlanan numuneler, Marshall stabilite ve akma, Retained Marshall (RMS), dolaylı çekme mukavemeti (ITS) ve nem duyarlılığı (ITSR) testlerine tabi tutulmuştur. Sonuçta, optimum asfalt içeriği %5.4 olarak belirlenmiştir. Bu oran esas alınarak hazırlanarak numuneler üzerinde uygulanan test sonuçlarına göre, HÇT ilavesi ile stabilite değerleri en yüksek %15–20 aralığında elde edilmiştir. RMS, ITS ve ITSR sonuçları, HÇT katkısının karışımların suya karşı direncini ve çekme dayanımını artırdığını göstermiştir. Tüm karışımlarda ITSR değerlerinin %80'in üzerinde olması, nem hasarına karşı yeterli performans sağlandığını ortaya koymuştur. Sonuç olarak, hurma çekirdeği tozunun mineral filler yerine kullanımının sıcak karışım asfaltların mekanik performansını ve nem hasarına karşı direncini olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Asfalt, sıcak karışım asfalt, hurma çekirdeği, modifikasyon, stabilite.

INVESTIGATION OF THE RESISTANCE OF HOT MIX ASPHALT CONTAINING DATE KERNEL POWDER AGAINST MOISTURE DAMAGE

ABSTRACT

Asphalt pavements deteriorate over time due to the effects of temperature variations, water, environmental/climatic conditions, and traffic loading. In order to minimize or eliminate these deformations, highway engineers have long attempted to improve pavement performance by incorporating various additives into asphalt binders or mixtures. For many years, waste materials such as plastic bottles, shopping bags, agricultural residues, and industrial by-products have been utilized to enhance the performance of asphalt or hot mix asphalt. In this study, the effect of using date kernel powder (DKP), a waste-derived and biomass-based material, as a replacement for mineral filler on the moisture damage performance of hot mix asphalt (HMA) was investigated. For this purpose, the characteristic properties of all materials to be used were first determined. Then, a control mixture was prepared to determine the optimum binder content. Subsequently, DKP was substituted for the mineral filler in the control mixture at rates of 5%, 10%, 15%, and 20% by weight, and DKP-modified mixture specimens were produced. The prepared specimens were subjected to Marshall stability and flow, Retained Marshall Stability (RMS), indirect tensile strength (ITS), and indirect tensile strength ratio (ITSR) tests. As a result, the optimum asphalt content was determined as 5.4%. Based on this value, all mixtures were prepared and tested under the same conditions. The results indicated that the highest stability values were obtained within the 15–20% DKP substitution range. RMS, ITS, and ITSR results showed that the addition of DKP improved both the moisture resistance and tensile strength of the mixtures. Moreover, ITSR values exceeding 80% for all mixtures demonstrated adequate resistance against moisture damage. In conclusion, it was determined that the use of date kernel powder as a mineral filler replacement positively affects the mechanical performance and moisture damage resistance of hot mix asphalt mixtures.

Keywords: Asphalt, hot mix asphalt, date kernel, modification, stability.

1. GİRİŞ

Esnek kaplamalarda sıcak karışım asfaltların (HMA) dayanıklılığı üzerindeki en önemli sorunlardan biri kaplamada bulunan suyun varlığıdır. Kaplamada bulunan su, karışımda meydana gelebilecek olan soyulmayı göstermektedir. HMA’da meydana gelen soyulma, asfalt ile agrega arasındaki bağların (adezyon ve kohezyon) kaybıyla meydana gelmektedir. Nem

hasarı, adezyon (yapışma) ve/veya kohezyon kaybı ile oluşur. Sonuçta ise, HMA'nın mukavemeti/sertliği azalır ve diğer bozulmaların oluşumuna temel oluşturur [1–3].

Kaplamalarda meydana gelen nem hasarını önleyebilmek için karayolu mühendisleri çalışmalarında genellikle kireç, portland çimentosu, silikon ve yüzey ajan katkıları ve silanları kullanmaktadır. Ancak son yıllarda, atık malzemelerin hemen her problem karşısında kullanılabilirliğini arttırabilmek amacıyla araştırmacılar çeşitli atıkları (siyah karbon, çöp atıkları vb.) da kullanarak kaplamanın neme karşı direncini arttırmaya çalışmaktadır [4–6].

Biyokütle esaslı atık malzemeler, düşük maliyetli ve çevre dostu olmaları nedeniyle asfalt teknolojisinde dikkat çeken alternatif katkıları arasında yer almaktadır. Bu malzemeler, ince taneli yapıları sayesinde mineral filler gibi davranarak karışımın boşluk yapısını düzenleyebilmekte ve bitüm ile agrega arasındaki etkileşimi artırabilmektedir. Özellikle gözenekli ve pürüzlü yüzey yapısına sahip biyokütle kökenli katkıların, mekanik kilitlenme mekanizmasını geliştirerek hem mekanik dayanımı hem de nem hasarına karşı direnci artırabileceği belirtilmektedir [4,7,8].

Hurma çekirdeği, yüksek oranda lignoselülozik yapı içeren ve genellikle atık olarak değerlendirilen bir biyokütle türüdür. Ögütülerek ince toz haline getirildiğinde, asfalt karışımlarında filler malzeme yerine kullanılabilecek potansiyele sahiptir. Ancak literatürde hurma çekirdeği tozunun doğrudan mineral filler ikamesi olarak kullanıldığı ve özellikle nem hasarı ile mekanik performans üzerindeki etkilerinin birlikte değerlendirildiği çalışmalar sınırlıdır [9–13].

Bu çalışmanın amacı, hurma çekirdeği tozunun mineral filler yerine farklı oranlarda (%5, %10, %15 ve %20) kullanıldığı sıcak karışım asfaltların mekanik özellikleri ve nem hasarına karşı performansı üzerindeki etkisini incelemektir. Bu kapsamda, hazırlanan karışımlar Marshall stabilite ve akma, Marshall oranı (MQ), Retained Marshall (RMS), dolaylı çekme mukavemeti (ITS) ve nem duyarlılığı (ITSR) deneylerine tabi tutulmuş ve elde edilen sonuçlar detaylı olarak değerlendirilmiştir. Elde edilen bulguların, atık biyokütle malzemelerin asfalt teknolojisinde kullanımına yönelik literatüre katkı sağlaması ve sürdürülebilir kaplama tasarımına alternatif bir yaklaşım sunması hedeflenmektedir.

2. MALZEMELER ve YÖNTEM

2.1 Malzemeler

Çalışmada, bağlayıcı olarak Kırıkkale ilindeki TÜPRAŞ rafinerisinden temin edilen B50/70 saf asfaltı, agrega olarak Mersin Karayolları Bölge Müdürlüğüne ait bir taş ocağından kalker

agregası, katkı malzemesi olarak atıl durumda biriktirilen hurma çekirdekleri kullanılmıştır. Asfalta ait özellikler Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Bağlayıcıya ait özellikler.

Özellik	Standart	Sonuç
Penetrasyon (0.1 mm)	ASTM D5	55
Yumuşama noktası (°C)	ASTM D36	51
Özgül ağırlık (gr/cm ³)	ASTM D70	1.033

Hurma çekirdeği tozu, atık formdaki çekirdeklerin iyice öğütülüp No:200 elekten elenmesiyle elde edilmiştir. Hurma çekirdeklerinin öğütülmüş haline ait görsel Şekil 1’de, bu tozun kimyasal içeriği ise Tablo 2’de verilmiştir.



Şekil 1. Hurma çekirdeği tozu.

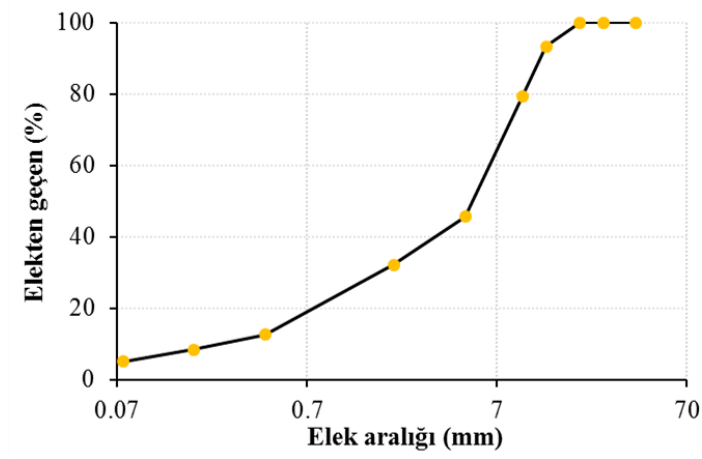
Tablo 2. Hurma çekirdeği içeriği.

İçerik	Değer
SiO ₂	%55.4
Fe ₂ O ₃	%6.5
Al ₂ O ₃	%3.0
CaO	%2.1

Çalışmada kullanılan agrega için seçilmiş olan gradasyon Tablo 3’de, gradasyon eğrisi ise Şekil 3’de verilmiştir. Kullanılacak gradasyon için Karayolları Teknik Şartnamesi (2023) [14] aşınma tabakası gradasyon limitleri (Tip 1 ve Tip 2) [14] kullanılmıştır. Bununla birlikte, agregaya ait fiziksel test sonuçları Tablo 4’de verilmiştir. Şekil 2’de gösterilen agrega gradasyonunun %54.4’ü kaba, %40.6’sı ince ve %5’i filler malzemeden oluşmaktadır.

Tablo 3. Seçilen agrega gradasyonu.

Elek boyutu (mm)	37.5	25.4	19.1	12.7	9.52	4.76	2.00	0.42	0.177	0.075
Geçen (%)	100	100	100	93.3	79.2	45.6	32.1	12.6	8.3	5.0



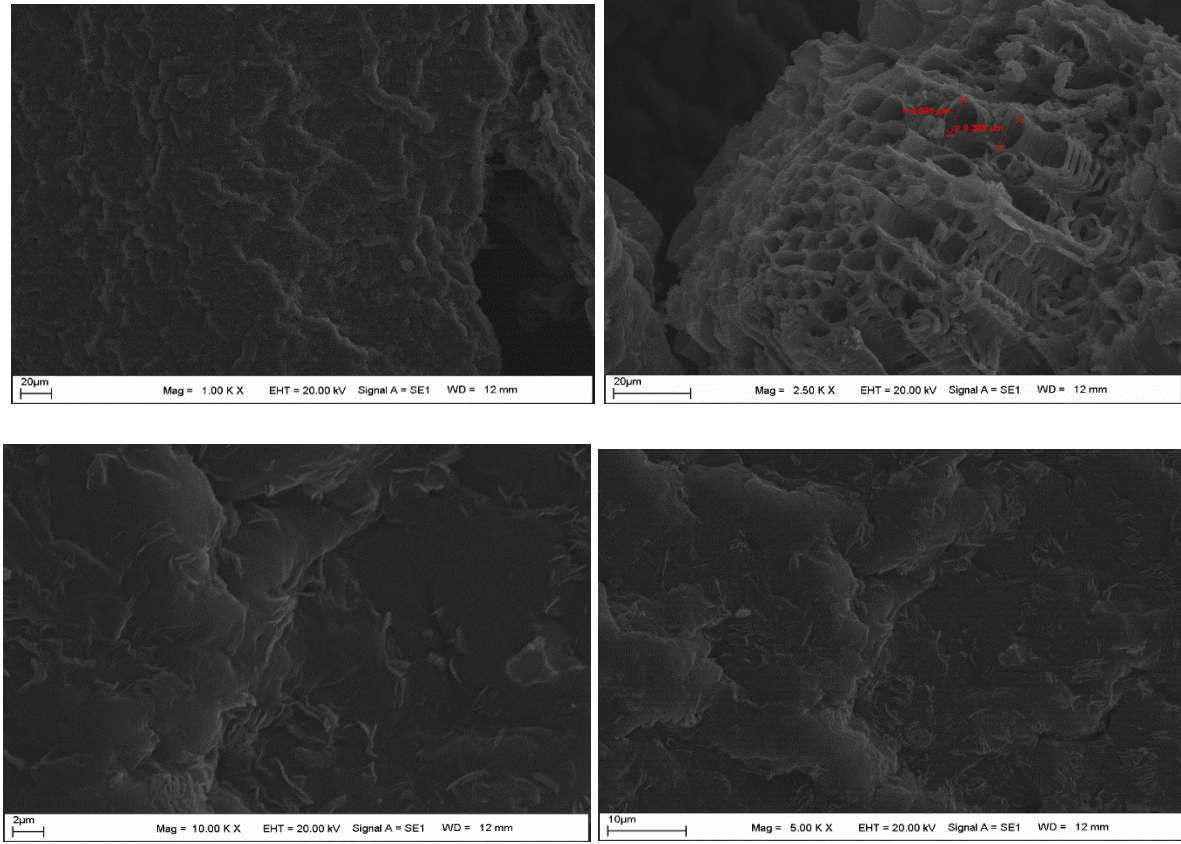
Şekil 2. Gradasyon eğrisi.

Tablo 4. Agrega fiziksel özellikleri.

Deney	Sonuç
Kaba agrega hacim özgül ağırlık	2.700 gr/cm ³
Kaba agrega zahiri özgül ağırlık	2.752 gr/cm ³
İnce agrega hacim özgül ağırlık	2.688 gr/cm ³
İnce agrega zahiri özgül ağırlık	2.763 gr/cm ³
Filler zahiri özgül ağırlık	2.778 gr/cm ³

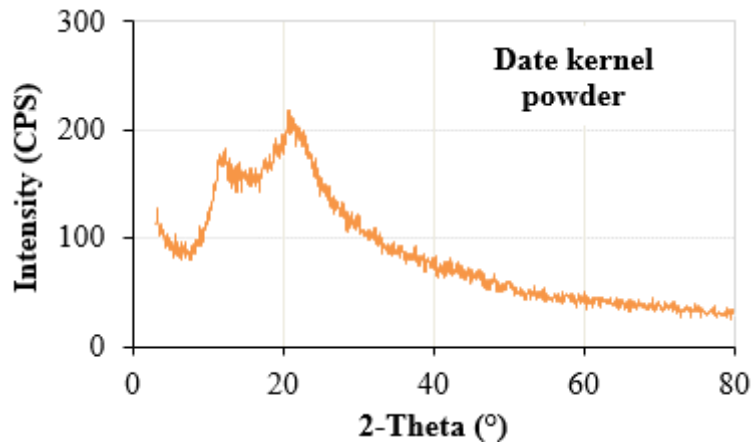
2.2 Malzemelerin karakterizasyonu

Hurma çekirdeğine ait SEM görüntüleri Şekil 3’de, XRD deseni ise Şekil 4’de verilmiştir.



Şekil 3. Öğütülmüş hurma çekirdeğine ait SEM görüntüsü.

SEM görüntüleri incelendiğinde, hurma çekirdeği tozunun pürüzlü ve gözenekli bir yapıya sahip olduğu, ayrıca düzensiz yüzey morfolojisinin olduğu görülmektedir. Hurma çekirdeği tozunun bu yapısı, bu katkının bağlayıcının fiziksel etkileşim ve mekanik kilitleme mekanizmaları üzerinde etkili olabileceği şeklinde yorumlanmaktadır [4].



Şekil 4. Öğütülmüş hurma çekirdeğinin XRD deseni.

XRD deseni incelendiğinde, hurma çekirdeği tozunun yapısal olarak amorf ağırlıklı bir biyokütle malzemesi olduğu görülmektedir. Malzemenin amorf ağırlıklı olmasının modifikasyonda fiziksel etkileşim mekanizmaları üzerinde etkili olabileceğini şeklinde değerlendirilmektedir.

2.3 Yöntem

Çalışmada, saf B50/70 bağlayıcısı kullanılarak karışım numuneleri hazırlanmış ve buradan ilk olarak optimum asfalt içeriği tespit edilmiştir. Numuneler hazırlanırken ASTM D1559 standardı esas alınmıştır. Ardından, belirlenen bu oran esas alınarak önce saf, ardından da saf numunedeki filler malzeme yerine ağırlıkça %5, %10, %15 ve %20 hurma çekirdeği tozu ikame edilerek katkılı karışım numuneleri hazırlanmıştır. Hazırlanan numuneler saf karışımın işlenebilirlik sıcaklıklarında elde edilmiştir. Numuneler hazırlanırken agreg ağırlığı 1150 gr alınmış ve darbe sayısı her iki yüz için de 75 olmak üzere toplamda 150 darbe ile numuneler Marshall tokmağında sıkıştırılmıştır. Karışım numunelerinin hazırlanmasında kullanılan Marshall tokmağı Şekil 5’de verilmiştir.



Şekil 5. Marshall tokmağı.

Çalışma boyunca saf ve artan yüzdelerdeki katkılı karışım numuneleri S, 5H, 10H, 15H ve 20H olarak kodlanmıştır.

3. TEST PROSEDÜRÜ

3.1. Marshall Stabilite ve Akma

Stabilite, HMA’ların aşınma tabakası tasarımındaki en önemli özellik olup kaplamanın yük altındaki deformasyona karşı gösterdiği dirençtir. Akma, trafik yükleri altında kaplamanın geri dönüşümlü davranışını ifade etmektedir yani kaplamanın plastik ve elastik özelliğini belirtmektedir. ASTM D1559 standardına göre gerçekleştirilen deneyde ilk olarak numuneler yaklaşık 35 dakika boyunca 60°C sıcaklığa sahip su banyosunda (Şekil 6a) bekletilir ve

ardından stabilite cihazına (Şekil 6b) yerleştirilerek dakikada 50 ± 2 mm yükleme hızına tabi tutularak numune kırılıncaya kadar yüklemeye devam ettirilir. Deneyde, kırılan numunenin stabilite ve akma değeri cihaz tarafından otomatik olarak belirlenir. Test bitiminde, denklem (1) yardımı ile Marshall oranı (MQ) hesaplanabilmektedir. MQ, karışımın sertliğinin bir göstergesidir [15,16].

$$MQ = \text{Stabilite değeri} / \text{akma değeri} \quad (1)$$



Şekil 6. Su banyosu (a) ve Stabilite (b) cihazları.

3.2. Retained Marshall

Su sebebiyle HMA kaplamalarda meydana gelen bozulmalara karşı kaplamanın göstermiş olduğu direnç RMS testi ile tespit edilmektedir. Testte, hazırlanan briket numuneleri 24 saat boyunca yaklaşık 60°C sıcaklıktaki su banyosunda bekletilerek şartlandırılmış olur ve süre bitiminde briketler sırasıyla Stabilite cihazında teste tabi tutulur. Test sonucunda Denklem (2) yardımıyla RMS değeri hesaplanmaktadır. Burada, MS_1 , kuru numunenin Stabilite değerini, MS_2 şartlandırılmış numunenin Stabilite değerini sembolize etmektedir. Elde edilen sonuçlarda genel olarak RMS değerinin yüksek olması, bunun da kaplamanın sudan kaynaklı bozulmaya karşı dirençli olduğu sonucu çıkarılmaktadır [1].

$$RMS = (MS_2 / MS_1) \times 100 \quad (2)$$

3.3. ITS ve Nem duyarlılığı (TSR)

HMA kaplama üzerinde meydana gelen çekme gerilmelerini belirleyebilmek için AASHTO T245 standardına göre karışım numuneleri, Marshall Stabilite cihazı kullanılarak teste tabi tutulmaktadır. Testte, briket numuneleri dakikada 50mm yükleme hızına tabi tutulur ve numunenin kırılması sağlanır. Test bitiminde, numunenin kırıldığı andaki kırılma değeri ile

kaplamada meydana gelen gerilmelerle bir bağlantı kurulabilmektedir. Denklem (3) kullanılarak numunelerin ITS değerleri hesaplanmaktadır. Burada, briketeye uygulanan maksimum yük “P_{maks}”, briketin çapı “d” ve briketin kalınlığı “t” ile sembolize edilmiştir [15].

$$ITS = \frac{2P_{max}}{\pi t x d} \quad (3)$$

AASHTO T283 standardına göre, HMA’ların neme karşı duyarlılıklarını belirleyebilmek amacıyla karışım numuneleri üzerinde nem hasarı testi uygulanmaktadır. Test, 2 farklı gruptaki numuneler üzerinde gerçekleştirilir. Şartlandırılmamış (1.grup) numuneler, 25°C sıcaklığa sahip su banyosunda yaklaşık 2 saat kadar bekletilmektedir. Şartlandırılmış (2.grup) numunelerde ise, numunenin hava boşluklarının yaklaşık %70’i su dolacak şekilde vakum işlemine tabi tutulur. Ardından numune hemen streç film yardımıyla etrafı çevrelenerek -18°C’deki dondurucuda yaklaşık 16 saat kadar, daha sonra 60°C sıcaklıktaki su banyosunda 24 saat kadar ve 25°C sıcaklıktaki su banyosunda 2 saat kadar bekletilip kırma işlemine tabi tutulur. Test bitiminde, şartlandırılmamış numuneler ITS_{kuru}, şartlandırılmış numuneleri ITS_{yaş} değeri ITS_{yaş} olarak gösterilir ve TSR değeri Denklem (4) yardımıyla hesaplanır. HMA’larda kaplamanın neme karşı dirençli olduğunu ifade edebilmek için TSR değerinin %80’den büyük olması gerekmektedir [1].

$$TSR = (ITS_{yaş}/ITS_{kuru}) \times 100 \quad (4)$$

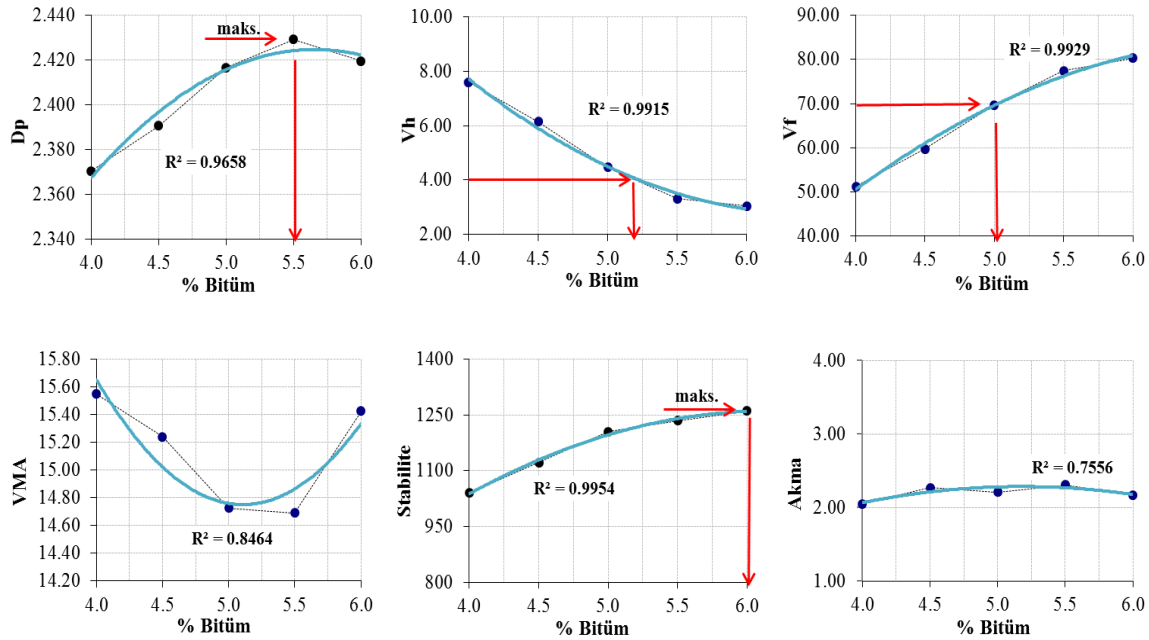
4. BULGULAR

4.1. Optimum asfalt içeriği

Çalışmada B50/70 bağlayıcısı ve 1150 gr kalker agrega kullanılarak hazırlanan sıcak karışım numuneleri, %4 asfalt içeriğinden başlayarak %0.5 artış oranıyla %6 asfalt içeriğine kadar 5 farklı oranda toplamda 15 adet hazırlanmıştır. Numuneler kalıptan çıkarıldıktan sonra önce 3 farklı yerden yükseklikleri (H) ölçülmüş, ardından kuru, su ve havada olmak üzere 3 farklı ağırlığı belirlenmiştir. Son olarak, her numune için çeşitli özellikler (Tablo 5) ve Stabilitate ve akma değerleri belirlenerek grafikler çizilmiş (Şekil 7) ve optimum asfalt içeriği belirlenmiştir.

Tablo 5. Karışım numunelerine ait bazı özellikler.

% Bitüm	No	H ₁ (mm)	H ₂ (mm)	H ₃ (mm)	Kuru ağırlık (gr)	Sudaki ağırlık (gr)	Doygun ağırlık (gr)	Dp (gr/cm ³)	Vh (%)	Vf (%)	VMA (%)
%4.0	1	62.9	63.0	63.0	1182.3	693	1192.2	2.368			
	2	63.1	63.1	63.2	1185.3	694.3	1195.3	2.366			
	3	63.5	63.2	63.1	1176.4	691.3	1186.2	2.377			
Ortalama								2.370	7.59	51.18	15.55
%4.5	4	63.0	63	62.9	1184.5	697.6	1193.5	2.389			
	5	63.1	63.1	63.0	1185.5	699	1194.9	2.391			
	6	63	63.0	63.1	1186	699.5	1195.2	2.393			
Ortalama								2.391	6.15	59.68	15.24
%5.0	7	62.5	62.5	62.6	1202.5	710.5	1208.5	2.415			
	8	62.6	62.6	62.6	1205.5	714	1211.6	2.423			
	9	62.5	62.4	62.5	1194.2	704	1199	2.413			
Ortalama								2.417	4.46	69.70	14.73
%5.5	10	62.3	62.3	62.4	1203.9	712.5	1208	2.430			
	11	62.4	62.5	62.5	1198.6	709.5	1203	2.429			
	12	62.5	62.4	62.4	1193.8	706.2	1197.7	2.429			
Ortalama								2.429	3.31	77.48	14.69
%6.0	13	62.5	62.5	62.2	1198.1	705	1200.3	2.419			
	14	62.2	62.1	62.1	1196.4	703.5	1198.1	2.419			
	15	62.1	62.1	62.2	1199.5	706	1201.5	2.421			
Ortalama								2.420	3.04	80.31	15.43

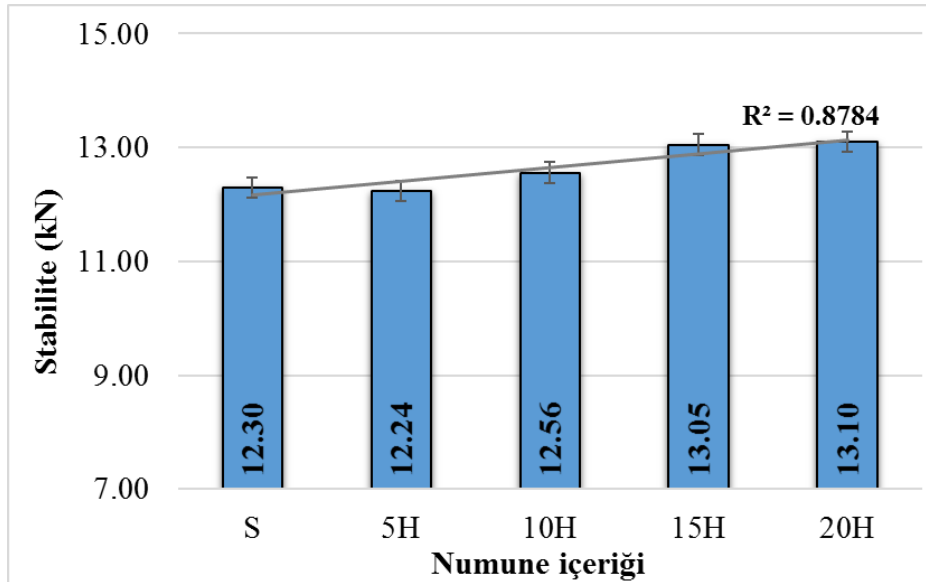


Şekil 7. Optimum asfalt için numunelere ait Stabilité-akma değerleri

Şekil 7’de görülen grafikler yardımıyla D_p ve stabilitenin en yüksek olduğu değerler ile V_h ’ın %4’e, V_f ’nin ise %70’e denk gelen değerler alındığında optimum asfalt içeriği %5.4 olarak hesaplanmıştır. Belirlenen bu oran kıyaslama yapabilmek amacıyla diğer katkılı karışımlarda da sabit tutulmuş ve karışımdaki filler malzeme yerine ağırlıkça %5, %10, %15 ve %20 oranlarında hurma çekirdeği tozu ilave edilerek katkılı karışım numuneleri hazırlanmıştır. Hazırlanan numuneler Marshall stabilite ve akma, Retained Marshall, dolaylı çekme mukavemeti (ITS) ve nem hasarına karşı direnç testlerine tabi tutulmuştur.

4.2. Marshall Stabilite ve akma test sonuçları

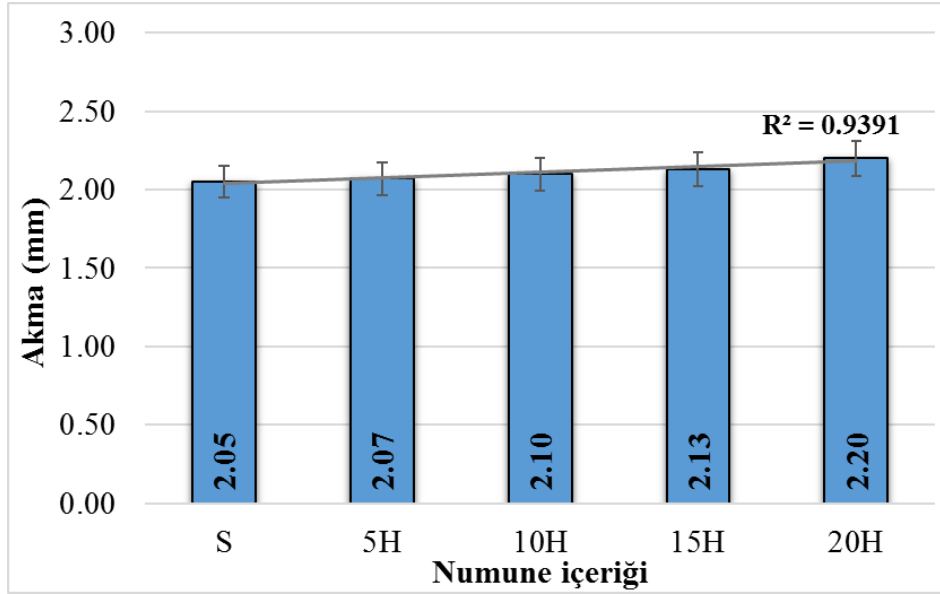
Çalışmada, hurma çekirdeği tozu ikameli ve saf karışım numunelerine ait Stabilite ve akma test sonuçları Şekil 8 ve Şekil 9’da gösterilmiştir.



Şekil 8. Stabilite test sonuçları.

Elde edilen sonuçlara göre, kontrol numunesine (S) ait stabilite değeri 12.30 kN olarak belirlenmiştir. %5 HÇT ilavesi ile stabilite değerinde sınırlı bir azalma gözlenmiş (12.24 kN), ancak katkı oranının %10’a çıkarılmasıyla birlikte stabilite değerlerinin tekrar artış eğilimine girdiği belirlenmiştir. %15 ve %20 katkı oranlarında sırasıyla 13.05 kN ve 13.10 kN değerlerine ulaşılmıştır. Bu durum, hurma çekirdeği tozunun belirli bir oranın üzerinde karışımın mekanik performansını olumlu yönde etkilediğini göstermektedir. Düşük katkı oranında (%5) gözlenen stabilite azalması, HÇT’nin başlangıçta bitüm ile yeterli aderans ve homojen dağılım sağlayamamasına bağlanabilir. Ancak katkı oranı arttıkça, ince taneli yapıya sahip HÇT’nin agrega boşluklarını daha etkin şekilde doldurduğu ve bitüm ile birlikte daha güçlü bir mastik

yapı oluşturduğu düşünülmektedir. Bu durum, içsel sürtünmenin ve agregalar arası kenetlenmenin artmasına katkı sağlayarak stabilite değerlerinde yükselmeye neden olmuştur

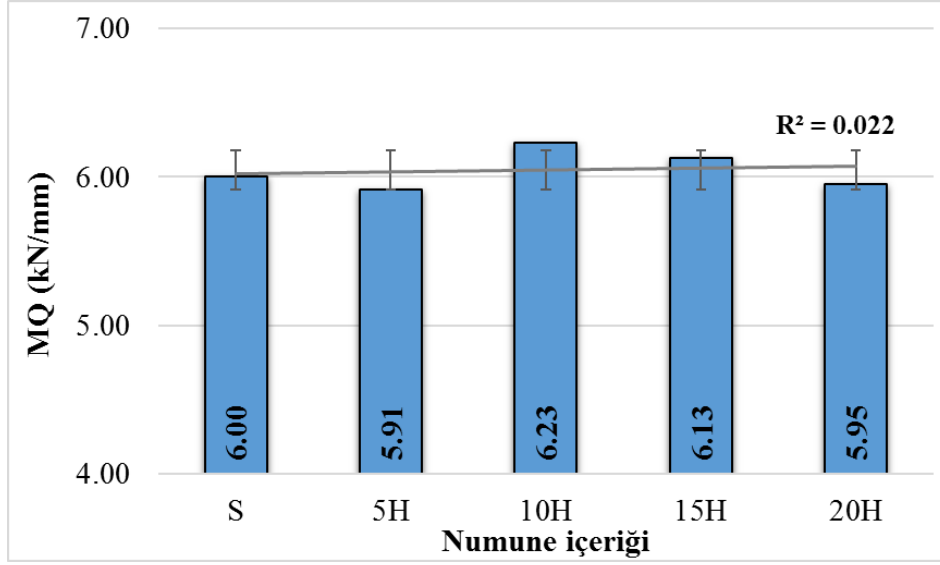


Şekil 9. Akma test sonuçları.

Akma değerleri incelendiğinde ise, kontrol numunesinde 2.05 mm olan değer katkı oranına bağlı olarak düzenli bir şekilde arttığı ve %20 katkı oranında 2.20 mm seviyesine ulaştığı görülmektedir. Bu artış eğilimi ($R^2 = 0.9391$), HÇT'nin karışımın deformasyon kabiliyetini artırdığını göstermektedir. Ancak bu artışın sınırlı ve kontrollü olması, karışımın aşırı yumuşamadığını ve stabilitesini koruduğunu ortaya koymaktadır. Genel olarak değerlendirildiğinde, stabilite ve akma değerlerinin birlikte artış göstermesi, HÇT'nin karışımında hem rijitlik hem de süneklik açısından dengeli bir iyileşme sağladığını göstermektedir. Bu durum, özellikle kaplama performansı açısından önemli olup, karışımın hem yük taşıma kapasitesinin arttığını hem de çatlama ve deformasyonlara karşı daha dirençli hale geldiğini işaret etmektedir.

Sonuç olarak, hurma çekirdeği tozunun mineral filler yerine kullanımının özellikle %15–20 aralığında optimum performans sağladığı ve bu oranlarda hem stabilite hem de akma açısından teknik şartnamelere uygun ve dengeli bir mekanik davranış sergilediği belirlenmiştir.

Stabilite ve akma değerleri kullanılarak elde edilen MQ sonuçları Şekil 10'da verilmiştir.

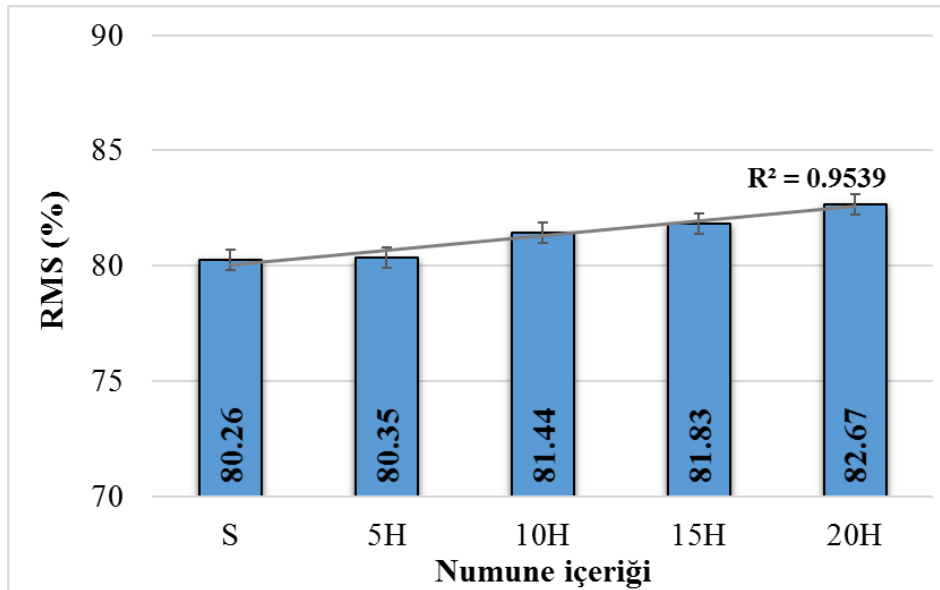


Şekil 10. MQ sonuçları.

HÇT katkısına bağlı olarak MQ değerlerinde belirgin bir değişim gözlenmemiştir ($R^2 = 0.022$). Stabilite ve akma değerlerindeki eş zamanlı artışın birbirini dengelemesi sonucu MQ değerleri dar bir aralıkta kalmıştır. %10 katkı oranında maksimum MQ elde edilirken, daha yüksek oranlarda akma artışının etkisiyle hafif düşüşler görülmüştür. Bu durum, HÇT'nin karışımda dengeli bir rijitlik-süneklik davranışı sağladığını göstermektedir.

4.3. RMS test sonuçları

Çalışmada, filler malzeme yerine çeşitli oranlarda hurma çekirdeği tozu ilave edilen sıcak karışımların RMS sonuçları Şekil 11'de verilmiştir.

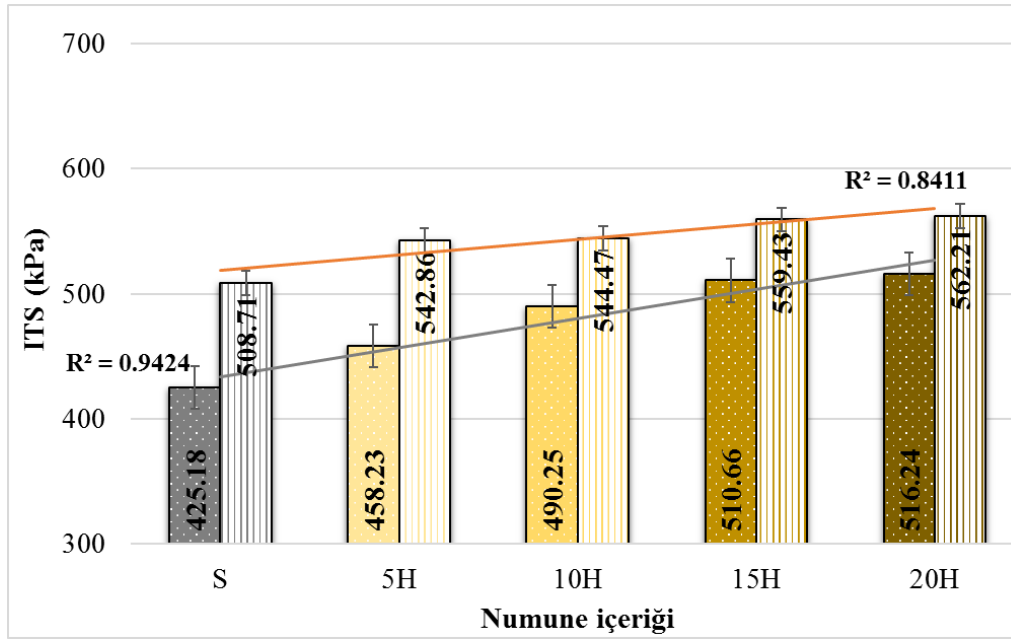


Şekil 11. RMS sonuçları

HÇT katkısının artmasıyla birlikte RMS değerlerinde düzenli bir artış gözlenmiştir ($R^2 = 0.9539$). Kontrol numunesine kıyasla özellikle %10 ve üzeri katkı oranlarında belirgin iyileşme elde edilmiştir. Bu durum, hurma çekirdeği tozunun bitüm-agrega aderansını artırarak karışımın suya karşı direncini geliştirdiğini göstermektedir. En yüksek RMS değeri %20 katkı oranında elde edilmiş olup, tüm karışımların şartname sınırları içerisinde olduğu belirlenmiştir.

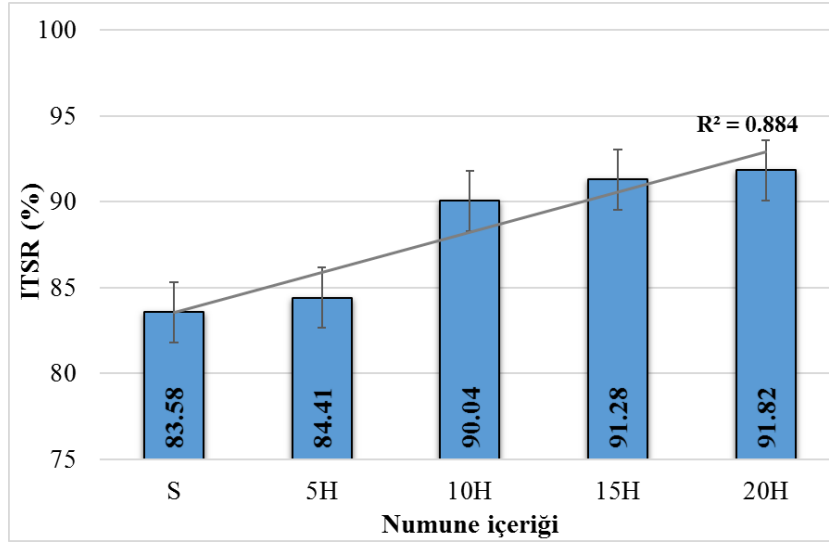
4.4. ITS ve ITSR sonuçları

Karışım numunelerine ait ITSyaş-kuru ve ITSR sonuçları Şekil 12 ve Şekil 13’de verilmiştir.



Şekil 12. ITSyaş ve kuru sonuçları

HÇT katkısının artmasıyla birlikte ITS değerlerinde hem kuru hem de koşullandırılmış numunelerde düzenli bir artış gözlenmiştir. Kuru numunelerde ITS değeri 425.18 kPa’dan 516.24 kPa’a yükselirken, koşullandırılmış numunelerde 508.71 kPa’dan 562.21 kPa’a ulaşmıştır. Bu artış eğilimi, HÇT’nin bitüm-agrega aderansını güçlendirdiğini ve çekme dayanımını artırdığını göstermektedir. Ayrıca, katkı oranına bağlı olarak her iki durumda da yüksek determinasyon katsayıları elde edilmesi, bu iyileşmenin sistematik olduğunu ortaya koymaktadır. En yüksek ITS değerleri %20 katkı oranında elde edilmiş olup, hurma çekirdeği tozunun mekanik dayanım üzerinde olumlu etkisi açıkça görülmektedir.



Şekil 13. ITSR sonuçları

HÇT katkısının artmasıyla birlikte ITSR değerlerinde belirgin bir artış gözlenmiştir ($R^2 = 0.884$). Kontrol numunesinde %83.58 olan ITSR değeri, %20 katkı oranında %91.82'ye ulaşmıştır. Özellikle %10 ve üzeri katkı oranlarında önemli bir iyileşme görülmesi, hurma çekirdeği tozunun nem hasarına karşı direnci artırdığını ve bitüm-agrega aderansını güçlendirdiğini göstermektedir. Elde edilen tüm değerlerin kabul edilebilir sınırlar içerisinde olduğu belirlenmiştir. Ek olarak, Superpave karışım şartnamesine göre HÇT ilavesiyle ITSR değerinin %80'in üzerinde olması, HÇT'nin sudan kaynaklı bozulmalara karşı karışımların direncini artırdığını göstermektedir.

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada, hurma çekirdeği tozunun (HÇT) mineral filler yerine farklı oranlarda (%5, %10, %15 ve %20) kullanıldığı bitümlü sıcak karışımların mekanik ve nem hasarına karşı performansı incelenmiştir. Elde edilen bulgular aşağıda özetlenmiştir:

- HÇT ilavesi ile stabilite değerleri %10 katkı oranından itibaren artış göstermiş ve en yüksek değerler %15–20 aralığında elde edilmiştir.
- Akma değerleri katkı oranına bağlı olarak sınırlı ve düzenli bir artış göstermiş, tüm karışımların teknik şartname sınırları içerisinde kaldığı belirlenmiştir.
- Marshall oranı (MQ) değerlerinde belirgin bir değişim gözlenmemiş, stabilite ve akma değerlerindeki eş zamanlı artışın birbirini dengelemesi sonucu MQ değerleri dar bir aralıkta kalmıştır.
- Retained Marshall (RMS) sonuçları, HÇT katkısı ile suya karşı direncin arttığını göstermiş ve en yüksek değer %20 katkı oranında elde edilmiştir.

- ITS sonuçlarına göre, hem kuru hem de şartlandırılmış numunelerde çekme dayanımı katkı oranına bağlı olarak artmış, en yüksek değerler %20 katkı oranında elde edilmiştir.
- ITSr değerleri tüm karışımlarda %80'in üzerinde olup, HÇT katkısının nem hasarına karşı direnci artırdığı belirlenmiştir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, hurma çekirdeği tozunun mineral filler yerine kullanımının karışımın mekanik performansını ve nem hasarına karşı direncini olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir. Tüm deney sonuçları birlikte değerlendirildiğinde, optimum katkı oranının %15–20 aralığında olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada, laboratuvar çalışmalarında yardımları olan Mersin Karayolları Bölge Müdürlüğüne ait bir şantiyede çalışan arkadaşım İnş. Müh. Erhan Göldoğan'a ve kimyasal analizler için yardımları olan kıymetli hocam Doç. Dr. Yunus ÖNAL'a katkılarından dolayı teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

- [1] S. Amelian, S.M. Abtahi, S.M. Hejazi, Moisture susceptibility evaluation of asphalt mixes based on image analysis, *Constr. Build. Mater.* 63 (2014) 294–302.
- [2] C. Güreş, M. Kardeşin, Sathi kaplama agregalarının adezyon özelliklerinin araştırılması, *Yapı Teknol. Elektron. Derg.* 10 (2014) 1–11.
- [3] T. Kütük, Sub-mikron boyutlarında üleksit mineralinin asfalt karışımların suya hassasiyetine etkisinin incelenmesi, *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilim. Derg.* 7 (2017) 141–152.
- [4] C.B. İnce, Rheological and Performance Properties of a Bituminous Binder Modified with Date Kernel Powder, *Materials (Basel)*. 19 (2026) 1120.
- [5] X. Peng, W. Liu, M. Zhang, Enhancing Interfacial Adhesion and Moisture Damage Resistance in Asphalt Mixtures via Silane Coupling Agent: Moisture Damage Separation and Quantization, *Int. J. Pavement Res. Technol.* (2025) 1–13.
- [6] Q. Dong, J. Yuan, X. Chen, X. Ma, Reduction of moisture susceptibility of cold asphalt mixture with Portland cement and bentonite nanoclay additives, *J. Clean. Prod.* 176 (2018) 320–328.
- [7] T. Geckil, S. Issi, C.B. Ince, Evaluation of prina for use in asphalt modification, *Case Stud. Constr. Mater.* 17 (2022) e01623.
- [8] C.B. İnce, Performance Evaluation of Hot Mix Asphalt Modified with Biomass-Based Waste Chestnut Shells as Filler Replacement, *Materials (Basel)*. (2026), 19(2) : 512.
- [9] C.B. İnce, Hurma çekirdeği tozunun bitümlü bağlayıcıların ortalama karıştırma ve sıkıştırma sıcaklıkları üzerindeki etkisinin belirlenmesi, *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Derg.* 2025, 16 (2) 503–509.
- [10] N. Yıldız, M. Sohrabi, Hurma Ağacının (*Phoenix dactylifera L.*) İklim ve Toprak İstekleri, *Uluslararası Mühendislik Tasarım ve Teknol. Derg.* 1 (2019) 64–70.

- [11] S.A.F. Mirhosseini, M.M. Khabiri, A. Kavussi, M.H.J. Kamali, Applying surface free energy method for evaluation of moisture damage in asphalt mixtures containing date seed ash, *Constr. Build. Mater.* 125 (2016) 408–416.
- [12] A. Foroutan Mirhosseini, A. Kavussi, M.H. Jalal Kamali, M.M. Khabiri, A. Hassani, Evaluating fatigue behavior of asphalt binders and mixes containing Date Seed Ash, *J. Civ. Eng. Manag.* 23 (2017) 1164–1175.
- [13] S. AlKheder, M. Alkhedher, K.A. Alshraiedeh, The effect of using activated dates seed on Hot Mix Asphalt performance, *Constr. Build. Mater.* 269 (2021) 121239.
- [14] K.G. Müdürlüğü, *Karayolu Teknik Şartnanesi*, İstanbul, 2023.
- [15] C.B. İnce, *Çöp atıklarından elde edilen geopolimerlerin sıcak karışım asfalt kaplamalarda kullanımının araştırılması*, İnönü Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Malatya, 2023.

OTOMATİK DIŞ ÇEKME MAKİNASI KULLANIMI İLE BAĞLANTI PARÇALARINDA ÜRETİM VERİMLİLİĞİ VE KALİTE İYİLEŞTİRMESİ

Volkan ÇAVDAR

Ulus Metal San. ve Tic. A.Ş., Kocaeli/Türkiye
Kocaeli University, Institute of Science, Department of Mechanical Engineering,
41050 Umuttepe Kocaeli
ORCID: 0009-0009-8882-9625

Ayhan SOYDAŞ

Ulus Metal Industry and Trade Inc., Kocaeli / Türkiye
ORCID: 0000-0001-7090-795X

Burak ERKAN

Ulus Metal Industry and Trade Inc., Kocaeli / Türkiye
ORCID: 0009-0001-1011-1148

Prof. Dr. Tamer SINMAZÇELİK

Kocaeli University, Kocaeli / Türkiye
ORCID: 0000-0002-3276-5820

ÖZET

Endüstriyel üretim sistemlerinde kalite sürekliliği, proses güvenilirliği ve üretim verimliliği özellikle otomotiv ve makine imalat sektörlerinde büyük önem taşımaktadır. Mekanik sistemlerde bağlantı güvenliğini sağlayan temel unsurlardan biri dişli bağlantılardır. Bu nedenle iç diş üretiminde kullanılan dış çekme prosesi, üretim sürecinin kritik aşamalarından biri olarak kabul edilmektedir. Dış çekme işlemi genellikle matkap tezgahları, CNC tezgahları veya özel dış çekme makineleri kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Literatürde yapılan çalışmalar, dış çekme sırasında oluşan kesme kuvvetleri, tork değerleri, takım geometrisi ve kesme parametrelerinin diş kalitesini doğrudan etkilediğini göstermektedir. Özellikle kesme hızının, ilerleme oranının ve takım geometrisinin proses sırasında oluşan tork dağılımını ve yüzey kalitesini önemli ölçüde etkilediği belirtilmektedir. Ayrıca uygun olmayan proses parametrelerinin seçilmesi durumunda diş formunda bozulmalar, takım aşınmasının artması ve tolerans dışı üretim gibi problemler ortaya çıkabilmektedir. Manuel dış çekme işlemlerinde ise operatör deneyimi ve uygulanan kuvvet gibi insan faktörleri üretim kalitesini doğrudan etkilemektedir. Operatör tarafından uygulanan düzensiz kuvvetler diş eksen kaçıklığı, yüzey deformasyonu ve hatalı diş oluşumu gibi kalite problemlerine neden olabilmektedir. Bu nedenle modern üretim sistemlerinde manuel işlemler yerine otomatik veya yarı otomatik dış çekme sistemlerinin kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Bu çalışmada, manuel matkap tezgahında gerçekleştirilen dış çekme işlemlerinde ortaya çıkan kalite problemlerinin azaltılması amacıyla otomatik dış çekme makinasının üretim hattına entegrasyonu incelenmiş ve sistemin üretim verimliliği ile kalite kontrol süreçlerine olan katkıları değerlendirilmiştir. Yapılan çalışma

neticesinde, kalite şikayeti maliyeti önlenmiş ve üretim verimliliği %30 oranında artış göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Diş çekme, otomasyon, üretim optimizasyonu, bağlantı parçası, kalite kontrol

IMPROVING PRODUCTION EFFICIENCY AND QUALITY IN BRACKET PARTS BY USING AN AUTOMATIC TAPPING MACHINE

ABSTRACT

Ensuring quality consistency, process reliability, and production efficiency in industrial manufacturing systems is of great importance, particularly in the automotive and machinery manufacturing industries. One of the fundamental elements that ensure connection reliability in mechanical systems is threaded joints. Therefore, the tapping process used in internal thread production is considered one of the critical stages of the manufacturing process. Tapping operations are generally performed using drilling machines, CNC machines, or dedicated tapping machines. Studies reported in the literature indicate that cutting forces, torque values, tool geometry, and cutting parameters occurring during the tapping process directly affect thread quality. In particular, cutting speed, feed rate, and tool geometry significantly influence the torque distribution and surface quality generated during the process. Furthermore, the selection of inappropriate process parameters may lead to problems such as thread form deformation, increased tool wear, and out-of-tolerance production. In manual tapping operations, human-related factors such as operator experience and the applied force can directly affect production quality. Irregular forces applied by the operator may cause quality problems such as thread misalignment, surface deformation, and defective thread formation. For this reason, the use of automatic or semi-automatic tapping systems has become increasingly widespread in modern manufacturing systems instead of manual processes. In this study, the integration of an automatic tapping machine into the production line was investigated in order to reduce the quality problems occurring in manual tapping operations performed on a drilling machine. The effects of the system on production efficiency and quality control processes were also evaluated. As a result of the study, quality complaint costs were eliminated and production efficiency increased by 30%.

Keywords: Tapping, automation, production optimization, bracket part, quality control

OTOMOTİV AMORTİSÖR SİSTEMİ ALT BİLEŞENLERİNDEN YAY TABLASINDA BOĞAZ GEOMETRİSİNİN SİMÜLASYON DESTEKLİ OPTİMİZASYONU

M.Sc. Arzu AÇIKGÖZ

Ulus Metal Industry and Trade Inc., Kocaeli / Türkiye

ORCID: 0000-0002-7309-4744

M.Sc. Reyhan CEYLAN

Ulus Metal Industry and Trade Inc., Kocaeli / Türkiye

Kocaeli University, Institute of Science, Department of Aviation Science and Technology,
Arslanbey Campus

ORCID: 0000-0002-2150-1002

Dr. Ömer Emre UÇAKKUŞ

Ulus Metal Industry and Trade Inc., Kocaeli / Türkiye

ORCID: 0000-0003-0918-2886

Prof. Dr. Tamer SINMAZÇELİK

Kocaeli University, Kocaeli / Türkiye

ORCID: 0000-0002-3276-5820

ÖZET

Otomotiv süspansiyon sisteminin temel bileşenlerinden biri olan amortisörün alt parçaları arasında yer alan yay tablası, amortisör yayının güvenli bir şekilde konumlandırılması ve sabitlenmesini sağlayan kritik bir metal bileşendir. Yay tablası, amortisör gövde borusuna boğaz (kalibre) olarak adlandırılan bölgeden çakma işlemi ile monte edilmekte ve ardından gaz altı kaynak yöntemi ile boruya sabitlenmektedir. Montajın bu bölgeden gerçekleştirilmesi nedeniyle, söz konusu kısmın geometrik doğruluğu ve yapısal bütünlüğü, amortisörün güvenli ve uzun ömürlü çalışması açısından büyük önem taşımaktadır. Yay tablası parçalarının boyutları, kullanılacağı araç tipine bağlı olarak değişkenlik göstermekle birlikte, genellikle yüksek tonajlı (600T–800T) transfer preslerde üretilmektedir. Parçanın boğaz formunun elde edildiği operasyon, bu çalışmada “boğaz (kalibre) patlatma operasyonu” olarak adlandırılmıştır. Mevcut üretim prosesinde bu operasyonu gerçekleştiren kesici çeliğin düz bir formda (ters “U” geometrisinde) olması nedeniyle, üretim sırasında bazı parçalarda boğaz uç bölgelerinde yırtılmalar ve kalıp çeliği ile sac arasındaki yetersiz temas sonucu form boyunca dalgalanmalar gözlemlenmiştir. Bu problemlerin giderilmesi amacıyla, sac şekillendirme simülasyon programlarından biri olan AutoForm kullanılarak analizler gerçekleştirilmiştir. Simülasyon sonuçları doğrultusunda kalıp tasarımı optimize edilmiş ve elde edilen tasarım üretim denemeleri ile doğrulanmıştır. Bu kapsamda, kalıp kesici (kalibre) çeliği konik bir geometriye sahip olacak şekilde yeniden tasarlanmıştır. Yapılan bu iyileştirme ile boğaz patlatma sırasında malzeme akışı kademeli hale getirilmiş, lokal gerilme yığılmaları azaltılmış ve kalıp çeliği ile

sac arasındaki temas yüzeyi iyileştirilerek daha rijit ve homojen bir boğaz geometrisinin elde edilmesi sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yay tablası, boğaz geometrisi, sac metal şekillendirme, AutoForm, kalıp optimizasyonu

SIMULATION-ASSISTED OPTIMIZATION OF NECK GEOMETRY IN THE SPRING SEAT OF AUTOMOTIVE SUSPENSION SYSTEMS

ABSTRACT

The spring seat, which is one of the subcomponents of the shock absorber in automotive suspension systems, is a critical metallic part that ensures the secure positioning and retention of the coil spring. The spring seat is assembled onto the shock absorber body tube through a region referred to as the “neck (calibration area)” by means of a press-fit operation and is subsequently fixed to the tube using gas metal arc welding. Since the assembly is performed through this region, the geometric accuracy and structural integrity of this area are of great importance for the safe and durable operation of the shock absorber. Although the dimensions of spring seat components vary depending on the vehicle type, they are generally manufactured in high-tonnage (600T–800T) transfer presses. The operation in which the neck geometry is formed is referred to in this study as the “neck (calibration) expansion operation.” In the current production process, the cutting tool used in this operation has a flat geometry (which can be described as an inverted “U” shape). However, during production, defects such as tearing at the neck edge regions and form waviness due to insufficient contact between the die and the sheet metal have been observed. In order to eliminate these issues, analyses were carried out using AutoForm, a sheet metal forming simulation software. Based on the simulation results, the die design was optimized and validated through production trials. In this context, the cutting (calibration) tool was redesigned with a conical geometry. As a result of this improvement, material flow during the neck expansion operation became more gradual, local stress concentrations were reduced, and improved contact between the die and the sheet metal was achieved, leading to a more rigid and homogeneous neck geometry.

Keywords: Spring seat, neck geometry, sheet metal forming, AutoForm, tool optimization

PROGRESİF VE TRANSFER PRESLERİNDE ENKODER TABANLI SAC BESLEME KONTROL SİSTEMİ

Burak ERKAN

Ulus Metal San. ve Tic. A.Ş., Kocaeli/Türkiye

ORCID: 0009-0001-1011-1148

Mustafa AKGÜL

Ulus Metal San. ve Tic. A.Ş., Kocaeli/Türkiye

Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Umuttepe
Yerleşkesi

ORCID: 0009-0006-4859-0785

Ceyhan TUNCER

Ulus Metal San. ve Tic. A.Ş., Kocaeli/Türkiye

ORCID: 0009-0001-6811-0973

Prof. Dr. Tamer SINMAZÇELİK

Kocaeli University, Kocaeli / Türkiye

ORCID: 0000-0002-3276-5820

ÖZET

Otomotiv sektöründe kullanılan progresif ve transfer pres hatlarında sac malzemenin doğru adım uzunluğunda ve doğru zaman aralığında sürülmesi, üretim kalitesi, kalıp ömrü ve proses güvenliği açısından kritik öneme sahiptir. Sac besleme hataları; kalıp hasarı, üretim kayıpları, hatalı parça üretimi ve plansız duruşlar gibi önemli problemlere yol açabilmektedir. Bu nedenle pres hatlarında sac besleme doğruluğunun izlenmesi ve hatalı durumların erken aşamada tespit edilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada, pres hattına beslenen çelik sac rulonun her çevrimde doğru mesafede sürülüp sürülmediğini tespit etmek amacıyla enkoder tabanlı bir otomasyon sistemi geliştirilmiştir. Sistem yapısında, pres krank açısını izlemek amacıyla 1024 pulse çözünürlüğe sahip bir enkoder kullanılmıştır. Sac malzemenin her strokta ilerleme mesafesinin ölçülmesi için ise 5000 pulse çözünürlüklü ikinci bir enkoder besleme mekanizmasına mekanik olarak bağlanmıştır. Bu iki ölçüm verisi kullanılarak pres çevrimi boyunca sacın gerçek ilerleme mesafesi belirlenmektedir. Geliştirilen kontrol algoritması, pres çevrimi sırasında belirlenen krank açıları arasında sacın gerçek ilerleme mesafesini hesaplamakta ve bu değeri hedef ilerleme mesafesi ile karşılaştırmaktadır. Ayrıca sistemde, sac kalınlığını ölçen sensörlerden elde edilen veriler ile pres sensörlerinin kontrol açılarını yöneten otomasyon mantığı da değerlendirme sürecine dahil edilmiştir. Böylece sac besleme işlemi yalnızca mesafe açısından değil, proses zamanlaması açısından da doğrulanabilmektedir. Geliştirilen sistem Panasonic PLC platformu üzerinde gerçekleştirilmiş olup operatör arayüzü Weintek HMI kullanılarak tasarlanmıştır. Sistem bileşenleri arasındaki veri iletişimi Ethernet/IP protokolü üzerinden sağlanmıştır. Dakikada yaklaşık 15–16 strok hızında çalışan pres hatlarında gerçekleştirilen uygulamalar sonucunda, sac besleme hatalarının gerçek zamanlı

olarak tespit edilmesi mümkün olmuştur. Tolerans dışı durumlarda pres otomatik olarak durdurularak kalıp hasarı ve üretim hatalarının önüne geçilmiştir. Önerilen sistem, otomotiv pres hatlarında proses güvenliğini artıran ve üretim verimliliğini iyileştiren etkili bir kontrol çözümü sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Pres otomasyonu, sac besleme kontrolü, enkoder tabanlı ölçüm, PLC otomasyonu, otomotiv üretim sistemleri, endüstriyel otomasyon

ENCODER-BASED SHEET FEEDING CONTROL SYSTEM IN PROGRESSIVE AND TRANSFER PRESSES

ABSTRACT

In progressive and transfer press lines used in the automotive industry, feeding sheet metal with the correct step length and timing is critically important for production quality, die life, and process safety. Sheet feeding errors may lead to significant problems such as die damage, production losses, defective parts, and unplanned downtime. Therefore, monitoring the accuracy of sheet feeding and detecting faulty conditions at an early stage is of great importance in press lines. In this study, an encoder-based automation system has been developed to determine whether the steel sheet coil fed into the press line advances the correct distance during each cycle. Within the system architecture, a 1024-pulse resolution encoder is used to monitor the crank angle of the press. In order to measure the feed length of the sheet metal in each stroke, a second encoder with a resolution of 5000 pulses is mechanically coupled to the feeding mechanism. By utilizing these two measurement signals, the actual feed length of the sheet metal can be determined throughout the press cycle. The developed control algorithm calculates the actual feed length of the sheet metal between predefined crank angle intervals during the press cycle and compares this value with the target feed length. In addition, the data obtained from sheet thickness sensors and the automation logic controlling the sensor trigger angles within the press are also included in the evaluation process. In this way, the sheet feeding process can be verified not only in terms of feed distance but also in terms of process timing. The proposed system is implemented on a Panasonic PLC platform, and the operator interface is designed using a Weintek HMI. Data communication between system components is provided through the Ethernet/IP protocol. Experimental applications carried out on press machines operating at approximately 15–16 strokes per minute demonstrate that sheet feeding errors can be detected in real time. When the measured feed value exceeds the defined tolerance limits, the press is automatically stopped to prevent die damage and production faults.

The proposed system provides an effective control solution that improves process safety and enhances production efficiency in automotive press lines.

Keywords: Press automation, sheet feed control, encoder-based measurement, PLC automation, automotive manufacturing systems, industrial automation

ÖN EĞİTİMLİ VE CNN MODELLERİNİN ÇOK SINIFLI TRAFİK KAZALARINDA TAHMİN PERFORMANSLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

Lis. Öğr. Ali Cem DURAN

Mersin University, Faculty of Engineering, Department of Computer Engineering, Mersin

ORCID: 0009-0008-8349-5067

Arş. Gör. Gizen MUTLU KORUCU

Mersin University, Faculty of Engineering, Department of Computer Engineering, Mersin

ORCID: 0000-0001-7553-2077

Doç. Dr. Çiğdem ACI

Mersin University, Faculty of Engineering, Department of Computer Engineering, Mersin

ORCID: 0000-0002-0028-9890

ÖZET

Trafik kazaları, küresel çapta yüksek can ve mal kayıplarına yol açan kritik bir halk sağlığı ve sosyo-ekonomik sorundur. Kazaların hızlı tespiti ve şiddet derecelerinin doğru sınıflandırılması, acil müdahale sürelerini minimize ederek hayatta kalma oranlarını artırmada hayati öneme sahiptir. Bu çalışmada, akıllı ulaşım sistemlerine entegre edilmek üzere, trafik kazalarını ve şiddet derecelerini (kaza yok, orta şiddetli kaza, ciddi kaza) tahmin eden derin öğrenme tabanlı bir yaklaşım sunulmaktadır. Araştırma kapsamında, sıfırdan tasarlanan bir Evrişimli Sinir Ağı (Convolutional Neural Network, CNN) mimarisi ile transfer öğrenme modellerinin (EfficientNetB0, ResNet50V2, InceptionV3 ve VGG19) performansları karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. Modellerin eğitimi ve test süreçleri dengesiz ve dengeli dağılıma sahip iki farklı gerçek dünya veri setleri üzerinde gerçekleştirilmiştir. Elde edilen bulgulara göre, dengeli veri seti ile eğitilen EfficientNetB0 mimarisi %99.44 doğruluk, 0.9944 F1-skoru ve 0.9997 ROC-AUC değeri ile en başarılı model olarak gözlemlenmiştir. Öte yandan, donanım kısıtlı cihazlar için tasarlanan ve daha az hesaplama maliyeti gerektiren CNN modeli dengeli veri setinde %98.31 doğruluk oranına ulaşarak VGG19 ve InceptionV3 gibi hacimli modelleri geride bırakmıştır. Dengesiz veri setinde ise sınıf dengesizliğine rağmen en yüksek başarı, veri artırma teknikleri kullanılarak %93.07 doğruluk oranı ile yine EfficientNetB0 modeli tarafından elde edilmiştir. Sonuçlar, önerilen modellerin donanım kısıtı bulunan cihazlarda dahi yüksek güvenilirlikle gerçek zamanlı kaza şiddeti tespiti yapabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Trafik Kazası Tespiti, Derin Öğrenme, Transfer Öğrenme, Evrişimli Sinir Ağları (CNN), Kaza Şiddeti Sınıflandırması.

COMPARISON OF PREDICTION PERFORMANCES OF TRANSFER LEARNING AND CNN MODELS IN MULTI-CLASS TRAFFIC ACCIDENTS

ABSTRACT

Traffic accidents are a critical public health and socio-economic problem causing high casualties and property damage globally. Rapid detection of accidents and accurate classification of their severity are of vital importance in increasing survival rates by minimizing emergency response times. In this study, a deep learning-based approach is presented to predict traffic accidents and their severity levels (no accident, moderate accident, severe accident) to be integrated into intelligent transportation systems. Within the scope of the research, the performances of a custom-designed Convolutional Neural Network (CNN) architecture and Transfer Learning models (EfficientNetB0, ResNet50V2, InceptionV3, and VGG19) were comparatively analyzed. The training and testing processes of the models were carried out on two different real-world datasets with imbalanced and balanced distributions. According to the findings, the EfficientNetB0 architecture trained with the balanced dataset was observed to be the most successful model with 99.44% accuracy, 0.9944 F1-score, and 0.9997 ROC-AUC value. On the other hand, the custom CNN model, designed for hardware-constrained devices and requiring less computational cost, achieved an accuracy rate of 98.31% on the balanced dataset, outperforming computationally heavy models such as VGG19 and InceptionV3. On the imbalanced dataset, despite the class imbalance, the highest success was again achieved by the EfficientNetB0 model with a 93.07% accuracy rate using data augmentation techniques. The results demonstrate that the proposed models can perform real-time accident severity detection with high reliability, even on devices with hardware constraints.

Keywords: Traffic Accident Detection, Deep Learning, Transfer Learning, Convolutional Neural Networks (CNN), Crash Severity Classification.

1. INTRODUCTION

In Türkiye, the predominant mode of transportation is via highways, accounting for over 90% of travel, thereby rendering traffic accidents a significant national concern. These incidents not only result in the loss of life and property but also cause profound sociological and psychological distress. According to the Turkish Statistical Institute (TÜİK), there were 1,186,353 traffic accidents in 2021, with 187,963 resulting in fatalities or injuries (TÜİK, 2022). By 2023, the total number of accidents had increased to 1,314,136, with 235,071 involving death or injury (TÜİK, 2024). These figures indicate that Türkiye has one of the lowest rates of annual accident reduction and one of the highest accident rates among European Union

countries (Ilıcalı et al., 2016). Globally, road traffic accidents rank as the ninth leading cause of death across all age groups and are projected to ascend to the seventh position by 2030 (World Health Organization, 2014). In this context, identifying the causative factors of traffic accidents and implementing effective countermeasures is a fundamental objective of Türkiye's transportation policies. Traditional analyses of traffic accidents have predominantly employed statistical models; however, these methods have proven inadequate for interpreting complex and nonlinear accident data (Benfaress et al., 2024). Currently, deep learning, particularly Convolutional Neural Networks (CNNs), plays a transformative role in accident detection and severity prediction by autonomously extracting features from visual data (Koohfar and Kumar, 2025). The scarcity of traffic accident images and the limited availability of labeled dataset pose challenges for training models from scratch. Transfer learning facilitates high accuracy rates even with limited data by leveraging the knowledge of pre-trained models on extensive dataset, such as ImageNet, for accident analysis (Tamagusko et al., 2022). Research indicates that models enhanced by transfer learning can improve accuracy rates compared to models trained from scratch (Omorova, 2025). Furthermore, hybrid systems that integrate CNNs with trajectory tracking algorithms (YOLO, Deep SORT) or Vision Transformer (ViT) architectures demonstrate superior efficacy in accident detection, achieving success rates in the 97-98% range by processing both spatial and temporal features (Zhang and Sung, 2023; Seghir et al., 2026).

CNN architectures have emerged as a pivotal technology in image classification tasks due to their capacity to learn hierarchical features from pixel data (Jonah and Orike, 2021). Within the scholarly literature, architectures such as VGG16/19, ResNet50, InceptionV3, and EfficientNet are frequently favored for transfer learning applications (Rosebrock, 2017). The ResNet architecture addresses the gradient loss issue through the implementation of skip connections, facilitating more stable training of deep networks and achieving high accuracy rates, exemplified by a 98.22% accuracy in accident severity prediction (Benfaress et al., 2024). Conversely, the EfficientNet family enhances network depth, width, and resolution through a composite scaling method, thereby delivering high performance with reduced computational demands (Shahid et al., 2025).

Human error accounts for over 90% of road transport accidents, leading to millions of fatalities globally each year (Liang, 2024). Current Intelligent Transportation Systems (ITS) and Advanced Driver Assistance Systems (ADAS) designed to enhance traffic safety typically exhibit a fragmented structure, focusing either solely on driver behavior or exclusively on object

tracking in the external environment (Salakapuri et al., 2025). This fragmentation hinders a comprehensive assessment of the driving environment and extends response times during accidents.

Research on traffic accident detection and the estimation of accident severity has progressed from traditional statistical methodologies to machine learning, and more recently, to deep learning architectures. A review of the extant literature indicates a particular focus on data imbalance, feature extraction, and model explainability.

Table 1. Comparative Analysis of Traffic Accident Detection and Severity Classification Studies.				
Author and Year	Datasets	Methods	Best Results	Limitations
Zhang & Sung (2023)	CADP	Hybrid Model (ViT + CNN)	97% Accuracy	Single Dataset
Türker & Gündüz (2023)	US Accidents (2016-2023)	Decision Tree	99.6% Accuracy	Difficulty in generalizing to complex/nonlinear data.
Benfaress et al. (2024)	UK Road Accidents	ResNet + SHAP	98.22% Accuracy	Focusing on CSV data and not processing pure images.
Shahid et al. (2025)	Dashcam-based Dataset	ResNet50 + Focal Loss	97.82% Accuracy	Relying solely on static frames, excluding temporal features.
Tang et al. (2025)	US Road Accidents	MLP + Random Forest	94% Accuracy	High dependence on weather and environmental factors.
Chen et al. (2025)	China NAIS	MSCPO + XGBoost	83.57% Accuracy	Loss of accuracy when transferred to different geographical regions (UK, NZ).
Anjum et al. (2023)	CCD & DoTA	3D CNN Regression	30% MAE	High computational cost and sensitivity to video quality.

Hybrid approaches are notably prevalent in image-based accident detection. For instance, Zhang and Sung (2023) introduced a hybrid model integrating a ViT and CNN, which combines object trajectories with video frames, achieving a 97% accuracy rate on the CADP dataset. Although this study demonstrated the efficacy of spatial and temporal feature fusion in accident detection, it was constrained to a single dataset. Similarly, Anjum et al. (2023) employed 3D CNN architectures to predict the time-to-accident, incorporating temporal features into the analysis and achieving successful results with a 0.30-second error margin; however, it was noted that this method incurs high computational costs. In studies concerning machine learning algorithms, Türker and Gündüz (2023) attained a very high accuracy rate of 99.6% using the

Decision Tree algorithm on US accident data. Nevertheless, the generalization capability of such models for unstructured data (e.g., images) is more limited than that of deep learning. Tang et al. (2025) combined Multilayer Perceptron (MLP) and Random Forest algorithms by employing a multi-stage fusion strategy, achieving 94% accuracy, but reported that the model exhibited high dependence on environmental factors (e.g., weather). In another optimization-focused study, Chen et al. (2025) achieved 83.57% accuracy with the XGBoost model enhanced with Meta-Heuristic Optimization (MSCPO), however, the model experienced performance degradation when adapted to different geographical regions (e.g., UK, NZ). To enhance the reliability of deep learning models and address class imbalance, Shahid et al. and Benfaress et al. (2025) achieved 97.82% accuracy in dashcam images by integrating the ResNet50 architecture with the Focal Loss function. This study underscores the importance of employing focused loss functions instead of standard loss functions for unbalanced dataset. Benfaress et al. (2024), concentrating on the interpretability of model decisions Explainable Artificial Intelligence (XAI), achieved an accuracy rate of 98.22% by augmenting the ResNet architecture with Shapley Additive Explanations (SHAP) analysis, aiming to address the black box problem in the literature by visualizing the features on which the model focuses. A comparative analysis of these studies, including the dataset used, methods, best metrics obtained, and limitations, is presented in Table 1.

While research in this domain predominantly concentrates on accident detection, there is a paucity of studies that have explored accident severity using a multiclass approach with comparative analysis, such as categorizing incidents into no accident, moderate accident, and severe accident. This study specifically evaluates the performance of contemporary and widely adopted deep-learning architectures in a multiclass traffic accident classification task. The primary objective of this research is to develop an integrated system capable of detecting traffic accidents in real time with high accuracy, utilizing image processing and deep learning technologies. Traditional methods of accident detection largely depend on manual observation and reporting, which result in significant delays and erroneous reports, thereby disrupting emergency response processes (Liang, 2024; Shahid et al., 2025). This study aims to accurately classify the severity of an accident (no accident, moderate, or severe) by extracting features from traffic images across two distinct datasets. This approach emphasizes minimizing the time between an accident and the notification of response teams, thereby increasing survival rates and activating rapid warning mechanisms to prevent secondary accidents. By addressing the issue of autonomous accident severity detection, a critical component of Intelligent

Transportation Systems (ITS), this study seeks to fill a gap in the existing literature. In this study, accident images were analyzed across three distinct classes: No Accident, Moderate Accident, and Severe Accident, employing both a unique CNN architecture designed from scratch and industry-standard Transfer Learning models (ResNet50V2, VGG19, InceptionV3, EfficientNetB0). The study's findings indicate that modern architectures, particularly EfficientNetB0 and ResNet50V2, can achieve accuracy rates of up to 99% in distinguishing accident severity. This demonstrates that deep learning models can reliably detect accident severity using only camera images, without the need for human intervention. Extensive comparisons revealed that data quality is as crucial as model architecture. Models such as VGG19, which possess a large number of parameters, were found to be cumbersome, whereas EfficientNetB0, which employs compound scaling, and the data-oriented optimized CNN architecture were observed to be more successful in terms of both speed and accuracy.

2. MATERIAL AND METHODS

This section provides a comprehensive overview of the two distinct datasets utilized in the study, which focuses on classifying the severity of traffic accident images. It elaborates on the preprocessing steps undertaken, the development and application of deep learning models (including CNN, ResNet50V2, EfficientNetB0, VGG19, and InceptionV3), the model training process, and the performance evaluation metrics employed. Each component is meticulously discussed to ensure the study's reproducibility and comprehensibility.

2.1. VGG19 (Visual Geometry Group)

VGG19, developed by the Visual Geometry Group (VGG), is a sequential architecture comprising 19 weight layers, specifically designed to illustrate the impact of network depth on model performance. Proposed by Simonyan and Zisserman (2014), its most notable characteristic is the employment of sequentially arranged small 3×3 convolutional filters, as opposed to the larger filters (e.g., 5×5 or 7×7) previously utilized (Rosebrock, 2017). This approach facilitates the incorporation of a greater number of nonlinear activation functions (ReLUs) while maintaining control over the number of network parameters, thereby enabling the model to learn more distinctive features. In this study, VGG19 was employed as the baseline model due to its robust feature extraction capability, attributed to its deep structure.

2.2. Residual Networks

In contrast to traditional sequential network architectures, such as AlexNet and VGG, the ResNet architecture is constructed using specialized modules known as Residual Blocks. Developed by He et al. (2015), this architecture addresses the vanishing gradient problem, a

common issue in deep networks, by employing skip connections that enhance the flow of information between layers and facilitate the training of significantly deeper models.

2.3. InceptionV3

InceptionV3, an advanced iteration of the InceptionV3 architecture, is constructed upon Inception modules (microarchitectures) designed to minimize computational costs while enhancing the network's breadth and depth. In contrast to traditional sequential processing networks, inception modules employ filters of varying sizes (1×1 , 3×3 , and 5×5) in parallel, thereby enabling the simultaneous capture of both local (small details) and global (overall structure) features within the same layer (Rosebrock, 2017). In this study, InceptionV3 was selected due to its capability to concurrently analyze small objects, such as vehicle parts, and large objects, such as road structures, within traffic accident scenes.

2.4. EfficientNetB0

EfficientNet represents a novel architectural approach that enhances the performance of deep learning models through compound scaling, which involves proportionally adjusting the depth, width, and resolution parameters using a designated compound coefficient (Tan & Le, 2019). EfficientNet achieves high accuracy with significantly fewer parameters by employing mobile inverted residual bottlenecks (MBConv) (Shahid et al., 2025).

2.5. Convolutional Neural Network (CNN)

CNNs are deep learning models renowned for their efficacy, particularly in image classification tasks. CNNs adjust their weights by comparing the network's output, introduced with training examples, to the target value, and have demonstrated effectiveness in traditional classification and regression problems. Distinguished from other multilayer networks by their weight-sharing concept, CNNs are more easily trained due to their reduced weight count and form the foundational architecture of the pre-trained models utilized in this project (Kheder & Mohammed, 2023)

2.6. Models on Accident Detection Dataset (Phase 1)

In Phase 1, the CSV_Multi_Label dataset (Roboflow, 2024a) was employed, specifically designed for applications necessitating the recognition of road accident conditions. This dataset comprises labeled images suitable for training deep learning models, such as CNNs. It encompasses three primary classes that represent varying severity levels of traffic accidents: No Accident, Moderate Accident, and Severe Accident. The objective of this classification is to ascertain the occurrence of a traffic accident and, if applicable, its severity level. The dataset

includes a total of 12,122 images, systematically organized into three main subsets: training, validation, and testing, which constitute 86%, 8%, and 5% of the dataset, respectively.

To facilitate the processing of CCTV footage by deep learning algorithms and enhance model convergence speed, a series of preprocessing steps were implemented prior to training. To ensure efficient processing of images with varying resolutions, the models were rescaled to dimensions of 224×224 pixels to align with the input matrices. During optimization, pixel density values were normalized to a specific range for the Phase 1 CNN architecture, while transfer learning models employed each architecture's proprietary preprocessing and optimization techniques. This approach aimed to optimize the efficiency of the weights based on ImageNet statistics in the pre-trained models. An analysis of the dataset's structural characteristics revealed a significant class imbalance issue that adversely affected the performance of the deep learning models. The training set comprised 6853 images in the severe-accident class, 3402 images in the moderate-accident class, and only 259 images in the no-accident class. In an image classification dataset with highly unbalanced classes, CNN-based models often exhibit a tendency to prioritize majority classes, resulting in suboptimal performance in accurately classifying minority classes. This imbalance negatively impacts the overall efficacy of the model and diminishes its sensitivity and specificity, particularly concerning minority classes (Abbas et al., 2020). As emphasized in the literature, such unbalanced distributions, where the minority class constitutes a mere 2.5% of the total data, lead the model to predominantly learn majority classes and fail to accurately identify non-accident cases. To address this imbalance and enhance the model's sensitivity to minority classes, a data augmentation strategy specific to the no-accident class was employed. Utilizing the ImageDataGenerator library, geometric transformations, including random rotation, panning, and zooming, were applied to the existing minority class images. This approach prevented the model from memorizing a limited number of examples, thereby enhancing its ability to generalize to diverse variations of the data.

In Phase 1, rather than employing pre-existing architectures, a data-specific CNN architecture was designed to optimally learn the features of the project dataset. The developed model comprises sequential convolution blocks capable of hierarchically extracting features from images. To enhance the model's feature extraction capacity, two consecutive Conv2D layers were preferred over single layers in the initial three blocks, thereby improving the network's ability to learn complex nonlinear relationships. The gradient flow was stabilized, and convergence speed was increased during the training process by incorporating batch

normalization layers following each convolution operation. Dimensionality and computational cost reduction were achieved through MaxPooling2D layers. In the model's classification block, GlobalAveragePooling2D was employed instead of classical flattening to maintain control over the number of parameters. Dropout was applied at increasing rates as the layers progressed, particularly to prevent the model from memorizing data in unbalanced dataset. The model was trained utilizing the Adam optimization algorithm with a learning rate of 0.0004, alongside the Categorical Crossentropy loss function, which is standard for addressing multi-class classification problems. The model's architecture is depicted in Figure 1.

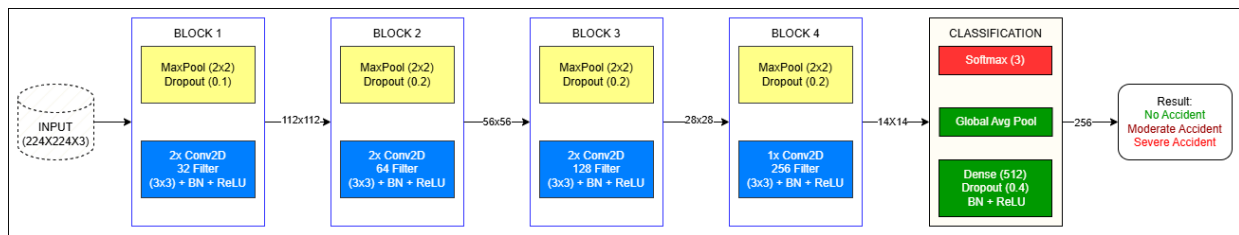


Figure 1. Phase 1 CNN architecture.

The primary objective of these experiments was to evaluate the efficacy of feature extractors, trained on extensive datasets such as ImageNet, in being transferred to the traffic accident detection problem and to assess their performance relative to the CNN architecture. During the training of the transfer learning models, an augmented training set was employed to address class imbalance. However, similar to the training with the CNN model, the original dataset was utilized without artificial duplication in the validation and testing phases to impartially assess the models' real-world performance and generalization capability. This approach prevented the models from memorizing synthetic data and validated their effectiveness on unaltered images. In all models, the convolutional base was kept static, and only the classification layers were trained.

2.7. Models on ACC_SEV_V2 Dataset (Phase 2)

In Phase 2, the CNN architecture developed in Phase 1, which demonstrated successful feature extraction performance and was specifically tailored for the dataset, was largely retained and adapted. Given that the depth and double convolution blocks of the existing architecture possess sufficient capacity to learn the complex accident patterns in the ACC_SEV_V2 (Roboflow, 2024b) dataset, the fundamental architecture remained unchanged. Instead, optimizations were made to the learning rate and dropout values to best adapt the model to the new dataset. The model was trained at a learning rate of 0.0005, as depicted in Figure 2.

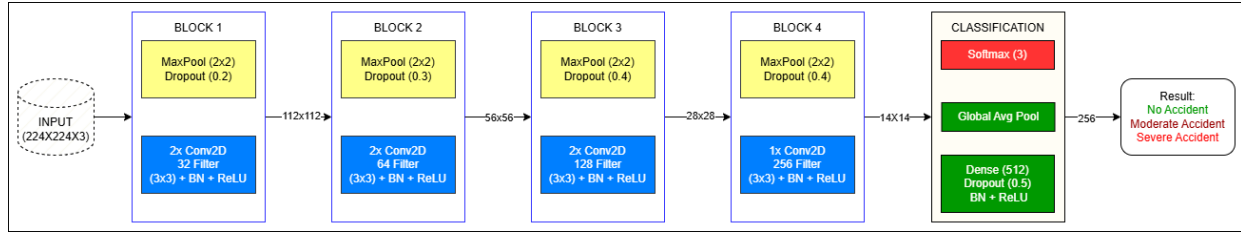


Figure 2. Phase 2 CNN architecture.

The rationale for maintaining a higher learning rate in Phase 2 compared to Phase 1 (0.0004) is that the balanced structure of the dataset mitigates the risk of overfitting and facilitates a more stable convergence of the model. This strategy enhanced the model's ability to generalize to real-world data. In addition to the CNN, the performance of EfficientNetB0, InceptionV3, ResNet50V2, and VGG19 models, which have demonstrated success in the literature, were comparatively analyzed on a balanced structure of the ACC_SEV_V2 dataset. In these experiments, a standardized classification block was employed across all models to objectively compare the feature extraction capabilities of different architectures. For each model, pre-trained weights were initially loaded onto the ImageNet dataset, and the convolutional base was frozen to preserve the structure of the existing feature extractors. The customized classification block added to the output of the architectures was initialized with the GlobalAveragePooling2D layer, which reduced the feature maps to a one-dimensional vector. Subsequently, a Dense layer with 256 neurons (utilizing ReLU activation) was incorporated to enable the model to learn complex relationships. BatchNormalization was included to stabilize the gradient flow and enhance convergence speed during the training process. A 50% Dropout was applied to prevent overfitting. In the final stage, an output layer with Softmax activation for 3-class accident severity detection was positioned. To ensure experimental consistency, all transfer learning models were configured with a learning rate of 0.001 and trained with identical optimization parameters. This strategy confirmed that the performance differences between architectures were attributable to the structural characteristics of the models rather than hyperparameter variations.

3. RESULTS AND DISCUSSION

This section conducts a comparative analysis of the performance of CNN architectures and Transfer Learning models, specifically EfficientNetB0, ResNet50V2, VGG19, and InceptionV3, in the classification of traffic accident severity. The analysis was executed in two distinct phases: Phase 1 (CSV_Multi_Label), characterized by an unbalanced data distribution,

and Phase 2 (ACC_SEV_V2), which utilized a balanced data distribution. The results are evaluated using the metrics of Accuracy, Precision, Recall, F1-Score, and ROC-AUC.

In the dataset employed for the Phase 1 experiments, the No Accident class constituted a significant minority, representing only 2.5% of the total, which directly influenced the learning dynamics of the models. As indicated in Table 2, although the original CNN model, trained without data augmentation, achieved an overall accuracy rate of 81%, the sensitivity (recall) value for the minority class, No Accident, was notably low at 0.43. This finding demonstrates that the model exhibits a bias towards the majority class, resulting in a deceptively high classification success rate. The model predominantly memorized the prevalent examples within the dataset and proved inadequate in distinguishing the infrequent classes.

Table 2. Class-Based Performance Report for CNN Models on CSV_Multi_Label Dataset.				
Class	Precision	Recall	F1 Score	Support
Moderate Accident	0.74	0.86	0.80	271
Serious Accident	0.88	0.79	0.83	366
No Accident	0.43	0.25	0.32	12
Accuracy			0.81	649
Macro	0.68	0.63	0.65	649
Weighted	0.81	0.81	0.81	649

As illustrated in Table 3, the application of data augmentation techniques resulted in an increase in the overall accuracy of the CNN model to 90%, while the F1 score for the no-accident class improved from 0.32 to 0.67. This improvement indicates that the generation of synthetic data augmentation enhanced the model's generalization capability and partially mitigates the adverse effects of class imbalance.

Table 3. Class-Based Performance Report Using CNN Model of Augmented Dataset.

Class	Precision	Recall	F1 Score	Support
Moderate Accident	0.84	0.94	0.89	271
Serious Accident	0.95	0.88	0.91	366
No Accident	1.00	0.50	0.67	12
Accuracy			0.90	649
Macro	0.93	0.77	0.82	649
Weighted	0.90	0.90	0.90	649

Among the transfer learning models presented in Table 4, EfficientNetB0 demonstrated superior performance on the Phase 1 dataset. EfficientNetB0 achieved an overall accuracy of 94% and a recall value of 0.92 in the no-accident class, indicating a more stable feature extraction architecture compared to other models, even when applied to unstable datasets. The success of EfficientNetB0 can be attributed to its composite scaling method, which optimizes the model's depth, breadth, and resolution. Furthermore, EfficientNetB0 exhibited the most stable training graph among the transfer learning models. As illustrated in Figure 3, the training and validation loss curves are closely aligned and display a smooth downward trend. From approximately the fourth epoch onwards, the model converged rapidly and completed its training without exhibiting signs of overfitting.

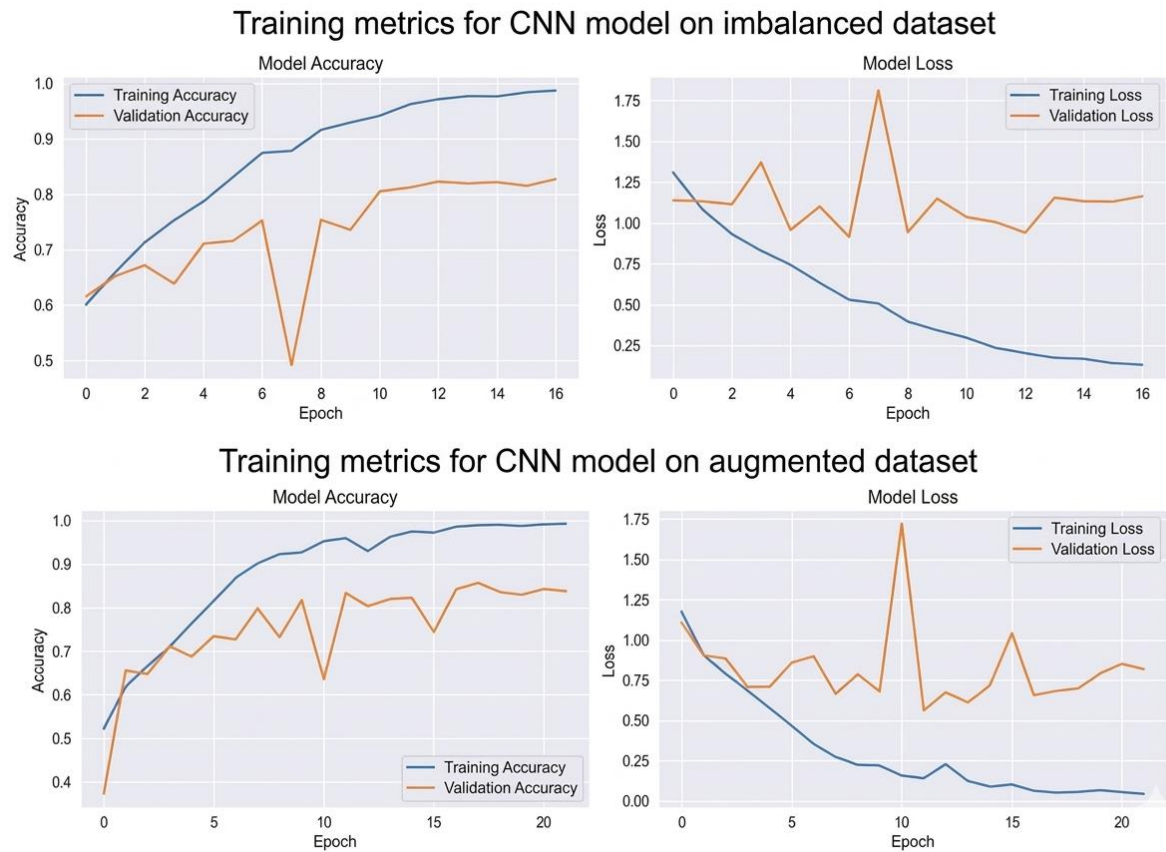


Figure 3. CNN Model Performance on Imbalanced and Balanced Dataset.

Table 4. EfficientNetB0 Model Class-Based Performance Report.

Class	Precision	Recall	F1 Score	Support
Moderate Accident	0.94	0.90	0.92	271
Serious Accident	0.95	0.95	0.95	366
No Accident	0.52	0.92	0.67	12
Accuracy			0.93	649
Macro	0.80	0.92	0.85	649
Weighted	0.94	0.93	0.93	649

Although the InceptionV3 model has an acceptable recall rate of 0.83 in the No Accident class, its low precision value of 0.34 is noteworthy. The data in Table 5 show that InceptionV3 frequently misclassifies non-accident situations as accidents (high false positives). This reduced the model's macro-average to an F1 score of 0.74.

Table 5. InceptionV3 Model Class-Based Performance Report.

Class	Precision	Recall	F1 Score	Support
Moderate Accident	0.87	0.81	0.84	271
Serious Accident	0.89	0.89	0.89	366
No Accident	0.34	0.83	0.49	12
Accuracy			0.86	649
Macro	0.70	0.85	0.74	649
Weighted	0.87	0.86	0.86	649

Table 6 indicates that the ResNet50V2 model achieved a recall rate of 1.00 for the no-accident class. However, the accuracy value of 0.57 suggests that the model exhibits a heightened sensitivity to this class, resulting in erroneous classifications from other classes. Despite this, with an overall accuracy of 0.90, it closely follows the performance of the EfficientNetB0 model. As illustrated in Figure 3, the ResNet50V2 graph maintained a stable trajectory following an initial sharp decline. The preservation of gradient flow, facilitated by residual connections, resulted in a stable graph comparable to that of EfficientNetB0.

Table 6. ResNet50V2 Model Class-Based Performance Report.

Class	Precision	Recall	F1 Score	Support
Moderate Accident	0.90	0.87	0.89	271
Serious Accident	0.92	0.92	0.92	366
No Accident	0.57	1.00	0.73	12
Accuracy			0.90	649
Macro	0.80	0.93	0.84	649
Weighted	0.90	0.90	0.90	649

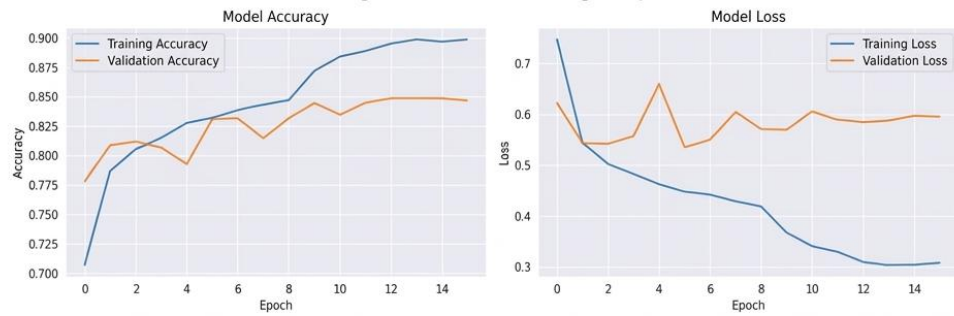
As illustrated in Table 7, the VGG19 model demonstrated suboptimal performance, particularly concerning the minority class (No Accident), achieving an accuracy of 0.38 and an F1 score of 0.48. Despite the model's seemingly high weighted average success, with an F1 score of 0.88, its inadequacy in handling the minority class underscores the limitations of the VGG19 architecture when applied to imbalanced dataset. An analysis of the VGG19 graphs in Figure 4 reveals that, although the training accuracy (blue line) consistently improves, the validation accuracy (orange line) plateaus after a certain threshold, and the validation loss exhibits an

upward trend. This pattern suggests that the VGG19 model is susceptible to overfitting due to parameter redundancy. In contrast, the InceptionV3 graph displays abrupt fluctuations in validation loss, indicating potential difficulties in escaping local minima or an excessively aggressive learning rate for this architecture.

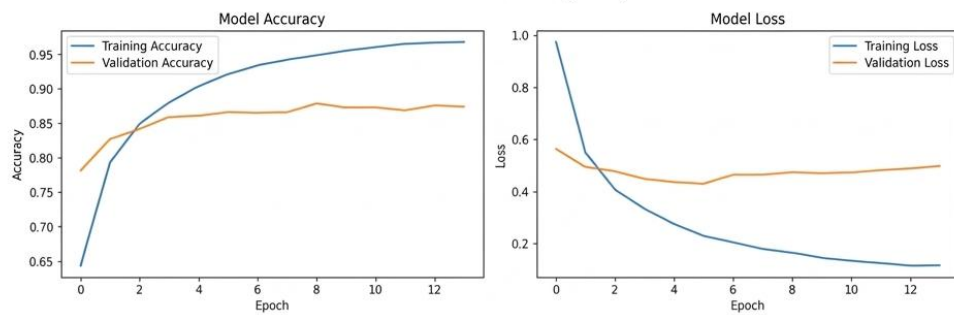
Table 7. VGG19 Model Class-Based Performance Report.

Class	Precision	Recall	F1 Score	Support
Moderate Accident	0.87	0.86	0.86	271
Serious Accident	0.91	0.90	0.90	366
No Accident	0.38	0.67	0.48	12
Accuracy			0.88	649
Macro	0.72	0.81	0.75	649
Weighted	0.88	0.88	0.88	649

GoogleNet Model Training Graphs



ResNet Model Training Graphs



VGG Model Training Graphs

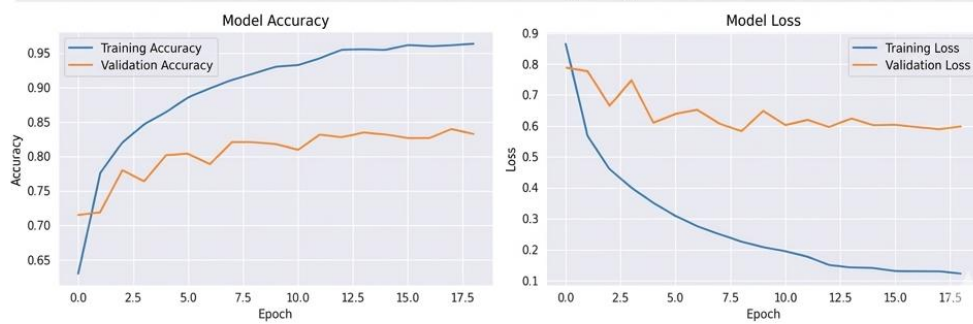


Figure 4. Model training on the CSV_Multi_Label dataset.

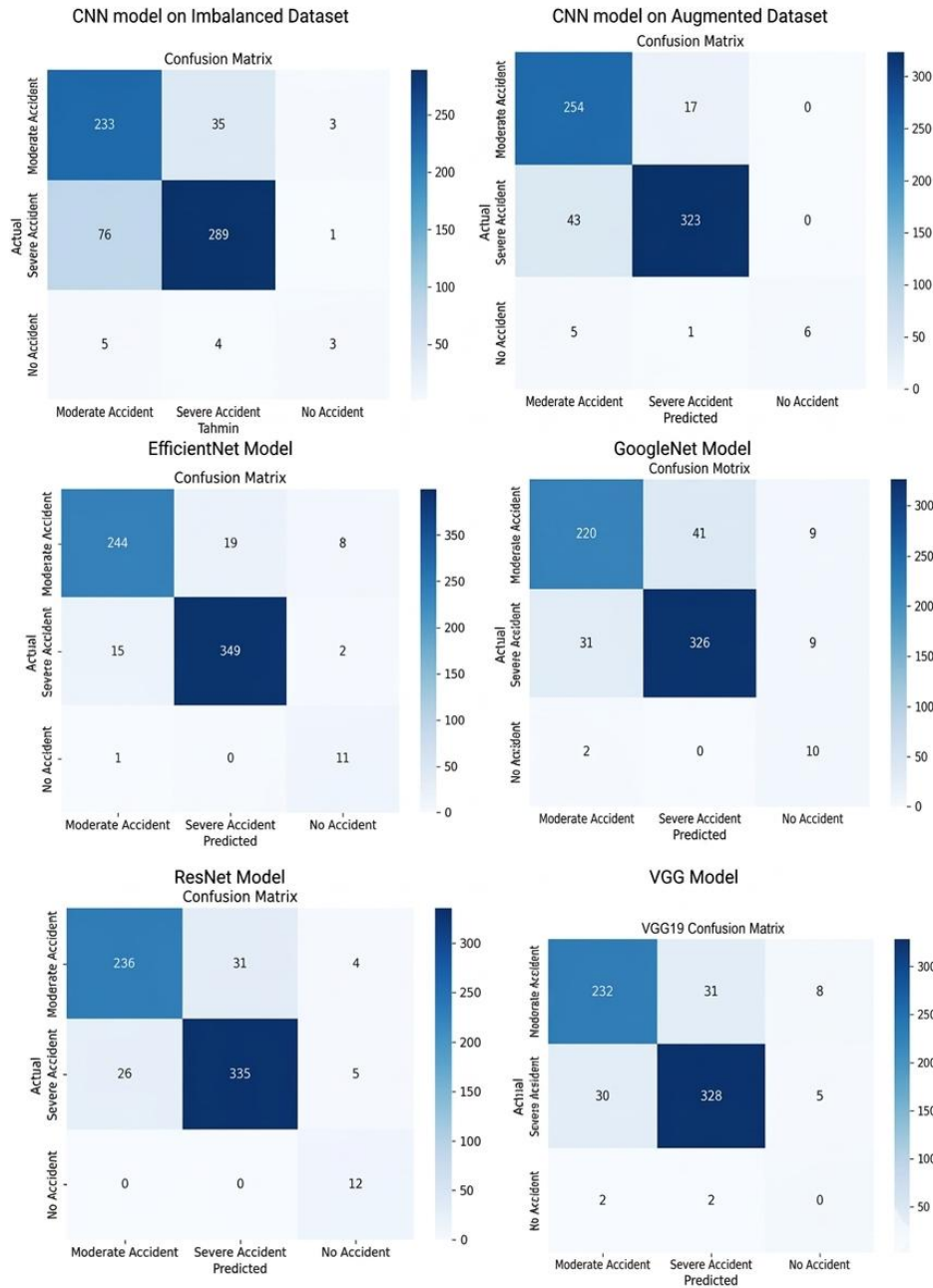


Figure 5. Models' confusion matrices on the CSV_Multi_Label dataset.

EfficientNetB0 emerged as the clear leader, achieving an accuracy score of 0.9307 and an ROC-AUC score of 0.9830. The ROC-AUC score, nearing 1, signifies the model's exceptional ability to differentiate between positive and negative classes. In Table 8, the CNN (unbalanced) model's ROC-AUC score is 0.8625, while the CNN (enhanced) model's score improved to 0.9471. Notably, a simple CNN model with data augmentation (0.9471) demonstrated greater discrimination (ROC-AUC) than the VGG19 model (0.9422), which is highly regarded in the literature. This finding is crucial, as it highlights that an effective data processing strategy can

outweigh model complexity in deep learning projects. The architectural ranking based on performance (F1 Score) was as follows: EfficientNetB0, ResNet50V2, CNN (Enhanced), VGG19, InceptionV3, and CNN (Unbalanced). In conclusion, Phase 1 analyses quantitatively confirmed the superiority of the EfficientNetB0 architecture on unbalanced dataset and illustrated how data augmentation techniques enhanced the performance of models trained from scratch to a level where they could rival pre-trained models. While the overall accuracy rates of the models offer insight into their success, the Confusion Matrices presented in Figure 5 were analyzed to identify which classes were being confused and to understand the model's flawed decision-making mechanisms.

Upon examining the CNN matrix on the unbalanced dataset shown at the top of Figure 5, it was found that only three out of 12 test samples from the no-accident class were correctly predicted, with the remaining nine samples incorrectly labeled as Moderate or Severe accidents. Additionally, the misclassification of 76 samples in the severe-accident class as moderate accidents indicates the model's difficulty in distinguishing severity. In contrast, in the dataset where data augmentation was applied, the number of correct predictions in the no-accident class increased from 3 to 6. More importantly, the number of correct predictions (true positives) in the severe-accident class rose significantly, from 289 to 323, confirming that the model's ability to distinguish accident severity was enhanced by the synthetic data. The matrix of EfficientNetB0, one of the transfer learning models (Figure 4, middle left), presents the clearest distinction between the classes. The model correctly identified 11 out of 12 examples in the No Accident class, with only one error. The confusion between the Moderate and Severe classes is at the lowest level compared to all other models. The dark concentration on the diagonal of the matrix visually demonstrates the model's high F1 score. In the matrix of the ResNet50V2 model (Figure 4, bottom left), all 12 examples (12/12) that were actually no accidents were correctly predicted. However, when examining the last column of the matrix (Predicted: No Accident), it is evident that four accidents that were actually Moderate and five accidents that were actually Severe were also incorrectly predicted as No Accident. This indicates that ResNet50V2 has an extreme bias towards the No Accident class. This distribution in the matrix explains why a low precision value of 52% was obtained, compared to the 100% recall value reported for ResNet50V2 in Table 6.

Table 8. All Models Performance Report on CSV_Multi_Label Dataset.			
Class	Accuracy	F1 Score	ROC-AUC
CNN (Imbalanced)	0.8089	0.8081	0.8625
CNN (Balanced)	0.8983	0.8978	0.9471
EfficientNetB0	0.9307	0.9324	0.9830
InceptionV3	0.8567	0.8613	0.9553
ResNet50V2	0.8983	0.8994	0.9788
VGG19	0.8752	0.8780	0.9422

When examining the VGG19 and InceptionV3 matrices, it was observed that both models tended to confuse the moderate and severe accident classes. In the VGG19 model (bottom right), the number of examples predicted as Moderate when they were actually Severe is 33, while in InceptionV3 (middle right) this number is 31. Although these models are successful in detecting the presence of an accident, they are not as precise as EfficientNetB0 in determining the severity of the accident, as shown in the Table 8.

The confusion matrix analysis showed that considering only the overall accuracy can be misleading. Although ResNet50V2 offers high numerical accuracy, matrix analysis reveals that it makes dangerous types of errors (ignoring the accident). In contrast, EfficientNetB0 demonstrated the most balanced and reliable distribution in both capturing the minority class and avoiding mixing accident severity levels.

In the second phase of the study, the effect of a balanced data structure on the learning stability of the models was examined using training graphs, classification errors were detailed using confusion matrices, and the final success rates were discussed comparatively with the data presented in Tables 9-14.

Table 9. Class-Based Performance Report for CNN Models on ACC_SEV_V2 Dataset.				
Class	Precision	Recall	F1 Score	Support
Moderate Accident	0.98	1.00	0.99	103
Serious Accident	0.98	0.97	0.98	129
No Accident	0.98	0.98	0.98	122
Accuracy			0.98	354
Macro	0.98	0.98	0.98	354
Weighted	0.98	0.98	0.98	354

Table 10 presents the results of the CNN model tailored specifically to address the problem's requirements, revealing an impressive overall accuracy rate of 98%. The model achieved a recall value of 1.00 for the moderately severe accident class, indicating that it successfully identified all such accidents. With a precision value of 0.98, the model produced very few false positives. The F1 score of 0.98 for both the serious-accident and no-accident classes demonstrates that the model maintained a balanced approach, effectively leveraging the advantages of the balanced dataset. The fact that a model trained from scratch achieved results comparable to those of transfer learning models (F1: 0.98) underscores the efficiency of the proposed lightweight architecture.

Table 10. EfficientNetB0 Model Class-Based Performance Report.				
Class	Precision	Recall	F1 Score	Support
Moderate Accident	1.00	1.00	1.00	103
Serious Accident	0.99	0.99	0.99	129
No Accident	0.99	0.99	0.99	122
Accuracy			0.99	354
Macro	0.99	0.99	0.99	354
Weighted	0.99	0.99	0.99	354

Table 11, showcasing the study's most successful results, indicates that for the Moderately Severe Accident class, the Precision, Recall, and F1 scores were all 1.00. This signifies that the model accurately detected all moderately severe accident images in the test set without error. An F1 score of 0.99 in the most critical category, Serious Accident, highlights the model's ability to meet the reliability standards necessary for autonomous systems to identify life-

threatening situations. The overall accuracy rate of 0.99 attests to the superiority of EfficientNetB0's composite scaling method when applied to traffic images.

Table 11. InceptionV3 Model Class-Based Performance Report.

Class	Precision	Recall	F1 Score	Support
Moderate Accident	0.96	1.00	0.98	103
Serious Accident	0.98	0.96	0.97	129
No Accident	0.98	0.97	0.97	122
Accuracy			0.97	354
Macro	0.97	0.98	0.97	354
Weighted	0.97	0.97	0.97	354

The results of the ResNet50V2 model with a deep network structure are listed in Table 12. ResNet50V2, as EfficientNetB0's closest competitor, produced extremely stable results in the 0.98 and 0.99 range across all metrics. The 0.99 F1 score in the No Accident class shows that the model is very successful in distinguishing between the moment of an accident and normal traffic flow. The problem of over-focusing on the "No Accident" class observed in the Phase 1 results was completely eliminated with the balanced dataset in Phase 2, and the model reached its true potential.

Table 12. ResNet50V2 Model Class-Based Performance Report.

Class	Precision	Recall	F1 Score	Support
Moderate Accident	0.98	0.99	0.99	103
Serious Accident	0.99	0.98	0.99	129
No Accident	0.99	0.99	0.99	122
Accuracy			0.99	354
Macro	0.99	0.99	0.99	354
Weighted	0.99	0.99	0.99	354

Table 13 summarizes the VGG19 model performance. Although the model detected the Moderately Severe Accident class with a recall of 1.00, the recall rate for the severe-accident class dropped to 0.96. This indicates that the VGG19 model has a relatively higher risk of confusing severe accidents with less severe accidents than other models. Nevertheless, the

overall accuracy rate of 0.98 shows that VGG19 was successfully optimized, despite having numerous parameters.

Table 13. VGG19 Model Class-Based Performance Report.

Class	Precision	Recall	F1 Score	Support
Moderate Accident	0.97	1.00	0.99	103
Serious Accident	0.99	0.96	0.98	129
No Accident	0.98	0.98	0.98	122
Accuracy			0.98	354
Macro	0.98	0.98	0.98	354
Weighted	0.98	0.98	0.98	354

Table 14, the final output of this study, presents a comparison of all models based on the performance metrics. EfficientNetB0 was the most successful model in this study, with an accuracy and F1 score of 0.9944. The ROC-AUC score of 0.9997 shows that the model's class discrimination ability was near perfect. The CNN model achieved an accuracy rate of 0.9831, surpassing the commonly used VGG19 (0.9802) and InceptionV3 (0.9746) models. This finding demonstrates that smaller, faster architectures designed specifically for the problem can be more efficient than pre-trained models when fed the appropriate dataset. The fact that all models had ROC-AUC scores above 0.99 confirms the quality of the Phase 2 dataset and the learning success of the models. However, EfficientNetB0 and ResNet50V2 significantly exceeded the 0.9990 band.

Table 14. All Models Performance Report on ACC_SEV_V2 Dataset.

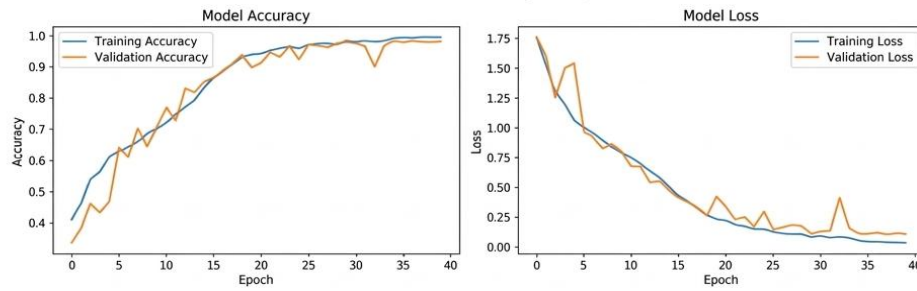
Class	Accuracy	F1 Score	ROC-AUC
CNN	0.9831	0.9830	0.9998
EfficientNetB0	0.9944	0.9944	0.9997
InceptionV3	0.9746	0.9745	0.9981
ResNet50V2	0.9887	0.9887	0.9996
VGG19	0.9802	0.9802	0.9990

Examining the training graphs in Figure 6, unlike the fluctuations in Phase 1, an extremely stable and smooth learning curve was observed for all models. The EfficientNetB0 training

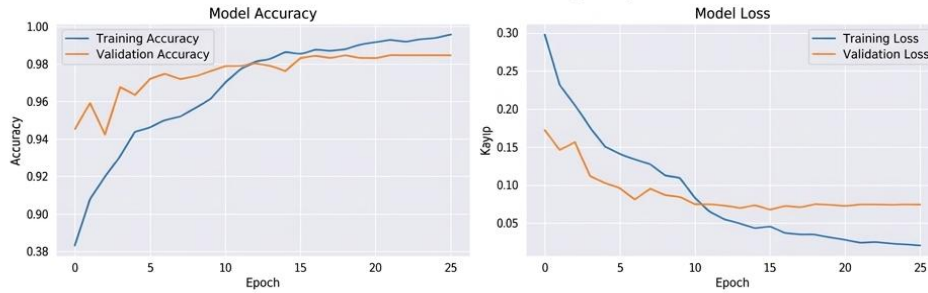
graph was closest to the ideal learning scenario. The training and validation loss values of the model decreased rapidly within the first two epochs, moving parallel to each other and falling below the 0.1 band. This demonstrates that the model fits the dataset perfectly and generalizes without overfitting. The ResNet50V2 graph shows a very sharp and rapid decrease in loss owing to the residual connection effect. Although the InceptionV3 graph contains slightly more variation, the Validation Accuracy steadily increased, settling in the 97% range. The most striking graph belongs to the CNN model. This model, trained from scratch, achieved a convergence speed similar to that of the pre-trained models, owing to the balanced dataset. The continuous decreasing trend in the loss graph proves that the optimization of the layer/neuron number (dropout rates, etc.) in the model architecture has been successfully implemented.

To analyze the classes in which the models made errors, the Phase 2 Confusion Matrices in Figure 7 were examined. It is evident that the models did not develop a bias in any class owing to the balanced dataset. The EfficientNetB0 matrix was observed to be the most successful model. The fact that only 2 errors were made out of 354 test images shows that EfficientNetB0 even captures details that are difficult for the human eye to distinguish. The confusion matrix of the CNN model contains fewer errors than that of InceptionV3. The CNN made 4 errors in the serious-accident category and 2 errors in the no-accident category. In contrast, InceptionV3 made 5 errors in the serious-accident category and 4 errors in the no-accident category. This demonstrates that, in a specific task such as traffic accident detection, a well-designed, lightweight CNN model can be more successful than a much more complex but general-purpose trained architecture (such as InceptionV3). The ResNet50V2 matrix showed a performance very close to that of EfficientNetB0, resulting in only 3-4 erroneous predictions. In the VGG19 matrix, errors (a total of 7 errors) were generally concentrated between the serious and moderate accident categories.

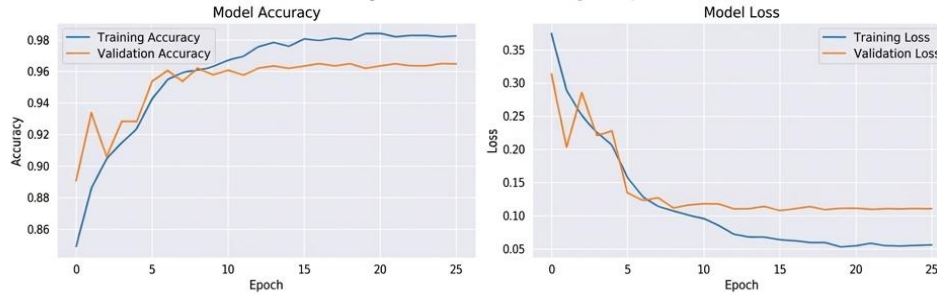
CNN Model Training Graphs



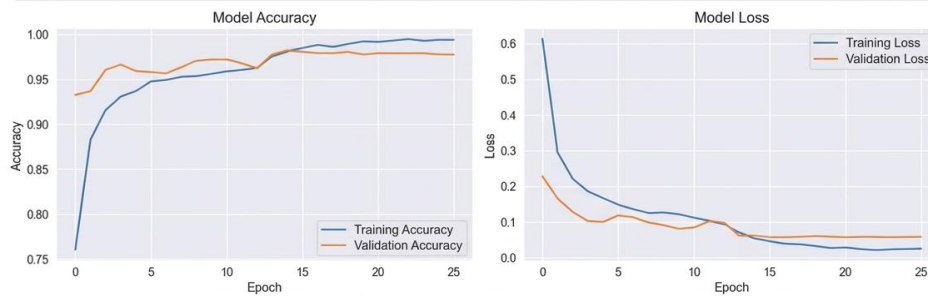
EfficientNet Model Training Graphs



GoogleNet Model Training Graphs



ResNet Model Training Graphs



VGG Model Training Graphs

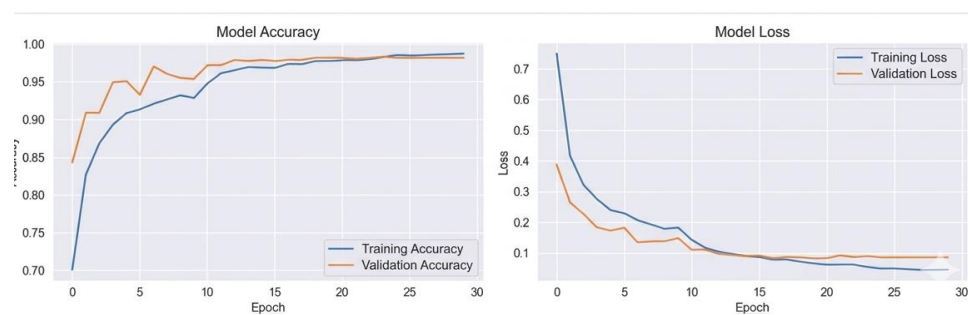


Figure 6. Phase 2 Training Graphs and Convergence Analyses.

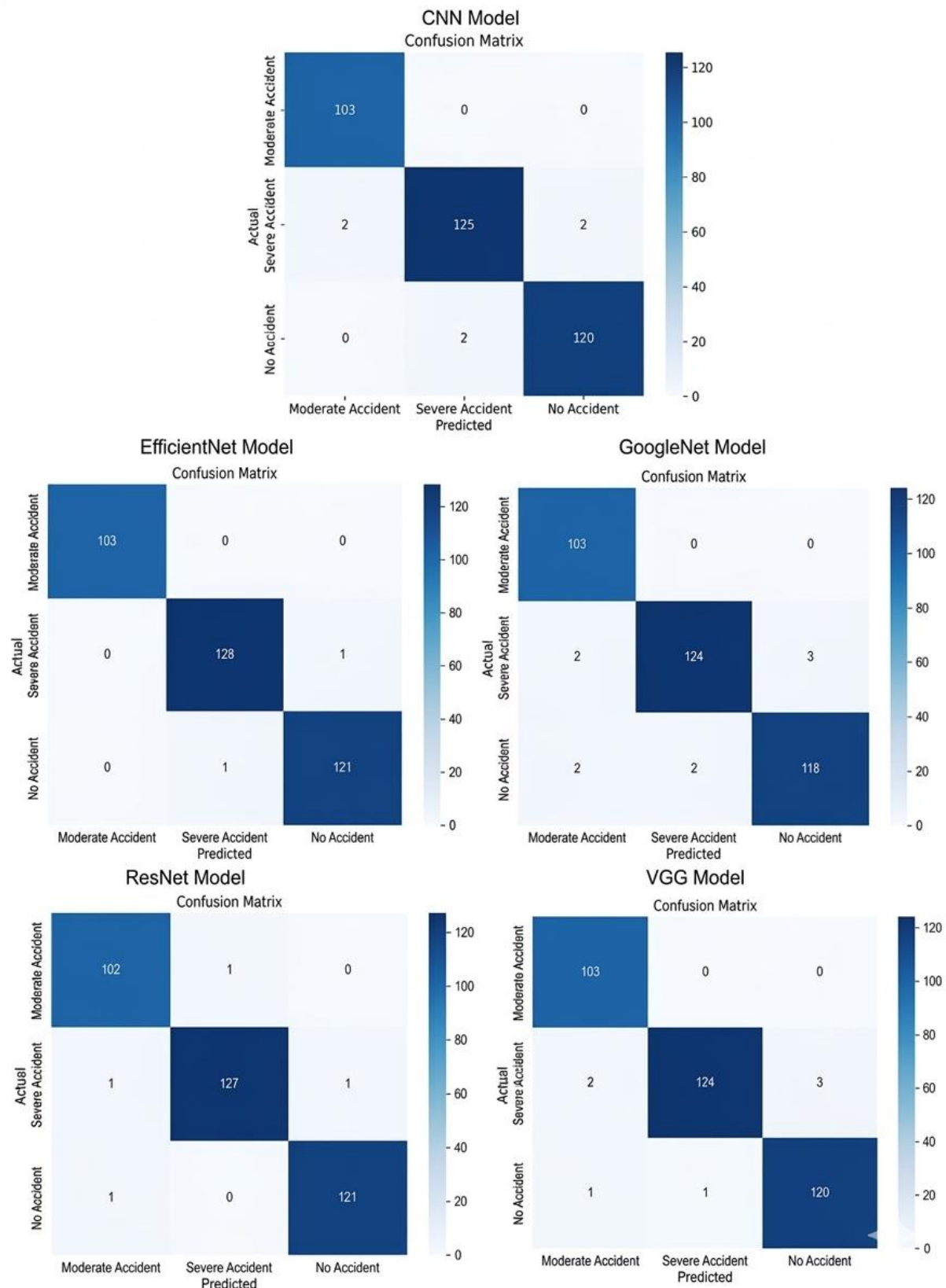


Figure 7. Models' confusion matrices on the ACC_SEV_V2 dataset.

CONCLUSIONS

This study conducted a comparative analysis of unbalanced and balanced dataset structures, alongside various training strategies, including data augmentation and direct training, to assess their efficacy in detecting traffic accident severity. In Phase 1, the dataset exhibited class imbalance, particularly with the 2.5% representation of the 'No Accident' class, which led to models neglecting the minority class and yielding low recall values (0.25). Conversely, in Phase 2, the adoption of a balanced dataset with equal class distribution effectively mitigated these structural biases. As a result of employing balanced data, the class-based F1 scores for all models surpassed 0.97, achieving class-wise balanced performance. Notably, the performance of the CNN model, characterized by its relatively simple architecture, improved significantly, with its success rate increasing from 81% to 98.31%. The F1 scores for EfficientNetB0, VGG19, and ResNet50V2 were 99.44%, 98.87%, and 98.02%, respectively. Furthermore, the inherent variability provided by balanced data eliminated uncertainties during the training process, enabling models to achieve rapid convergence with substantially lower validation loss values (<0.05) without resorting to synthetic data-enhancement techniques. This enhancement markedly improved the models' generalization capabilities to real-world conditions. Consequently, the EfficientNetB0 architecture emerged as the most suitable model for traffic accident detection and severity classification, boasting an accuracy rate of 99.44% and parameter efficiency. However, for platforms with hardware constraints, such as embedded systems or mobile devices, the CNN model (98.31%) proved to be a more efficient alternative compared to larger architectures like VGG19 and InceptionV3. In future research, we intend to integrate these highly successful models with object detection algorithms, such as YOLO, evaluate their performance in real-time video streams, and develop a hardware prototype capable of generating automatic emergency calls in the event of an accident.

Funding / Acknowledgements

The research is supported by the Scientific and Technological Research Council of Türkiye (TUBITAK) within the 2209-A - Research Project Support Programme for Undergraduate Students (Grant No: 1919B012417786).

REFERENCES

- Abbas, A., Abdelsamea, M. M., & Gaber, M. M. (2020). DeTrac: Transfer learning of class decomposed medical images in convolutional neural networks. *IEEE Access*, 8, 74901–74913. <https://doi.org/10.1109/access.2020.2989273>
- Anjum, T., Chirade, L., Lin, B., & Narayan, A. (2023). Learning spatio-temporal features via 3D CNNs to forecast time-to-accident. *Proceedings of the 15th International Conference on Agents and Artificial Intelligence (ICAART 2023)*, 3, 532–540. <https://doi.org/10.5220/0011697900003393>
- Benfaress, I., Bouhoute, A., & Zinedine, A. (2024). Enhancing traffic accident severity prediction using ResNet and SHAP for interpretability. *AI*, 5(4), 2568–2585. <https://doi.org/10.3390/ai5040124>

- Chen, F., Liu, X. Q., Yang, J. J., Liu, X. K., Ma, J. H., Chen, J., & Xiao, H. Y. (2025). Traffic accident severity prediction based on an enhanced MSCPO-XGBoost hybrid model. *Scientific Reports*, 15, 25729. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-00797-7>
- Ilıcalı, M., Toprak, T., Özen, H., Tapkın, S., Öngel, A., & Camkesen, N. (n.d.). *Intelligent transportation systems for smooth and safe traffic*. Bahcesehir University Department of Transportation Engineering. <https://docplayer.biz.tr/16099620-Akici-guvenli-trafik-icin-akilli-ulasim-sistemleri.html>
- Jonah, S., & Orike, S. (2021). Traffic sign classification comparison between various convolution neural network models. *International Journal of Scientific and Engineering Research*, 12(7), 165–171.
- Kheder, M. Q., & Mohammed, A. A. (2023). Transfer learning based traffic light detection and recognition using CNN Inception-V3 model. *Iraqi Journal of Science*, 64(10), 5358–5375. <https://doi.org/10.24996/ij.s.2023.64.10.40>
- Koohfar, S., & Kumar, A. (2025). Crash severity prediction using deep learning approaches: A hybrid CNN-RNN framework. *arXiv*. <https://arxiv.org/abs/2510.04316>
- Liang, F. (2024). *Deep learning based traffic accident detection* (Report No. IHS/CR-2024-1041). Sam Houston State Institute for Homeland Security. <https://doi.org/10.17605/OSF.IO/Q6BKH>
- Omorova, A. (2025). Comparison of the performance of baseline CNN and transfer learning for classifying road markings (pedestrian crossing, speed bump, lane divider). *Preprints.org*. <https://doi.org/10.20944/preprints202511.1441.v1>
- Roboflow. (2024a). *Accident-test-set (Version 4)* [Data set]. Roboflow Universe. <https://universe.roboflow.com/accident-test-set/accident-test-set/dataset/4>
- Roboflow. (2024b). *Cnn_acc_sev_v1 (Version 2)* [Data set]. Roboflow Universe. https://universe.roboflow.com/rpcnn-ugnxa/cnn_acc_sev_v1/dataset/2
- Rosebrock, A. (2017, March 20). ImageNet: VGGNet, ResNet, Inception, and Xception with Keras. *PyImageSearch*. <https://pyimagesearch.com/2017/03/20/imagenet-vggnet-resnet-inception-xception-keras/>
- Salakapuri, R., Navuri, N. K., Vobbilineni, T., Ravi, G., Karmakonda, K., & Vardhan, K. A. (2025). Integrated deep learning framework for driver distraction detection and real-time road object recognition in advanced driver assistance systems. *Scientific Reports*, 15, 25125. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-08475-4>
- Seghir, Z., Guezouli, L., Barka, K., Boubiche, D. E., Toral-Cruz, H., & Martínez-Peláez, R. (2026). A real-time consensus-free accident detection framework for Internet of Vehicles using Vision Transformer and EfficientNet. *AI*, 7(1), 4. <https://doi.org/10.3390/ai7010004>
- Shahid, M., Gregurić, M., Hassani, A., & Ševrović, M. (2025). Optimizing car collision detection using large dashcam-based datasets: A comparative study of pre-trained models and hyperparameter configurations. *Applied Sciences*, 15(13), 7001. <https://doi.org/10.3390/app15137001>
- Tamagusko, T., Correia, M. G., Huynh, M. A., & Ferreira, A. (2022). Deep learning applied to road accident detection with transfer learning and synthetic images. *Transportation Research Procedia*, 64, 90–97. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2022.09.012>
- Tang, J., Huang, Y., Liu, D., Xiong, L., & Bu, R. (2025). Research on traffic accident severity level prediction model based on improved machine learning. *Systems*, 13(1), 31. <https://doi.org/10.3390/systems13010031>
- Türker, G. F., & Gündüz, F. K. (2023). A study on traffic crash severity prediction using machine learning algorithms. *International Journal of Sustainable Engineering and Technology*, 7(2), 152–161. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/3457346>
- Turkish Statistical Institute (TÜİK). (2022). *Road traffic accident statistics, 2021*. <https://veriportali.tuik.gov.tr/en/press/45658>
- Turkish Statistical Institute (TÜİK). (2024). *Road traffic accident statistics, 2023*. <https://veriportali.tuik.gov.tr/en/press/53479>
- World Health Organization. (2014). *Global health estimates: Leading causes of death*. <https://who.int/data/gho/data/themes/mortality-and-global-health-estimates/ghe-leading-causes-of-death>
- Zhang, Y., & Sung, Y. (2023). Hybrid traffic accident classification models. *Mathematics*, 11(4), 1050. <https://doi.org/10.3390/math11041050>

TRANSFERLİ PRES SİSTEMLERİNDE TRANSFER KOLLARININ AYAR SÜRESİNİN AZALTILMASINA YÖNELİK MEKANİK İYİLEŞTİRME TASARIMI VE ÜRETİM VERİMLİLİĞİNE ETKİSİ

Ceyhun TUNCER

Ulus Metal Industry and Trade Inc., Kocaeli / Türkiye Kocaeli

ORCID: 0009-0001-6811-0973

Ayhan SOYDAŞ

Ulus Metal Industry and Trade Inc., Kocaeli / Türkiye

ORCID: 0000-0001-7090-795X

Prof. Dr. Tamer SINMAZÇELİK

Kocaeli University, Kocaeli / Türkiye

ORCID: 0000-0002-3276-5820

ÖZET

Endüstriyel üretim sistemlerinde üretim sürekliliği ve operasyonel verimlilik, rekabet avantajının sürdürülebilmesi açısından kritik bir rol oynamaktadır. Özellikle otomotiv sektöründe yaygın olarak kullanılan sac şekillendirme proseslerinde yüksek hacimli üretim gerçekleştirilmekte olup, üretim hatlarında meydana gelen duruş süreleri toplam üretkenliği doğrudan etkilemektedir. Bu duruşların önemli bir kısmı kalıp değişimi ve ekipman ayar süreçlerinden kaynaklanmaktadır. Transferli pres hatlarında transfer kollarının konumlandırılması ve ayarlanması, ayar süresinin önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Bu çalışmada, otomotiv sektöründe sac şekillendirme yöntemi ile metal parça üretimi yapılan bir üretim tesisinde transferli pres hatlarında yaşanan ayar süreçleri incelenmiştir. Mevcut durumda transfer kollarının ayar işlemlerinin operatör deneyimine yüksek derecede bağımlı olduğu ve zaman alıcı bir süreç oluşturduğu tespit edilmiştir. Bu sorunun giderilmesi amacıyla transfer kollarının konumlandırılmasını kolaylaştıran yardımcı mekanik parçalar tasarlanmış ve üretim hattına entegre edilmiştir. Geliştirilen tasarım sayesinde transfer kollarının konumlandırılması daha hızlı, tekrarlanabilir ve ergonomik bir şekilde gerçekleştirilebilmiştir. Yapılan uygulamalar sonucunda ayar sürelerinde önemli ölçüde azalma sağlanmış, üretim hattının duruş süreleri azaltılmış ve genel ekipman verimliliğinde iyileşme gözlemlenmiştir. Ayrıca ayar süreçlerinin standardizasyonu ile operatör kaynaklı hata olasılığının da azaltıldığı belirlenmiştir. Sonuç olarak, transferli pres sistemlerinde gerçekleştirilen bu mühendislik iyileştirmesi, ayar sürelerinin azaltılması ve üretim verimliliğinin artırılması açısından etkili bir çözüm sunmaktadır. Geliştirilen yaklaşımın benzer üretim hatlarında uygulanmasının, üretim performansına ve operasyonel verimliliğe önemli katkılar sağlayacağı değerlendirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Transferli pres, sac şekillendirme, ayar süresi, üretim verimliliği, süreç iyileştirme

MECHANICAL IMPROVEMENT DESIGN TO REDUCE THE ADJUSTMENT TIME OF TRANSFER ARMS IN TRANSFER PRESS SYSTEMS AND ITS EFFECT ON PRODUCTION EFFICIENCY

ABSTRACT

Production continuity and operational efficiency play a critical role in maintaining competitiveness in industrial manufacturing systems. In the automotive industry, sheet metal forming processes are widely used for high-volume production, where downtime directly affects overall productivity. A significant portion of these downtimes arises from die change operations and equipment adjustment processes. In transfer press systems, the positioning and adjustment of transfer arms constitute a considerable part of the setup time. In this study, adjustment processes in transfer press lines used for sheet metal forming in an automotive manufacturing facility were examined. It was determined that the existing adjustment procedures for transfer arms were highly dependent on operator experience and required considerable time. To address this issue, auxiliary mechanical components were designed to facilitate the positioning and adjustment of transfer arms, and these components were integrated into the production line. The developed design enabled faster, more repeatable, and ergonomically improved positioning of the transfer arms. As a result of the implementation, a significant reduction in setup times was achieved, leading to decreased production line downtime and improved overall equipment efficiency. Furthermore, the standardization of adjustment procedures reduced the likelihood of operator-related errors. In conclusion, the engineering improvement implemented in transfer press systems provides an effective solution for reducing setup times and increasing production efficiency. The proposed approach is considered applicable to similar production lines and is expected to contribute significantly to production performance and operational efficiency.

Keywords: Transfer press, sheet metal forming, setup time, production efficiency, transfer arm adjustment, process improvement

CNC İŞLEME HATLARINDA ROBOTİK PARÇA TAŞIMA VE OTOMATİK İSTİFLEME SİSTEMİNİN TASARIMI VE UYGULANMASI

Mustafa AKGÜL

Kocaeli University, Institute of Science, Department of Mechanical Engineering, Umuttepe Campus
Ulus Metal Industry and Trade Inc., Kocaeli / Türkiye

ORCID: 0009-0006-4859-0785

Ayhan SOYDAŞ

Ulus Metal Industry and Trade Inc., Kocaeli / Türkiye

ORCID: 0000-0001-7090-795X

Burak ERKAN

Ulus Metal Industry and Trade Inc., Kocaeli / Türkiye

ORCID: 0009-0001-1011-1148

Prof. Dr. Tamer SINMAZÇELİK

Kocaeli University, Kocaeli / Türkiye

ORCID: 0000-0002-3276-5820

ÖZET

Bu çalışmada, kompresör grubunun alt bileşenlerinden biri olan “Muffler Plate” parçası ele alınmıştır. Bu parça, kullanılan hava kompresörlerinin önemli bileşenlerinden biridir. Kompresörün çalışması sırasında oluşan basınçlı hava akışı ve titreşimler belirli bir gürültü seviyesine neden olmaktadır. Bahsi geçen parça bu gürültünün azaltılmasına ve hava akışının daha düzenli hâle getirilmesine katkı sağlayan bir plaka görevi görmektedir. Çalışma kapsamında, söz konusu parçanın CNC torna tezgahında işlenmesi sürecinin robotik otomasyon kullanılarak iyileştirilmesi ele alınmıştır. Mevcut üretim sisteminde operatör, parçayı kasadan alarak torna aynasına yerleştirmekte, işleme tamamlandıktan sonra torna kapağını açarak işlenmiş parçayı çıkarmakta ve başka bir kasaya sıralı şekilde dizmektedir. Parçaların düzenli istiflenebilmesi amacıyla her 24 adetlik sıra tamamlandığında sıra arasına manuel olarak seperatör yerleştirilmektedir. Bu yapı operatöre bağımlı bir süreç oluşturmakta, çevrim süresini artırmakta ve üretimde standartlık açısından değişkenliğe neden olmaktadır. Geliştirilen otomasyon sisteminde ilgili parçaları konveyör aracılığıyla robot çalışma alanına taşınmaktadır. Robot, konveyör üzerinden aldığı parçayı otomatik kapak kontrolüne sahip CNC torna tezgahına yerleştirmekte; kapak kapanmasının ardından tornalama işlemi başlatılmaktadır. İşlem tamamlandığında kapak tekrar otomatik olarak açılmakta ve robot işlenmiş parçayı alarak kasaya programlanmış düzende dizmektedir. Uygulanan robotik entegrasyon sayesinde operatör müdahalesi ortadan kaldırılmış, çevrim süresi azaltılmış ve istifleme sürecinde standartlık sağlanmıştır. Ayrıca proses sürekliliği artırılmış, insan kaynaklı hata riski minimize edilmiş ve iş güvenliği açısından daha kontrollü bir üretim ortamı oluşturulmuştur.

Elde edilen sonuçlar, CNC işleme hatlarında robot kullanımının verimlilik, kalite ve sürdürülebilir üretim açısından önemli avantajlar sunduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: CNC torna, robotik otomasyon, çevrim süresi optimizasyonu, üretim verimliliği

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A ROBOTIC PART HANDLING AND AUTOMATIC STACKING SYSTEM IN CNC MACHINING LINE

ABSTRACT

In this study, the Muffler Plate, which is one of the sub-components of the compressor assembly, is addressed. The muffler plate is an important component of air compressors. During compressor operation, the flow of compressed air and the resulting vibrations generate a certain level of noise. The muffler plate functions as a plate that helps reduce this noise and regulate the airflow. Within the scope of this study, the improvement of the machining process of this part on a CNC lathe through robotic automation is investigated. In the existing production system, the operator takes the part from a crate and places it into the chuck of the lathe. After the machining process is completed, the operator opens the machine door, removes the machined part, and places it sequentially into another crate. In order to ensure regular stacking of the parts, a separator is manually placed between rows after every 24 pieces. This structure creates an operator-dependent process, increases cycle time, and causes variability in terms of production standardization. In the developed automation system, muffler plate parts are transported to the robot working area via a conveyor. The robot picks up the part from the conveyor and places it into the CNC lathe equipped with automatic door control. After the door closes, the turning operation starts automatically. Once the process is completed, the door opens again automatically and the robot removes the machined part and places it into the crate according to a programmed stacking pattern. Thanks to the implemented robotic integration, operator intervention has been eliminated, cycle time has been reduced, and standardization in the stacking process has been achieved. In addition, process continuity has been improved, the risk of human error has been minimized, and a safer and more controlled production environment has been established. The obtained results demonstrate that the use of robots in CNC machining lines provides significant advantages in terms of efficiency, quality, and sustainable manufacturing.

Keywords: Muffler plate, CNC turning machine, robotic automation, cycle time optimization, production efficiency

ÇEKME TESTLERİNDE GERİNİM ÖLÇÜMÜ İÇİN GÖRÜNTÜ İŞLEME TABANLI VIDEO EKSTANSOMETRE KULLANIMI

Türkay MURATOĞLU

Ulus Metal Industry and Trade Inc., Kocaeli / Türkiye
Kocaeli University, Institute of Science, Department of Mechanical Engineering
Umuttepe Campus

ORCID: 0009-0001-8170-0185

Dr. Ömer Emre UÇAKKUŞ

Ulus Metal Industry and Trade Inc., Kocaeli / Türkiye

ORCID: 0000-0003-0918-2886

M. Sc. Reyhan CEYLAN

Ulus Metal Industry and Trade Inc., Kocaeli / Türkiye
Kocaeli University, Institute of Science, Department of Aviation Science and Technology,
Arslanbey Campus

ORCID: 0000-0002-2150-1002

Prof. Dr. Tamer SINMAZÇELİK

Kocaeli University, Kocaeli / Türkiye

ORCID: 0000-0002-3276-5820

ÖZET

Metalik malzemelerin mekanik karakterizasyonunda çekme testleri, malzemenin elastik ve plastik deformasyon davranışının belirlenmesi açısından en yaygın kullanılan deneysel yöntemlerden biridir. Akma dayanımı, maksimum çekme dayanımı, uniform uzama ve kopma uzaması gibi parametreler özellikle sac metal şekillendirme süreçlerinde malzemenin şekillendirme kabiliyetinin değerlendirilmesi açısından kritik öneme sahiptir. 2019 yılında güncellenen ISO 6892 standardı ile birlikte, çekme testlerinde gerinime bağlı mekanik parametrelerin doğru şekilde belirlenebilmesi için ekstansometre kullanımı zorunlu hale getirilmiştir. Bu standarda göre ekstansometre kullanılmadan gerçekleştirilen çekme testlerinde yalnızca maksimum çekme dayanımı güvenilir şekilde hesaplanabilmekte, akma dayanımı, uniform uzama ve kopma uzaması gibi gerinime bağlı parametrelerin doğru şekilde belirlenmesi mümkün olamamaktadır. Bu durum, özellikle seri üretim süreçlerinde karşılaşılan yırtılma, kenar çatlağı ve aşırı incelme gibi şekillendirme problemlerinin kök neden analizini zorlaştırmaktadır. Bu çalışmada, çekme testlerinde gerinim ölçümü gerçekleştirmek amacıyla görüntü işleme tabanlı bir video ekstansometre sistemi geliştirilmiştir. Geliştirilen sistemde numune üzerine tanımlanan iki referans noktasının yüksek çözünürlüklü kamera ile takibi gerçekleştirilmiş ve ardışık video kareleri üzerinde yapılan görüntü işleme algoritmaları ile bu noktalar arasındaki mesafe değişimi hesaplanarak uzama ölçümü yapılmıştır. Bu yaklaşım sayesinde numunenin çekme çeneleri arasında meydana gelebilecek olası kaymaların ölçüm sonuçları üzerindeki etkisi minimize edilebilmektedir. Çalışma kapsamında otomotiv

sektöründe yaygın olarak kullanılan DD13 kalite çelik malzeme üzerinde ekstansometresiz, clip-on ekstansometreli ve video ekstansometreli çekme testleri gerçekleştirilmiştir. Elde edilen deneysel veriler kullanılarak akma dayanımı, uniform uzama, uniform plastik uzama, maksimum çekme dayanımı ve kopma uzaması parametreleri hesaplanmıştır. Video ekstansometre yöntemi ile elde edilen sonuçlar, referans yöntem olarak kabul edilen clip-on ekstansometre ölçümleri ile karşılaştırılmış ve yaklaşık %97 oranında yakınsama elde edilmiştir. Elde edilen bulgular, geliştirilen görüntü işleme tabanlı video ekstansometre sisteminin çekme testlerinde temassız ve güvenilir bir gerinim ölçüm yöntemi olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Video ekstansometre, görüntü işleme, çekme testi, gerinim ölçümü, sac metal şekillendirme

IMAGE PROCESSING-BASED VIDEO EXTENSOMETER METHOD FOR STRAIN MEASUREMENT IN TENSILE TESTS

ABSTRACT

Tensile tests are one of the most widely used experimental methods for the mechanical characterization of metallic materials, particularly for determining their elastic and plastic deformation behavior. Parameters such as yield strength, ultimate tensile strength, uniform elongation, and fracture elongation are of critical importance for evaluating the formability of materials, especially in sheet metal forming processes. With the update of the ISO 6892 standard in 2019, the use of extensometers became mandatory in tensile tests in order to accurately determine strain-dependent mechanical parameters. According to this standard, when tensile tests are performed without an extensometer, only the ultimate tensile strength can be reliably calculated, while strain-dependent parameters such as yield strength, uniform elongation, and fracture elongation cannot be accurately determined. This limitation makes it difficult to perform root cause analyses of forming-related problems encountered in mass production processes, such as tearing, edge cracking, and excessive thinning. In this study, a vision-based video extensometer system was developed to measure strain during tensile tests. In the developed system, two reference points defined on the specimen surface were tracked using a high-resolution camera. The change in the distance between these points was calculated through image processing algorithms applied to consecutive video frames, enabling the measurement of elongation. This approach minimizes the influence of potential slippage occurring between the specimen and the tensile grips on the measurement results. Within the

scope of the study, tensile tests were performed on DD13 grade steel, which is widely used in the automotive industry, under three different conditions: without an extensometer, with a clip-on extensometer, and with the developed video extensometer system. Using the obtained experimental data, mechanical parameters including yield strength, uniform elongation, uniform plastic elongation, ultimate tensile strength, and fracture elongation were calculated. The results obtained with the video extensometer method were compared with those measured using the clip-on extensometer, which was considered the reference method, and approximately 97% agreement was achieved. The findings demonstrate that the developed image-processing-based video extensometer system can be used as a reliable and non-contact strain measurement method in tensile testing.

Keywords: Video extensometer, image processing, tensile test, strain measurement, sheet metal forming

GERÇEK ZAMANLI ŞEHİR İÇİ SÜRÜŞ VERİLERİ KULLANILARAK TRAPEZLİK SÜRÜŞ ÇEVİRİMİNİN REJENERATİF FRENLEME KAZANIM ORANININ İNCELENMESİ

Ezgi ASLANE

Bursa Uludağ University, Graduate School of Natural Sciences, Department of Hybrid and Electric Vehicles, 16059, Bursa

ORCID: 0009-0001-8882-4869

Assoc. Prof. Dr. Abdurrahman GÜNDAY

Bursa Uludağ University, Faculty of Engineering, Department of Electrical & Electronics Engineering, 16059, Bursa

ORCID: 0000-0002-3262-3494

ABSTRACT

The increase in the number of public transportation vehicles has been reported in academic studies to cause a significant rise in greenhouse gas emission levels. Therefore, there has been a serious trend towards the use of electric urban buses to reduce greenhouse gas emissions. In this context, the energy efficiency and range optimization of electric urban buses hold critical importance for sustainable public transportation systems. In this study, the regenerative braking performance of a 12-meter electric urban bus equipped with dual asynchronous motors and a 54 kWh battery capacity has been examined. Within the scope of this study, the longitudinal dynamics of the vehicle have been modeled in the Matlab/Simulink environment, and the obtained results have been analyzed comparatively with real-time field data collected through the CAN (Controller Area Network), in other words, CAN-bus log records. During the testing and simulation processes, a specific trapezoidal driving cycle (maximum speed of 27 km/h, ~ 90 seconds) has been employed, which distinctly isolates the phases of acceleration, steady cruising, and deceleration. According to the simulation results under ideal conditions, while the energy recovery rate has been computed as 21.86 %, the rate has been measured as 19.31 % in physical field tests. The 2.62 % deviation between the theoretical model and real-world conditions has been caused by the factors such as instantaneous mechanical frictions in the drivetrain, thermal efficiency losses in the inverter, and power consumption of auxiliary systems. The energy recovery efficiency of 19.31 % obtained from field measurements has demonstrated the substantial contribution of regenerative braking to operational range in urban stop-and-go operations. At this stage, an error margin of 2.62 % has been observed between actual driving and the trapezoidal driving cycle. This result, validates the high accuracy of the developed one-dimensional (1D) vehicle dynamics model and confirms its reliability for future optimization studies.

Keywords: Electric bus, Regenerative braking, CAN data, Vehicle dynamics, Regenerative braking recovery, Trapezoidal driving cycle

GERÇEK ZAMANLI ŞEHİR İÇİ SÜRÜŞ VERİLERİ KULLANILARAK TRAPEZLİK SÜRÜŞ ÇEVİRİMİNİN REJENERATİF FRENLEME KAZANIM ORANININ İNCELENMESİ

ÖZET

Toplu taşıma araç sayılarındaki artışın, sera gazı emisyon seviyesinde kayda değer bir yükselmeye neden olduğu akademik çalışmalarda raporlanmıştır. Bu nedenle, sera gazı emisyon değerlerinin düşürülmesi için elektrikli şehir içi otobüslerin kullanımına ciddi bir yönelim olmuştur. Bu bağlamda, elektrikli şehir içi otobüslerin enerji verimliliği ve menzil optimizasyonu, sürdürülebilir toplu taşıma sistemleri açısından kritik bir öneme sahiptir. Bu çalışmada, çift asenkron motor ve 54 kWh batarya kapasitesine sahip 12 metrelik elektrikli şehir içi otobüsün rejeneratif frenleme performansı incelenmiştir. Çalışma kapsamında, aracın boylamsal dinamiği Matlab/Simulink ortamında modellenmiş ve elde edilen sonuçlar, gerçek zamanlı saha şartlarında toplanan CAN (kontrolör alan ağı) verileriyle, diğer bir ifadeyle, CAN-bus log kayıtları ile karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. Test ve simülasyon süreçlerinde, aracın ivmelenme, sabit seyir ve yavaşlama fazlarını net bir şekilde izole eden özel bir trapezlik sürüş çevrimi (maksimum 27 km/h, ~ 90 saniye) kullanılmıştır. İdeal şartlar altında simülasyon sonuçlarına göre, enerji geri kazanım oranı % 21,86 olarak hesaplanırken, fiziksel saha testlerinde bu oran % 19,31 olarak ölçülmüştür. Teorik model ile gerçek dünya koşulları arasındaki % 2,62'lik sapma, aktarma organlarındaki anlık mekanik sürtünmeler, invertör üzerindeki termal verim kayıpları ve yardımcı sistemlerin güç tüketimi gibi durumlardan kaynaklanmıştır. Saha ölçümlerinden elde edilen % 19,31'lik enerji geri kazanım verimliliği, şehir içi dur-kalk operasyonlarında rejeneratif frenlemenin operasyonel menzile olan güçlü katkısını ortaya koymuştur. Bu aşamada, gerçek sürüş ile trapezlik sürüş çevrimi arasında % 2,62'lik bir hata payı gözlemlenmiştir. Bu sonuç, geliştirilen tek boyutlu (1D) araç dinamiği modelinin yüksek doğruluğunu ve gelecekteki optimizasyon çalışmaları için güvenilirliğini teyit etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Elektrikli otobüs, Rejeneratif frenleme, CAN verileri, Araç dinamiği, Rejeneratif frenleme kazanımı, Trapezlik sürüş çevrimi

1. INTRODUCTION

Due to population growth, the intensive use of urban public transportation is increasing greenhouse gas emissions in the atmosphere. It is reported that 23 % of greenhouse gas emissions originate from the transportation sector, and this is linked to excessive fossil fuel use (Lee et al. 2023). The reason for the shift towards electric vehicles is to minimize fossil fuel use. In this context, in 2014, the Dutch Ministry of Infrastructure and Environment signed a

Green Agreement with the "Zero Emission Bus Provider" (STS), aiming to make Dutch public transport buses completely zero-emission by 2025 and envisaging a transition period between 2015 and 2025 (Wevers, 2014). During this transition period between 2015 and 2025, public transport vehicles have been compared with other alternative vehicles and their characteristics have been analyzed (Van Goethem et al. 2013; Wikström, 2015).

Many studies are being conducted to increase the range of electric vehicles, which remains a critical issue. Regenerative braking is one of these studies. Regenerative braking is a braking system that makes it possible to recover the kinetic energy generated during braking and convert this energy into electrical energy, storing it in batteries. The energy recovered during braking or deceleration, which is used to recharge the battery, represents a significant advantage in urban public transport vehicles that frequently stop and start. The amount of energy recovered during this process depends on several parameters, including vehicle speed, mass, braking profile, road gradient, and battery condition.

2. REGENERATIVE BRAKING

Typically, a car's braking system relies on hydraulic brake technology. However, this traditional braking method consumes a significant amount of energy, ranging from 30% to 50%. In regenerative braking, the kinetic energy that would be lost during stopping and deceleration is converted back into electrical energy and stored in the vehicle's battery or auxiliary storage devices. With regenerative braking, energy recovery ranges from 8% to 25%. This recovered energy is utilized to aid vehicle acceleration or power assist systems.

This simultaneously increases energy efficiency and reduces wear on conventional brake components (Van Goethem et al. 2013; Bajerlein, 2014; Pan et al. 2016). In a regenerative braking system, the brake controller is the most important component, controlling the overall operation of the motor. The functions of the brake controller include monitoring wheel speed, calculating torque, rotational force, and the generated electricity to be fed back into the batteries. During braking, the brake controller redirects the electricity generated by the motor to batteries or capacitors.

Furthermore, since it depends on the frequency and intensity of acceleration and deceleration, the performance of this system is directly dependent on the route and driving characteristics, road gradient, planned number of stops, distance between stops, and driving style. These characteristics affect acceleration oscillations and, consequently, the amount of energy recovered through braking (Chen et al. 2004; Omae et al. 2004; Wikström, 2015; Mišanović, 2015; Eufrásio et al. 2023).

The primary goal of regenerative braking is to increase driving range through energy recovery. Regenerative braking can be performed using various methods: by applying the brake pedal, releasing the accelerator, or by using the retarder lever.

3. MATERIAL AND METHOD

This study compares the actual regenerative gain obtained from CAN (Controller Area Network) recordings of a vehicle with the regenerative gain obtained from driving cycle simulations performed in the Matlab/Simulink environment. The data obtained have been analyzed to produce numerical outputs for the comparison.

3.1. Real Field Testing Infrastructure and Vehicle Parameters

The actual field tests have been carried out on a 12-meter-long electric city bus. The vehicle's drive architecture is shown in Figure 1. This architecture includes two asynchronous motors integrated onto the rear axle wheels, each controlled by an independent drive (inverter).

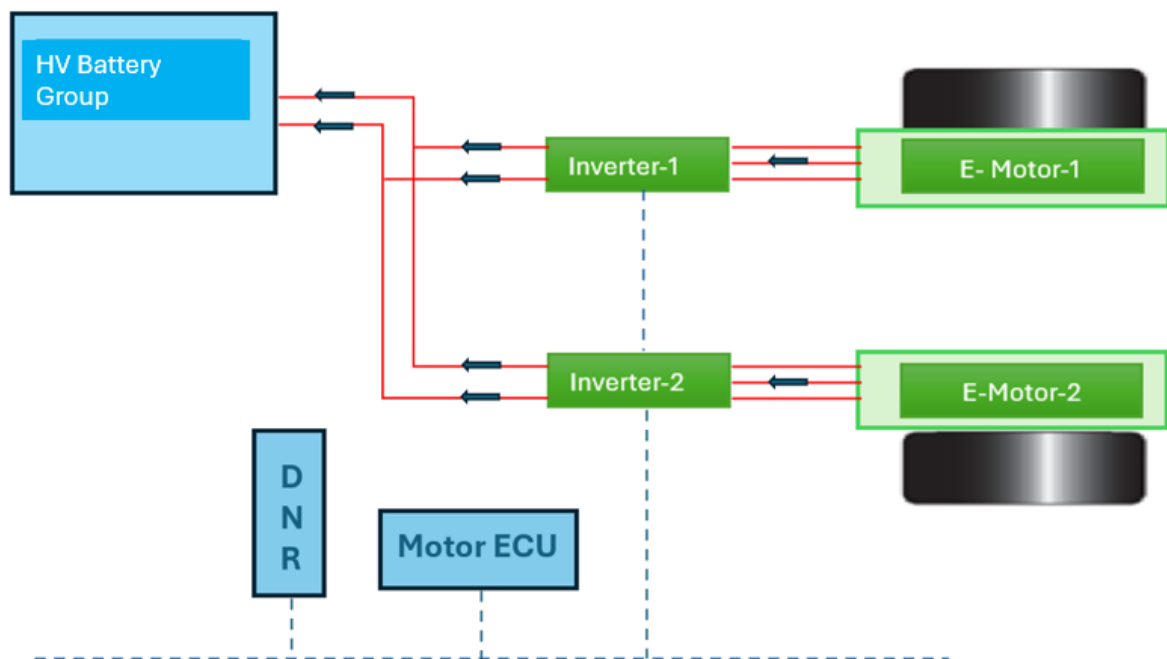


Figure 1. Vehicle Regenerative Flow Diagram

The specifications for the engine and drivetrain, inverter capacity, and energy storage system are given below.

- **Engine and drivetrain:** The drive system consists of two electric motors with a total nominal power of 174 kW. The motor power is transmitted to the wheels via an integrated two-stage reduction gearbox (gear ratio, $i = 22.66$). The system can reach a maximum motor speed of 10.300 RPM.

- **Motor driver (inverter) capacity:** The high-voltage inverter, operating in the 350 – 750 V DC voltage range, has an input current capacity of 500 A. The motor driver, with a continuous phase current of 250 A RMS, can briefly reach up to 340 A RMS for high instantaneous torque demands such as acceleration.
- **Energy storage system:** The vehicle utilizes a 650 V nominal DC high-voltage architecture. The energy storage unit is a liquid-cooled lithium-ion battery pack with a 168S2P cell configuration and a capacity of 54 kWh. Operating at a nominal voltage of 613.2 V, the battery system allows for a charging current of 88 A and a discharging current of 132 A under standard operation.

In the regenerative flow diagram given in Figure 1, the three-phase alternating current (AC) obtained from the motors is converted to direct current (DC) via inverters and regulated to a suitable voltage level for charging the battery. The Battery Management System (BMS) has limited the maximum feedback current during regenerative braking to 264 A for a period of 10 seconds.

In this study, as part of the data collection and testing procedure, field tests have been conducted on a flat route with a 0 % gradient, following a specially defined trapezoidal speed profile, and the same cycle has been repeated twice consecutively for verification purposes. The Vector VN1610 device and CAN analyzer software have been used to collect and analyze vehicle data during the test process performed in this study.

The following parameters have been recorded via the CAN-BUS communication line on the vehicle using a high sampling frequency.

- Vehicle speed
- Battery instantaneous voltage and current
- Gas and brake pedal positions
- State of charge (SoC)

Since the amount of regenerative energy from the vehicle's CAN network cannot be read directly as a signal, the amount of energy recovered (E_{regen}) is expressed as given in equation (1) depending on the battery voltage (V_{bat}) and battery charging current (I_{bat}) recorded during the cycle.

$$E_{\text{regen}} = \int_{t_1}^{t_2} V_{\text{bat}}(t) I_{\text{bat}}(t) dt \quad (1)$$

The amount of energy recovered during driving is found using equation (1).

3.2. Simulation Infrastructure and Vehicle Model

In the simulation phase of the study, the longitudinal dynamics and energy flow of the 12-meter electric bus used in real field tests have been modeled in the Matlab/Simulink environment. The developed 1D vehicle model consists of vehicle dynamics, electric motor, battery, and energy/SoC calculation subsystems. The trapezoidal velocity profile applied in the tests has been assigned as the reference driving cycle in the Simulink environment, and the vehicle has been enabled to follow this profile with high precision using a PID controller.

3.2.1. Vehicle Dynamics Subsystem

The longitudinal dynamics of the electric bus have been modeled by considering the force balance in the direction of motion of the vehicle. The net thrust force (F_{tr}) that must be produced at the wheels to overcome the total drag force acting on the vehicle and to achieve the desired acceleration is given in equation (2).

$$F_{tr} = F_{hd} + F_{td} + F_{yd} + ma \quad (2)$$

The parameters given in Equation (2) are stated below.

- **Thrust force (F_{tr}):** It is the traction force produced in the wheels. It is computed using the equation $F_{tr} = \frac{T_i}{r_t}$. In the equation T is the engine torque, i is the total gear ratio (22.66), r_t is the wheel rolling radius, respectively.
- **Aerodynamic drag force (F_{hd}):** This is the resistance force created by the air. This force, which becomes dominant at high speeds, is computed using the formula $F_{hd} = \frac{1}{2} \rho C_d A V^2$. In the equation, ρ is the air density, C_d is the drag coefficient, A is the frontal surface area, and V is the vehicle speed, respectively.
- **Rolling resistance force (F_{td}):** This is the resistance resulting from tire deformation and road contact. It is expressed as $F_{td} = mgf \cos \theta$ where m is the mass, g is the acceleration due to gravity, f is the rolling resistance coefficient, and θ is the road incline.
- **Incline resistance (F_{yd}):** The force resulting from the slope of the road is defined as $F_{td} = mg \sin \theta$. Since the tests in this study have been conducted on a straight route, $\theta = 0$ has been taken.

- **Inertial force (m. a):** According to Newton's second law of motion, this is the force required for the vehicle to accelerate (a).

3.2.2. Electric Motor Subsystem

The electric motor subsystem calculates the instantaneous mechanical power according to the torque demand from the driver. The instantaneous mechanical power of the two asynchronous motors integrated into the rear axle (F_m) is expressed as $F_m = T.W$. In the equation, T is the torque and W is the angular velocity. Two-dimensional efficiency maps (2D look-up tables) depending on engine torque and speed have been employed in the simulation model to represent the thermal and mechanical conversion losses that occur under real operating conditions. This approach allows the instantaneous efficiency changes in both the traction and regenerative operating regions of the engine to be included in the model.

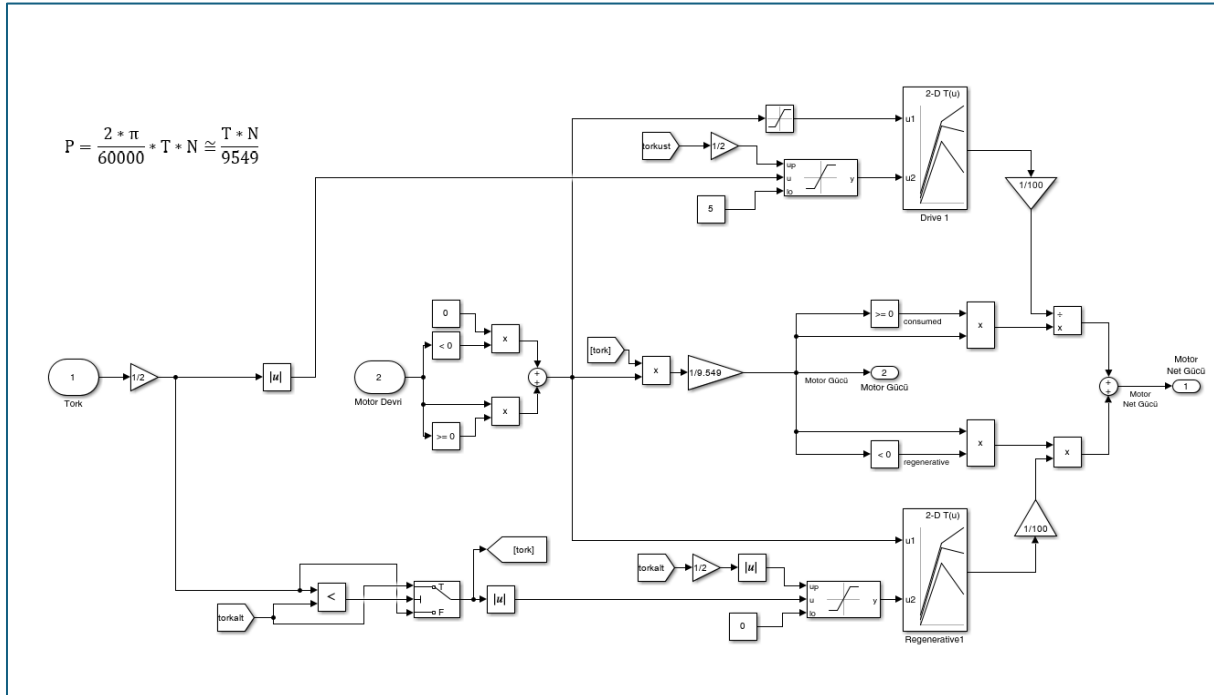


Figure 2. Electric Motor Model

The battery subsystem utilized in the simulation is shown in Figure 2. In this system, it is determined whether the system will operate in energy consumption mode or energy recovery (regenerative) mode depending on the sign and magnitude of the torque value transmitted from the motor. In the case of positive torque, energy is drawn from the battery, while in the case of negative torque, the motor switches to generator mode and the recovered energy is transferred to the battery. This structure allows the direction of energy flow to be modeled in accordance with the physical system, contributing to more consistent simulation results with real field data.

- **Traction Mode (Positive Torque, $T > 0$):** The effective electric power drawn from the battery and transmitted to the wheels is found by dividing the product of the torque T and angular velocity W by the driving efficiency, as given in equation (3).

$$F_{\text{electric,drive}} = \frac{TW}{n_{\text{motor,drive}}} \quad (3)$$

- **Regenerative Braking Mode (Negative Torque, $T < 0$):** When the motor is operating in the regenerative zone, the mechanical energy obtained is converted into electrical energy and transferred to the battery. The net generator power in this conversion is expressed in equation (4).

$$F_{\text{electric,traction}} = TWn_{\text{motor,regen}} \quad (4)$$

3.2.3. Battery Subsystem

The liquid-cooled, 54 kWh capacity battery pack with a nominal voltage of 613.2 V is modeled to provide the necessary electrical power for traction motors and auxiliary loads (P_{aux}) while also considering internal resistance losses.

The instantaneous battery current (I_{bat}), open circuit voltage (V_{ocv}) and internal resistance (R_{int}) parameters are calculated using equation (5). This subsystem combines the power draw of auxiliary systems and motor demands to simulate instantaneous drops in battery terminal voltage with high accuracy.

$$I_{\text{bat}} = \frac{V_{\text{ocv}} - \sqrt{V_{\text{ocv}}^2 - 4R_{\text{int}}(P_{\text{em}} + P_{\text{ac}})}}{2R_{\text{int}}} \quad (5)$$

3.2.4. SoC and Energy Recovery Subsystem

State of charge (or battery charge rate - SoC) is computed continuously by integrating the incoming and outgoing currents of the battery over time (Coulomb Counting Method). The computation of the SoC is performed using equation (6).

$$\text{SoC}(t) = \text{SoC}(0) - \int_0^t \frac{I_{\text{bat}}(\tau)}{C_{\text{bat}}} d\tau \quad (6)$$

The regeneration rate is expressed as the ratio of the energy fed back to the battery during the braking phase (E_{regen}) to the total energy consumed from the grid throughout the cycle (E_{consumed}). The regeneration rate is given in equation (7).

$$\text{Regeneration ratio (\%)} = \left(\frac{\int P_{\text{regen}} dt}{\int P_{\text{consumed}} dt} \right) \cdot 100 \quad (7)$$

Using this equation, the energy recovery efficiency of the system in stop-start scenarios under trapezoidal loop has been computed as 21.86 %.

4. FINDINGS AND DISCUSSION

In this study, the regenerative braking performance of a 12-meter electric city bus in a specific trapezoidal driving cycle has been investigated using both field telemetry and the Matlab/Simulink environment, and the obtained results have been evaluated comparatively. Graphs relating to speed and recovery rate are shown in Figures 3 and 4, respectively.

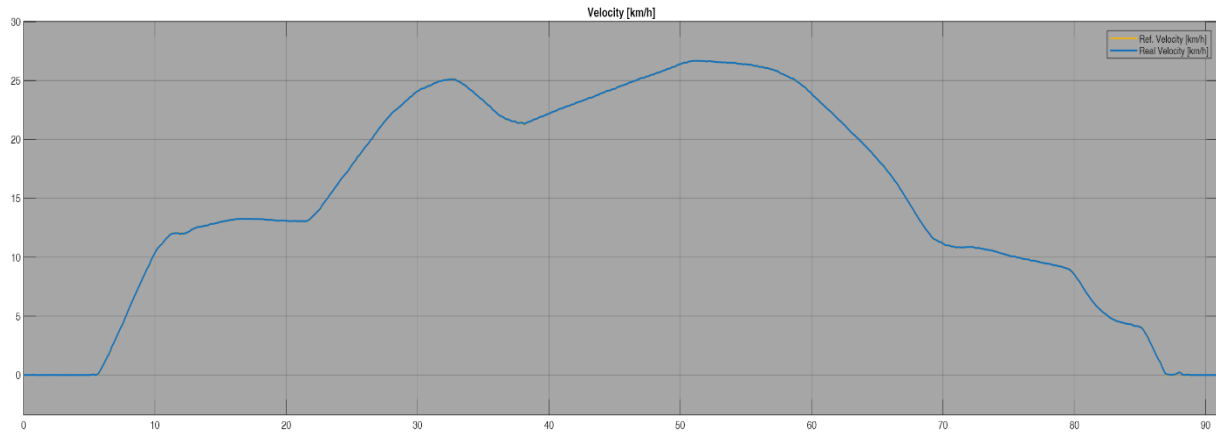


Figure 3. Speed-Time Graph

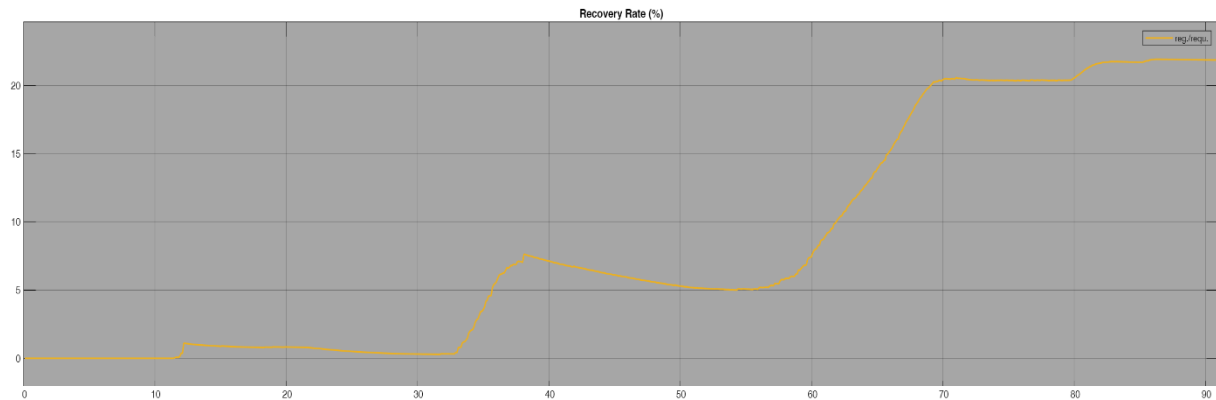


Figure 4. Recovery Rate-Time Graph

The speed-time tracking and the resulting instantaneous recovery rate development obtained from the simulation model have been analyzed through real-time graphs. The speed cycle

obtained from the CAN data is given in Figure 5. As can be seen from Figure 5, in the first 30 seconds of the cycle (acceleration phase), the vehicle's speed gradually increases to 27 km/h, and during this process, the system completely draws energy from the grid (recovery is 0 %). Starting at the 60th second of the cycle, during the deceleration (braking) phase, the vehicle's kinetic energy begins to be recovered via the electric motors (PMSM), and the "Recovery/Expenditure" curve in the graph takes a sharp upward turn. When the vehicle comes to a complete stop (approximately at the 90th second), the cumulative regenerative energy recovery curve reaches its peak and stabilizes.

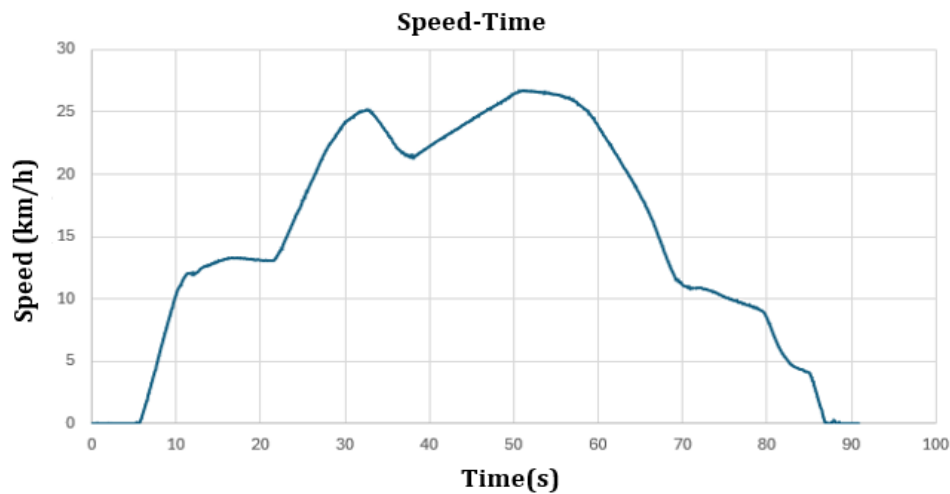


Figure 5. Vehicle Speed Cycle

5. CONCLUSION

The energy recovery rate has been compared between the simulation output and real-time CAN data obtained from the vehicle. The corresponding data is given in Table 2.

Table 2. Comparison of Energy Recovery Rates

Data Source	Cycle Time (s)	Total Vehicle Mass (kg)	Recovery Rate (%)
Simulation model data	90	12500	21.86
Real field data	90	12500	19.31
Deviation	-	-	2.62

Based on ideal conditions and efficiency maps in the simulation environment, the theoretical limit has been found to be 21.86 %. When the same driving cycle has been applied in a physical environment, this rate has been measured as 19.31 %. This 2.62 % discrepancy between the theoretical model and the actual field data is explained by instantaneous mechanical losses in

the drivetrain during actual testing, thermal efficiency drops on the inverter, and dynamic power fluctuations caused by auxiliary systems on the vehicle. The low deviation of 2.62 % proves that the established model can be used as a reliable tool in hardware sizing and range optimization studies.

REFERENCES

1. Bajerlein, M., & Rymaniak, L. (2014). The reduction of fuel consumption on the example of ecological hybrid buses. *Applied Mechanics and Materials*, 518, 96-101.
2. Chen, Y., Chen, Q., & Huang, Y. (2004). Simulation of Electrically Powered Hydraulic Steering System in Electric Vehicles. *Journal of Asian Electric Vehicles*, 2(1), 511-515.
3. Eufrásio, A. B. R., Daniel, J., & Delgado, O. (2023). Operational analysis of battery electric buses in São Paulo. *The International Council on Clean Transportation*: Washington, USA.
4. Lee, H., Calvin, K., Dasgupta, D., Krinner, G., Mukherji, A., Thorne, P., ... & Park, Y. (2023). IPCC, 2023: Climate change 2023: Synthesis report, summary for policymakers. Contribution of working groups I, II and III to the sixth assessment report of the intergovernmental panel on climate change [core writing team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland (pp. 1-34). Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).
5. Mišanović, S., & Spasojević, V. (2015). Measurement of the Fuel Consumption of Buses for Public Transport by the Methodology "SORT" (Standardised On-Road Test Cycles). *Int. J. Veh. Mech. Engines Transp. Syst.*, 41(2).
6. Omae, M., Hashimoto, N. A. O. H. I. S. A., Sugamoto, T., & Shimizu, H. I. R. O. S. H. I. (2004). Evaluation of Driver's Reaction Time to Failure of Lateral Controller at Automatic Driving. In *Proceedings of International Symposium on Advanced Vehicle Control* (Vol. 2004), pp. 157-162.
7. Pan, C., Chen, L., Chen, L., Jiang, H., Li, Z., & Wang, S. (2016). Research on motor rotational speed measurement in regenerative braking system of electric vehicle. *Mechanical Systems and Signal Processing*, 66, 829-839.
8. Van Goethem, S., Koornneef, G. J., Spronkmans, S., & Hable, A. (2013). Performance of battery electric buses in practice: Energy consumption and range. TNO: s-Gravenhage, The Netherlands.
9. Wevers, M. (2014). Assessment of climate change policies in the context of the European Semester.
10. Wikström, M. (2015). Electric vehicles in action. Doctoral dissertation, KTH Royal Institute of Technology.

PYTORCH APPLICATION ON ELECTRONIC BAND STRUCTURE WITH USING CAUCHY AND SINUS ACTIVATION FUNCTIONS

Azra YÜKSEL

Buca Radikal Anatolian High School

ORCID: 0009-0009-7305-8100

Eylül SIĞAK

Buca Radikal Anatolian High School

ORCID: 0009-0004-1219-8920

İrem KÖSTEKLİ

Buca Radikal Anatolian High School

ORCID: 0009-0005-6675-4053

Dr. Hamdi DAĞISTANLI

Buca Radikal Anatolian High School

ORCID: 0000-0002-9845-9156

ABSTRACT

In this work, we apply the PyTorch deep learning framework to investigate strain-dependent electronic properties of the WSe₂ monolayer, with a particular focus on valence band maximum (VBM) and conduction band minimum (CBM) behaviors. Mechanical strains between –15% and +15% were introduced, revealing a wide tunability in band gaps, including semimetallic states at +12% and –13% and metallic transitions beyond these points. To analyze the statistical structure of the dataset, Kernel Density Estimation (KDE) and scatter-based outlier detection were performed. VBM and CBM values exhibited smooth unimodal distributions, while target-VBM and target-CBM displayed mild bimodal characteristics, indicating the presence of multiple electronic regimes under strain.

Four activation functions—ReLU, LeakyReLU, sinusoidal, and Cauchy—were implemented to train regression models predicting target VBM and CBM values. The performance comparison shows that **ReLU provides the highest accuracy for the VBM predictions ($R^2 = 0.99959$)**, exhibiting near-perfect alignment with target values. For CBM predictions, **LeakyReLU emerges as the best-performing activation function ($R^2 = 0.99947$)**, outperforming standard ReLU by a small margin. The sinusoidal and Cauchy activations, while still highly accurate ($R^2 > 0.996$), showed slightly larger deviations and broader scatter, particularly in mid-range energy values.

Overall, the results demonstrate that PyTorch-based neural networks can effectively learn and reproduce strain-dependent band-edge characteristics of WSe₂ with exceptionally high precision.

The study also identifies **ReLU and LeakyReLU as the most reliable activation functions** for modeling VBM and CBM behavior, respectively, offering a robust machine-learning approach for probing semimetallic and metallic transitions in condensed matter systems.

The numerical calculations reported in this paper were fully performed at TUBITAK ULAKBIM, High Performance and Grid Computing Center (TRUBA resources)

CARBON FOOTPRINT ASSESSMENT IN TEXTILE MANUFACTURING PROCESSES

Sena ATAŞ

Yildiz Technical University, Faculty of Civil Engineering, Department of Environmental Engineering,
34220, Istanbul, Türkiye

ORCID: 0009-0004-3541-2993

Tuba BUDAK

TUBITAK Marmara Research Center, Gebze, Kocaeli, Türkiye

ORCID: 0000-0002-7951-2521

Emine CAN GÜVEN

Yildiz Technical University, Faculty of Civil Engineering, Department of Environmental Engineering,
34220, Istanbul, Türkiye

ORCID: 0000-0002-3540-3235

ABSTRACT

Greenhouse gas emissions, which are mainly caused by energy production and consumption, especially the use of fossil fuels, are one of the main sources of environmental problems. Industries that consume significant amount of energy and natural resources are more likely to have an impact on the environment. The textile industry is one of the sectors with a considerable environmental impact. The textile production uses high amount of energy, water, and chemicals, which puts pressure on the environment. Carbon footprint calculations are one of the most important tools for determining environmental impacts. In this context, the aim of this study is to examine the carbon footprint of production activities in the textile sector in light of the literature, to analyze process-oriented results. Research in the literature shows that the carbon footprint in the textile industry largely originates from energy use and wet processes such as yarn production, fabric preparation, dyeing, printing, and finishing. In the studies examined, it was determined that electricity use is the main element of Scope 2 emissions, and Scope 3 data, which includes indirect emissions such as the supply chain, can have the highest share in total emissions. Accordingly, process optimization, energy efficiency practices, waste heat recovery, and renewable energy investments stand out as the most effective emission reduction strategies. However, the scarcity of comprehensive and process-oriented carbon footprint studies in Türkiye highlights the need for sector-specific data acquisition and applied research.

Keywords: Carbon Emissions, Carbon Footprint, Greenhouse Gases, Textile Industry

INTRODUCTION

Industrialization, population growth, and consumption patterns are leading to significant environmental problems on a global scale. Greenhouse gases released into the atmosphere as a

result of energy consumption and production activities, particularly the use of fossil fuels, are among the primary causes of global climate change. To prevent environmental problems, greenhouse gas emissions must be reduced, and sustainable production approaches must be adopted (Işık, 2023).

The industrial sector is responsible for a high amount of greenhouse gas emissions. The textile industry, which uses much energy and natural resources, is one of the most environmentally damaging industries. The textile industry has a high carbon footprint because of the emissions that happen during production processes. The use of water, energy, and chemicals in textile production has a high impact on the environment. During dyeing, finishing, washing, and drying, a substantial amount of energy is used, which causes high greenhouse gas emissions (Deniz Demir, 2024). Carbon footprint calculations are important to measure and reduce emissions in the textile industry.

Carbon footprint is a way to measure the environmental impact of greenhouse gas emissions that are released directly or indirectly into the air as carbon dioxide equivalent. There are many studies in the literature about the carbon footprint calculation in the textile industry. These studies generally investigate the effect of various industrial stages, such as fabric or yarn, textile dyeing, and clothing production, on the carbon footprint and suggest ways to decrease emissions. These studies reveal that energy consumption and production play a decisive role in determining the carbon footprint in textile production processes (Ölmez, 2025).

The aim of this study is to examine the carbon footprint of production activities in the textile sector in light of existing research in the literature, to analyze the process-oriented results, and to evaluate improvement suggestions for reducing emissions.

THEORETICAL BACKGROUND

Textile Sector

The textile industry is considered one of the sectors that has a significant impact on the environment due to excessive water, energy, and chemical consumption in its production stages. In particular, dyeing, finishing, and washing stages increase the sector's negative environmental impact. For this reason, businesses operating in the textile sector are increasingly developing strategies to reduce their environmental impact and adopting a sustainable production approach (Islam, 2024).

Environmental awareness means that businesses use eco-friendly methods and management practices to reduce their effect on the environment during production. In the textile industry, practices such as increasing water and energy efficiency, reducing chemical use, improving

waste management practices, and expanding recycling activities are essential for environmental awareness. These practices contribute to the protection of natural resources and help businesses adapt to sustainable production processes (Özdemir, 2024).

In recent years, the increase in the number and importance of sustainability policies in the textile sector has been driven by increased environmental awareness, consumer expectations, and international environmental regulations. The most important issues for the textile sector are the circular economy approach, sustainable production, and the reduction of carbon emissions. Companies are starting many different initiatives to reduce their environmental impacts. Publishing sustainability reports is one of them. Alternatively, they are implementing environmental management systems and are acting more environmentally friendly (Ağraş & Çetinkaya, 2023).

Carbon Footprint in the Textile Sector

The textile industry has a complex production process involving many physical and chemical processes, from raw material supply to the final product reaching the consumer. These production processes, due to high electrical and thermal energy requirements as well as water and chemical use, can lead to significant direct and indirect greenhouse gas emissions. Identifying and calculating emissions from production processes in the textile sector in terms of carbon dioxide equivalent is of great importance for determining carbon footprint, considering it is an industry that attracts attention in terms of environmental impacts and especially greenhouse gas emissions (Ağraş & Çetinkaya, 2023; Hasanbeigi, 2013).

Academic studies on the life cycle assessment of textile products reveal that the environmental impacts are not limited to raw materials or the production stage, but accumulate throughout the process chain. In particular, wet processes such as yarn production, fabric preparation, dyeing, printing, and finishing, which involve energy consumption and process emissions, are important stages that need to be controlled. While the steam boilers, dryers, and hot water systems used in these stages cause direct emissions based on the use of fossil fuels, indirect emissions related to electricity consumption constitute a significant portion of the total carbon footprint (Ağraş & Çetinkaya, 2023; Hasanbeigi, 2013).

Research that uses life cycle analysis shows that the carbon footprint of textile products changes based on the type of product and the used fiber, applied technologies, and energy source. For instance, making synthetic fibers takes a lot of energy, while natural fibers may have a lot of emissions from farming. Likewise, in locations utilizing outdated and ineffective machinery, energy consumption per unit of product increases, resulting in increased carbon emissions. The

results show that process optimization, energy efficiency applications, waste heat recovery, and the use of renewable energy are all important ways to reduce emissions (Işık, 2023).

The scarcity of process-oriented carbon footprint studies in Türkiye's textile sector makes it even more important to do thorough and useful research at the sector level. It is very important to look at the processes of fabric, yarn dyeing, printing, and apparel manufacturing separately to find out where emissions are highest and where improvements can be made. Research in this area will help businesses come up with ways to save energy and the whole industry come up with more environmentally friendly solutions (Öksüm, 2023).

RESULTS AND DISCUSSION

There are various studies on carbon footprint calculations in the textile industry. The literature shows that both process-based and enterprise-level carbon footprint determination methods are applied. Table 1 presents carbon footprint studies and their results in the textile sector.

Doğan (2019) analyzed the carbon footprint of a textile company, including fabric dyeing, yarn dyeing, printing, and apparel processes. The research examined production processes separately and found that electricity and steam consumption, particularly in dyeing and finishing processes, accounted for the largest share of total emissions. In the fabric dyeing unit, 58% of the carbon footprint is from Scope 3 emissions, 23% from Scope 2 emissions, and 19% from Scope 1 emissions. The carbon footprint released into the atmosphere from the fabric dyeing unit is 4.61 kgCO₂eq/kg product. In the yarn dyeing unit, 43% of the carbon footprint is from Scope 2 emissions, 41% from Scope 1 emissions, and 16% from Scope 3 emissions. The carbon footprint of the yarn dyeing unit is 2.22 kgCO₂eq/kg product. In the printing unit, 80% of the carbon footprint is from Scope 3 emissions, 14% from Scope 2 emissions, and 6% from Scope 1 emissions. The carbon footprint of the printing unit is 3.31 kgCO₂eq/kg product. In the apparel unit, 73% of the carbon footprint is from Scope 3 emissions, 14% from Scope 1 emissions, and 13% from Scope 2 emissions. The carbon footprint of the apparel manufacturing unit is 7.25 kgCO₂eq/kg product. It has been stated that energy use significantly increases the carbon footprint through indirect emissions (Doğan, 2019).

Table 1. Findings of the literature review on the textile sector in Türkiye

Place	Sector	Method	Findings	Reference
Not specified	A textile company specializing in fabric dyeing, yarn dyeing, printing, and apparel processes	Tier Method	- Fabric dyeing: 4.61 kgCO₂eq/kg product - Yarn dyeing: 2.22 kgCO₂eq/kg product - Printing unit: 3.31 kgCO₂eq/kg product - Apparel unit: 7.25 kgCO₂eq/kg product	Doğan, 2019
Bursa, Türkiye	Textile company specializing in outerwear	Tier Method	- Scope 1 total emissions: 3,474.41 tCO₂eq - Scope 2 total emissions: 3,876.15 tCO₂eq - Scope 3 total emissions: 37,369.17 tCO₂eq	Coşgun, 2023
Denizli, Türkiye	A textile company specializing in sizing, weaving, and apparel manufacturing processes	Tier Method	Total carbon footprint: 1.43 tCO ₂ eq/tons product	Işık, 2023
Istanbul, Türkiye	Three separate textile companies with printing, ready-made clothing, and dyeing-washing operations	Tier Method	- Printing company: 3,242.036 tCO₂eq/year - Ready-made clothing company: 3,059.25 tCO₂eq/year - Dyeing-washing company: 17,514.5 tCO₂eq/year	Öksüm, 2023
Tekirdağ, Türkiye	A textile company that manufactures textile products from leather	Tier Method	- Scope 1 total emissions: 2,505 tCO₂eq - Scope 2 total emissions: 1,404.02 tCO₂eq - Scope 3 total emissions: 550,90 tCO₂eq	Demir, 2025
Adana, Türkiye	A textile company that produces woven fabrics and apparel	Tier Method	- Scope 1 total emissions: 759.58 tCO₂eq - Scope 2 total emissions: 256.78 tCO₂eq - Scope 3 total emissions: 4,930.7 tCO₂eq	Ölmez, 2025
Sinop, Türkiye	A textile company that does contract manufacturing	Tier Method	Total carbon footprint: 484.748 tCO ₂ eq	Deniz Demir, 2024
Kayseri, Türkiye	Textile company specializing in home textiles	Tier Method	Corporate carbon footprint in decreasing order - Category 4: 45,226.95 tCO₂eq/year - Category 3: 2,422.84 tCO₂eq/year - Category 2: 1,329.08 tCO₂eq/year - Category 1: 1,183.54 tCO₂eq/year - Category 6: 324.80 tCO₂eq/year - Category 5: 164.56 tCO₂eq/year	Özdemir, 2024
Gaziantep, Türkiye	Textile company	CCaLC2 Carbon Footprint Calculator Tool	Total carbon footprint: 1,514.53 tons/year	Islam, 2024

Coşgun (2023) conducted a carbon footprint calculation for a company producing boutique woven fabrics for outerwear in the Bursa Organized Industrial Zone. For 2019, the total emission was 44,719.73 tons of CO₂eq. Scope 1 emissions totaled 3,474.41 tCO₂eq. Compared to the overall total emissions, Scope 1 emissions constituted 7.77% of the total emissions. Scope 2 emissions totaled 3,876.15 tCO₂eq, representing 8.67% of the total emissions. The company's Scope 3 emissions amounted to 37,369.17 tCO₂eq, accounting for 83.56% of its total emissions (Coşgun, 2023).

Işık (2023) calculated the carbon footprint of a textile factory producing textile products with sizing, weaving, and apparel production processes. The total carbon footprint was reported as 1.43 tCO₂eq/tons product. Scope 1 emissions were 0.038 tCO₂eq/tons product, Scope 2 emissions were 1.38 tCO₂eq/tons product, and Scope 3 emissions were 0.0071 tCO₂eq/tons product. In the study, suggestions were made for the factory to utilize renewable energy sources, implement energy efficiency measures, ensure planned operation of electrically powered machinery, plan the use of steam in the sizing process, and insulate the steam line against steam leaks (Işık, 2023).

Öksüm (2023) calculated the carbon footprint of three different companies operating in the textile sector in Istanbul, focusing on printing, ready-made clothing, and dyeing-washing. The study reported that the printing company emitted 3,242.036 tCO₂eq/year, the ready-made clothing company released 3,059.25 tCO₂eq/year, and the dyeing-washing company emitted 17,514.5 tCO₂eq/year. Suggestions were made to reduce carbon emissions by using green machinery and its modifications, renewable and low-emission technologies, and carbon capture and storage technologies (Öksüm, 2023).

Demir (2025) conducted a carbon footprint calculation for a company operating in Tekirdağ that manufactures textile products from leather. Scope 1 emissions were calculated as 2,505 tCO₂eq. This category includes emissions from fuel consumption within the plant, process-related emissions, gas leaks from refrigerants, fire extinguishers, etc., and fuel consumption by company vehicles within the scope of operations. Scope 2 emissions include indirect emissions resulting from the consumption of energy purchased from external sources, such as electricity and heat. Scope 2 emissions were calculated as 1,404.02 tCO₂eq. Scope 3 emissions represent indirect emissions and include emissions from the supply chain, transportation, business travel, and other related activities, and were reported as 550.90 tCO₂eq. A reduction of 721.55 tCO₂eq was projected with the solar power plant project. A reduction of 949.14 tCO₂eq is projected

with the replacement of a coal boiler with a natural gas boiler. A reduction of 17.73 tCO₂eq is projected with the waste heat project (Demir, 2025).

Ölmez (2025) calculated the carbon footprint of a textile company in Adana province that has production stages in weaving and apparel manufacturing. When the total CO₂ emissions in 2023 were examined, the values were found to be 759.58 tCO₂eq for Scope 1, 256.78 tCO₂eq for Scope 2, and 4,930.7 tCO₂eq for Scope 3. The total carbon footprint was calculated as 5,947.06 tons. The calculations showed that the emissions were ranked as Scope 3 (82.9%), Scope 1 (12.7%), and Scope 2 (4.3%), with a total emission amount of 5,947.06 tCO₂eq (Ölmez, 2025). Deniz Demir (2024) calculated the carbon footprint of a textile factory engaged in contract manufacturing in the Sinop Organized Industrial Zone. Analyzing facilities that perform sewing operations within the textile sector has shown that apparel manufacturing has a lower carbon footprint compared to other wet processes. However, it still constitutes a significant source of indirect emissions due to the use of electrically powered machinery. The total carbon footprint of the company was calculated as 484.748 tCO₂eq. As a result of these calculations, electricity consumption constitutes 62% of the total emissions, natural gas 21%, and company vehicles 17%, while water consumption and waste amounts have a negligible value (Deniz Demir, 2024).

Özdemir (2024) conducted a carbon footprint calculation for a textile company operating in the home textile sector in Kayseri. The research findings show that the company's total corporate carbon footprint is 50,651.78 tCO₂eq/year, of which 45,226.95 tCO₂eq/year (89.29%) consists of emissions from products and services used by the organization (Category 4). Next, in order, emissions are from transportation (Category 3) with 2,422.84 tCO₂eq/year (4.78%), imported energy (Category 2) with 1,329.08 tCO₂eq/year (2.62%), direct emissions (Category 1) with 1,183.54 tCO₂eq/year (2.34%), emissions from other sources (Category 6) with 324.80 tCO₂eq/year (0.64%), and from the use of the company's products (Category 5) with 164.56 tCO₂eq/year (0.32%) (Özdemir, 2024).

The research conducted by Islam (2024) calculated the carbon footprint of a textile company in Gaziantep. The CCaLC2 Carbon Footprint Calculator and Ecoinvent databases were used for calculation. The analysis showed that the factory's total carbon footprint is 1,514.53 tons/year. A large part of this, 1,369.65 tons/year, comes from raw materials, especially cotton and polypropylene fabrics (Islam, 2024).

CONCLUSION

Corporate and process-based literature research in the textile industry shows that a large amount of the sector's carbon footprint comes from energy consumption and wet processes such as yarn production, fabric preparation, dyeing, printing, and finishing. Direct emissions due to fossil fuel consumption in steam boilers and dryers used in these stages, and indirect emissions due to intensive electricity consumption, constitute a significant portion of the total environmental impact. According to the findings of the studies in the literature, Scope 3 emissions, which include the supply chain and raw materials, and Scope 2 emissions, which include purchased electricity, have the highest shares in the overall emission profiles. Although the carbon footprint of facilities that only perform apparel and sewing operations is lower compared to wet processes, it is observed that a considerable level of indirect emissions is still generated due to the use of electrically powered machinery. Based on the studies reviewed, the most effective improvement strategies for reducing the carbon footprint and environmental impact in the textile industry are energy efficiency applications, process optimization, reducing the number of textile processing steps to reduce water and energy consumption, and waste heat recovery projects. Furthermore, investments in renewable and low-emission energy sources such as solar systems, green machinery, and carbon capture and storage technologies have been shown to have an important effect in lowering carbon emissions. Finally, given the scarcity of process-oriented carbon footprint studies in Türkiye's textile industry, more sectoral and applied studies are required to identify where emissions are concentrated, develop energy efficiency strategies at the enterprise level, and develop more sustainable production approaches across the sector.

REFERENCES

- Ağraş S. & Çetinkaya F., 2023. "A Content Analysis of Environmental Sensitivity and Sustainability Policies in Textile Industry", *Journal of Economics, Business & Political Studies*, 10 (1), 26-48.
doi: 10.48064/equinox.1173118
- Coşgun G., 2023. "Carbon Footprint Calculation and Analysis in The Textile Industry", Bursa Uludağ University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Mechanical Engineering, Master of Science Thesis, Bursa.
- Demir A. S., 2025. "Carbon Footprint Calculation and Analysis in the Textile Sector", Yıldız Technical University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Energy Technologies, Master of Science Thesis, Istanbul.
- Deniz Demir D. N., 2024. "Calculation of Carbon Footprint in Facilities That Perform Sewing Activities in The Textile Industry", Ondokuz Mayıs University, Graduate Education Institute, Department of Environmental Engineering, Master of Science Thesis, Samsun.
- Doğan N. A., 2019. "Carbon Footprint Calculation of Fabric Dyeing, Yarn Dyeing, Printing and Confection Activities", Suleyman Demirel University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Environmental Engineering, Master of Science Thesis, Isparta.
- Hasanbeigi A., 2013. "Alternative and Emerging Technologies for an Energy-Efficient, Water-Efficient, and Low-Pollution Textile Industry", Technical Report, LBNL-6510E, USA,
<https://doi.org/10.2172/1164900>.

- Işık S., 2023. “Calculation of Carbon Footprint in Textile Industry”, Pamukkale University, Institute of Science, Department of Chemical Engineering, Master of Science Thesis, Denizli.
- İslam M., 2024. “Bir Tekstil Sektörü için Karbon Ayak İzi”, Çukurova University, Institute Of Natural and Applied Sciences, Department of Environmental Engineering, Master of Science Thesis, Adana.
- Öksüm S. N., 2023. “Determination of Carbon Footprint in Textile Industries”, Sivas Cumhuriyet University, Institute of Science, Department of Environmental Engineering, Master of Science Thesis, Sivas.
- Ölmez B., 2025. “Determination of the Carbon Footprint of a Fabric Production Facility and Improvement Suggestions”, Çukurova University, Institute Of Natural and Applied Sciences, Department of Environmental Engineering, Master of Science Thesis, Adana.
- Özdemir A., 2024. “Corporate Carbon Footprint in Industrial Facilities: A Textile Company Example”, Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Energy Systems Engineering, Master of Science Thesis, Kayseri.

ASSESSMENT OF CARBON FOOTPRINT EMISSIONS AT THE PROVINCIAL SCALE

Berna BEKDEMİR

Yildiz Technical University, Faculty of Civil Engineering, Department of Environmental Engineering,
34220, Istanbul, Türkiye

ORCID: 0009-0002-6306-2308

Emine CAN GÜVEN

Yildiz Technical University, Faculty of Civil Engineering, Department of Environmental Engineering,
34220, Istanbul, Türkiye

ORCID: 0000-0002-3540-3235

ABSTRACT

Increasing of greenhouse gas emissions due to fossil fuel usage, urbanization, industrialization, and increasing transport demand has made climate change one of the most significant environmental issues of our time. In this context, the quantitative determination of greenhouse gas emissions arising from human-induced processes such as energy consumption, fossil fuel use, transport activities, and waste management is of great importance for the development of feasible policies and strategies to combat climate change. In this study, a literature review was conducted on carbon footprint and emissions calculation studies carried out at the provincial level in Türkiye. The study evaluated the investigations, their methods, and the reported results. The studies examined indicate that emissions at the provincial level are predominantly calculated using IPCC Tier approaches. In addition, some studies included Scope 1, 2, and 3-based assessments or sectoral transport emission analyses. The results show that the main sources of emissions at the provincial level are road transportation, fossil fuel use, residential heating, and industrial activities. The degree of importance of these sources varies based on the population density, industrial activities, fuel consumption, and land cover properties. The number of vehicles and the use of diesel are the main causes of pollutants in many cities. Furthermore, cities with more forest cover and less industrial activity have lower net emissions. Studies that provide carbon footprint estimates at the provincial level can be used in the development of more effective climate management policies and understanding of emission patterns.

Keywords: Climate Change, Carbon Footprint, Fossil Fuel Consumption, Greenhouse Gases

INTRODUCTION

The relationship established with nature since humanity's existence has transformed into a process of increasing pressure and destruction on the environment, especially in the modern era. The acceleration of industrialization and economic growth targets has increased

dependence on fossil fuels and material resources, which has led to high carbon emissions, rising energy consumption, and serious ecological problems (Dong et al., 2024). Climate change is one of the most important environmental problems of the present time due to the global temperature rise caused by greenhouse gas emissions, especially carbon dioxide (CO₂) (Pires, 2019). Decreasing the release of greenhouse gases has become a global priority since the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) released its first evaluation report in 1990. Reducing carbon emissions and reaching carbon-neutral goals is a universal goal of the Kyoto Protocol, the United Nations Framework Convention on Climate Change, and numerous international climate meetings (Ali et al., 2018; Dong et al., 2024). An important aspect of establishing successful carbon mitigation plans is the reliable and comparable measurement of direct and indirect greenhouse gas emissions generated by human beings (Shi & Yin, 2021).

Increasing environmental risks on a global scale have made combating climate change a priority of international cooperation. Many countries have set long-term goals in this area by incorporating carbon emission reduction into their national plans (Kerem, 2022; Shi & Yin, 2021). One of the first institutional steps in these efforts was the international commitments made towards limiting greenhouse gases resulting from human activities through the Kyoto Protocol, adopted in 1997. The Paris Agreement marked an important turning point in global climate policies, establishing the common vision of the international community to keep the increase in average temperature below 2°C and to limit it as much as possible to 1.5°C (Paris Agreement, 2015). Within this framework, Türkiye has adopted the goal of reducing greenhouse gas emissions by up to 21% in the 2020–2030 period and has prioritized the development of policies supporting sustainable development (ÇŞİDB, 2024).

This study aims to examine, within the framework of a comprehensive literature review, research on carbon footprint emissions at the provincial level in Türkiye. In the study, the methods, scopes, and findings of emission analyses were evaluated comparatively.

THEORETICAL BACKGROUND

Climate Change

Climate change refers to permanent changes in temperature, precipitation, and other atmospheric conditions in a particular region over long periods of time. While natural factors such as storms, floods, and volcanic eruptions can influence this process, the increased use of fossil fuels and human-induced activities, especially in recent years, are among the main causes of climate change (Türkeş et al., 2000). The United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) defines climate change as changes in the climate system resulting from

human-induced activities that directly or indirectly affect the composition of the global atmosphere, in addition to natural climate variability observed over a comparable time period (UNFCCC, 1997). Carbon dioxide and methane are among the main greenhouse gases that cause climate change. These gases are the primary components of fossil fuels, and they are released into the atmosphere primarily as a result of burning these fuels to meet basic needs such as heating, transportation, and energy production (UN, 2022).

The Concept of Carbon Footprint

The concept of carbon footprint originates from the "ecological footprint" approach developed by William Rees and Mathis Wackernagel in the 1990s. This approach is defined as a natural accounting system for calculating the amount of biologically productive land necessary for an individual, community, or nation to sustain itself and absorb the waste generated by consumption activities (Wackernagel & Rees, 1998). Although various definitions have been provided by researchers from different disciplines in the literature, there is no single, generally accepted, and descriptive definition of carbon footprint (Matthews et al., 2008). In short, a carbon footprint is the quantitative expression of the total amount of carbon dioxide and other greenhouse gases released into the atmosphere by an individual, organization, or product within a specific period. Carbon footprint calculations are based on a comprehensive assessment process that takes into account various parameters such as distance traveled, energy consumption, fuel usage, and many others (Kulkarni, 2019).

In carbon footprint calculation, the aim is to quantitatively determine the direct or indirect greenhouse gas emissions resulting from processes such as electricity consumption, fuel use, transportation activities, and material consumption by individuals or organizations. Thus, data about these activities needs to be gathered systematically. Carbon footprint is usually measured in tons of CO₂ equivalent (tCO₂eq) and is found by multiplying the activity data by the emission factors (Equation 1).

$$CO_2 \text{ Emissions (tCO}_2\text{eq)} = \text{Activity data} \times \text{Emission factor} \quad (1)$$

RESULTS AND DISCUSSION

In recent years, numerous studies have examined the concept of carbon footprint at various scales within the literature. Table 1 shows a summary of the studies conducted in Türkiye on a provincial scale.

Atabey (2013) investigated climate change caused by global warming and how it might affect Diyarbakır by using the Tier approaches suggested by the IPCC. The study results demonstrate that CO₂ emissions rapidly increased in parallel with the rise in fuel consumption and that the transportation sector holds a significant share of anthropogenic emissions. In 2012, in road transportation, trucks accounted for 21% of CO₂ emissions, while gasoline-powered automobiles constituted 4.5%. The total share of gasoline, LPG, and diesel automobiles was calculated as 30%. Diyarbakır's total CO₂ emissions were found to be 1.7 million tons in 2010 and approximately 1.9 million tons in 2011 (Atabey, 2013).

Argun et al. (2019) calculated the carbon footprint of Konya, Selçuklu, for 2015 according to the IPCC tier approaches. The study results showed that in the Selçuklu district, emissions from housing account for the largest share of the carbon footprint at 56%. This is followed by energy use for transportation at 41%. The lowest source of emissions is solid waste at 3% (Argun et al., 2019).

In the study conducted by Civelekoğlu & Bıyık (2020), the carbon footprint originating from the road transport sector in Isparta was calculated based on CO₂ emissions. Tier 1 and Tier 2 approaches recommended by the IPCC were used in the emission calculations, and the emissions of road vehicles registered in Isparta between 2010 and 2016 were analysed. According to the Tier 1 method, the carbon footprint from road transport was 351.90 Gg in 2010, increasing by 34% to 471.84 Gg in 2016. Calculations using the Tier 2 method showed that the carbon footprint rose from 1,605 Gg in 2010 to 2,292 Gg in 2016, an increase of 43%. According to Tier 2 results, the carbon footprint of petrol cars increased by 23%, diesel cars by 48%, and LPG cars by 1% between 2010 and 2016. Furthermore, the carbon footprint increased by 48% for vehicle groups including minibuses, buses, and vans, and by 23% for motorcycles (Civelekoğlu & Bıyık, 2020).

Table 1. Carbon footprint emission studies at a provincial scale in Türkiye

City	Method	Results	Reference
Diyarbakır	IPCC Tier	Transportation is dominant. In 2011, CO ₂ emissions were 1.9 million tons.	Atabey, 2013
Konya-Selçuklu	IPCC Tier	Total carbon footprint in 2015 was 0.94 million tCO ₂ . 56% of total emissions originated from housing	Argun et al., 2019
Muğla	Road transport emissions analysis	Emissions increased between 2013 and 2018. Population and fuel consumption were the main factors.	Ayan, 2019
Isparta	IPCC Tier 1–2	Road transport emissions calculated by the Tier 1 and Tier 2 approaches increased by 34% and 43% between 2010 and 2016, respectively.	Civelekoğlu & Bıyık, 2020
Karabük	IPCC Tier 1	Industrial activities were dominant. CO ₂ emissions were 2.8, 2.3, and 7 M tons in 2017, 2018, and 2019, respectively.	Kocaman, 2020
Burdur	Scope 1, 2, and 3	Net emissions were under Türkiye's average, with per capita emissions of 3.62 tCO ₂ /year.	Kırbaş & Kocakulak, 2022
Ankara-Kahramankazan	IPCC Tier	51% of emissions were transport-related. The total carbon footprint in 2021 was 2,908.9 tCO ₂ eq.	Karakoç, 2022
Kayseri	IPCC Tier 1	Total emission was increased from 1,076.44 GgCO ₂ in 2010 to 1,797.68 GgCO ₂ in 2021, with a total increase of 67%.	İbik, 2024
Tunceli	IPCC Tier	Total CO ₂ emissions were 280.02 Gg. Low population, underdeveloped industry, and density of forests are the reasons for low emissions.	Erol, 2024

According to the research results conducted by Ayan (2019), the carbon footprint from road transport in Muğla showed a general upward trend between 2013 and 2018. One of the main reasons for this increase was the rise in transport vehicles and fuel consumption, parallel to population growth during the period under review. Increased fuel consumption has directly contributed to the rise in carbon emissions released into the atmosphere. To limit the increase in carbon emissions, it is recommended that electric and hybrid vehicles be promoted and that public transport be preferred (Ayan, 2019).

Kocaman (2020) calculated carbon emissions of Karabük using the IPCC Tier 1 method. According to the calculations of this study, the carbon emissions of Karabük were 2.8 M tons in 2017, 2.3 M tons in 2018, and 7 M tons in 2019. The results show that the provincial emission pattern is significantly affected by its heavily industry-based production foundation and that notable yearly variations can be seen (Kocaman, 2020).

Kırbaş & Kocakulak (2022) reported total emissions calculated for Burdur as 1,097,599.90 tCO₂, while per capita emissions were reported as 3.62 tons/year. When the absorption effect of forest/tree cover is taken into account, net emissions were shown to decrease to 538,437.21

tCO₂. It was emphasized that afforestation could significantly reduce net emissions (Kırbaş & Kocakulak, 2022).

Karakoç (2022) calculated greenhouse gas emissions from Kahramankazan Municipality services for 2020 and 2021 using the Tier methodology, covering electricity, natural gas, transport-related fuels, and water consumption. According to the findings, CO₂ emissions primarily originated from fuel consumption for transportation (51%), electricity (30%), and natural gas consumption (19%). According to calculations, Kahramankazan Municipality's overall carbon footprint increased from 2,775.5 tCO₂eq in 2020 to 2,908.9 tCO₂eq in 2021 (Karakoç, 2022).

İbik (2024) investigated the yearly change of greenhouse gas emissions from the transport sector in Kayseri. The findings show that an important factor influencing total emissions is the increase in fuel use, particularly when it comes to road transportation. The investigation additionally highlights that applying sustainable transportation practices and utilizing alternative fuels might considerably reduce the rise in emissions (İbik, 2024).

Erol (2024) evaluated carbon emissions from human activity in Tunceli using IPCC Tier methods. The research found that the primary source of transportation-related emissions was road transportation, particularly trucks. In 2022, Tunceli's total CO₂ emissions were 280.02 Gg, lower than Türkiye's average. This is because the city has a relatively small population, less industrial activity, and an abundance of forests (Erol, 2024).

CONCLUSION

In this study, carbon footprint research carried out at the province level in Türkiye was examined to determine the sectoral structure and geographical distribution of greenhouse gas emissions. The findings show that the quantity of transportation, the use of fossil fuels, processes, population, and land use all have an impact on emissions at the provincial level. Road transport is a major contributor to rising emissions in several provinces. The total carbon footprint is increasing due to increasing traffic and diesel fuel usage. On the other hand, it is known that in provinces with high industrial activity, emissions from production become more important. Based on this, each city should be evaluated individually for its unique emission profile. Another significant finding of the study is that the approaches employed in the literature varied greatly. The IPCC Tier techniques are the most popular methods for calculations. Some studies use the Scope 1, 2, and 3 frameworks to conduct assessments. This enriches the methodological content of the literature. However, it highlights the need for more standardized and comprehensive approaches to provide standard comparisons between cities. In addition,

forestation, sustainable transport policies, the use of alternative fuels, and energy efficiency measures are all important approaches for reducing emissions. Overall, province-based carbon footprint studies provide a basis for understanding local emission dynamics and helping local climate planning. Conducting these studies would help to establish mitigation policies and create local strategies based on the national climate targets.

REFERENCES

- Ali, Y., Pretaroli, R., Socci, C., & Severini, F. (2018). Carbon and water footprint accounts of Italy: A Multi-Region Input-Output approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 81, 1813-1824. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.277>
- Argun, M. E., Ergüç, R., & Sarı, Y. (2019). Konya/Selçuklu ilçesi karbon ayak izinin belirlenmesi. *Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7(2), 287-297.
- Atabey, T. (2013). The calculation of the carbon footprint: the city of Diyarbakir. Fırat University, Institute of Science, Master of Science Thesis.
- Ayan, N. (2019). Carbon footprint change of Muğla due to fuel consumption. Yıldız Technical University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Environmental Engineering, Master of Science Thesis.
- Civelekoğlu, G., & Bıyık, Y. (2020). Calculation of carbon footprint originated from highways in Isparta Province. *Bilge International Journal of Science and Technology Research*, 4(2), 78-87. <https://dergipark.org.tr/en/pub/bilgesci/issue/56891/608623>
- ÇŞİDB (2024). T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (Ministry of Environment, Urbanisation and Climate Change), Climate Change Mitigation Strategy and Action Plan (2024-2030).
- Dong, Q., Zhong, C., Geng, Y., Dong, F., Chen, W., & Zhang, Y. (2024). A bibliometric review of carbon footprint research. *Carbon Footprints*, 3, 3. <http://dx.doi.org/10.20517/cf.2023.45>
- Erol, M. (2024). Carbon Footprint and Sustainable Management of Water Resources: Tunceli Example. Munzur University, Institute of Graduate Education, Department of Civil Engineering, Master of Science Thesis.
- İbik, T. (2024). Sustainable development and greenhouse gas emissions resulting from transportation sector: Kayseri province example for 2010-2021. *International Journal of Management Economics and Business*, 20(4), 1103-1128. <https://doi.org/10.17130/ijmeh.1482252>
- Karakoç, A. (2022). Calculation of carbon footprint for local administration, scope of Kahramankazan municipality. Necmettin Erbakan University, The Graduate School of Natural and Applied Science, Department of Environmental Engineering, Master of Science Thesis.
- Kerem, A. (2022). Investigation of carbon footprint effect of renewable power plants regarding energy production: A case study of a city in Turkey. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 72(3), 294-307. <https://doi.org/10.1080/10962247.2022.2028690>
- Kırbaş, İ., & Kocakulak, T. (2022). Determination of Burdur Province carbon footprint. *Dokuz Eylül University Faculty of Engineering Journal of Science and Engineering*, 24(70), 317-327. <https://doi.org/10.21205/deufmd.2022247028>
- Kocaman, A. (2020). Determination of fossil fuel source carbon footprint in industrial city Karabük Province and the effect of forest assets on emission reduction. *Izlek Academical Journal*, 3, 44-55. <https://dergipark.org.tr/en/pub/izlek/article/796424>
- Kulkarni, S. D. (2019). A bottom up approach to evaluate the carbon footprints of a higher educational institute in India for sustainable existence. *Journal of Cleaner Production*, 231, 633-641. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.194>
- Matthews, H. S., Hendrickson, C. T., & Weber, C. L. (2008). The importance of carbon footprint estimation boundaries. *Environmental Science & Technology*, 42 (16), 5839-5842. <https://doi.org/10.1021/es703112w>
- Paris Agreement (2015) United Nations Framework Convention on Climate Change.

- Pires, J. C. M. (2019). Negative emissions technologies: a complementary solution for climate change mitigation. *Science of the total environment*, 672, 502-514.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.04.004>
- Shi, S., & Yin, J. (2021). Global research on carbon footprint: A scientometric review. *Environmental Impact Assessment Review*, 89, 106571. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2021.106571>
- Türkeş, M., Sümer, M. U., & Çetiner, G. (2000). Global climate change and its potential effects. United Nations Framework Convention on Climate Change Seminar Notes, (13 April 2016, Istanbul Chamber of Industry), 7–24. Ankara
- UN (2022). United Nations, Causes and effects of climate change
<https://www.un.org/en/climatechange/causes-and-effects-climate-change>.
- UNFCCC (1997). United Nations Framework Convention on Climate Change. The Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change. *American Journal of International Law* (Vol. 92, Number 2). <https://doi.org/10.2307/2998044>
- Wackernagel, M., & Rees, W. (1998). *Our ecological footprint: reducing human impact on the earth* (Vol. 9). New Society Publishers.

EMERGING PHYTOCHEMICAL-BASED NANOCARRIER SYSTEMS FOR ENHANCED PROSTATE CANCER TREATMENT

Tasawar IQBAL

ORCID ID: 0000-0002-5854-9069

Institute of Physiology and Pharmacology, University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan

Sidra ALTAF

ORCID ID: 0000-0001-7717-1375

Department Of Pharmacy, University Of Agriculture, Faisalabad, Pakistan

ABSTRACT

Despite substantial advances in prostate cancer therapy, conventional treatments remain limited by systemic toxicity, drug resistance, and suboptimal bioavailability. Emerging phytochemical-based nanocarrier systems offer a promising strategy to overcome these challenges by combining the potent anticancer activity of plant-derived compounds with the sophisticated delivery capabilities of nanotechnology. Phytochemicals such as curcumin, epigallocatechin-3-gallate (EGCG), resveratrol, and quercetin exhibit strong chemopreventive and cytotoxic effects but suffer from poor solubility, rapid metabolism, and low systemic stability. Nanocarriers, including polymeric nanoparticles, liposomes, solid lipid nanoparticles, and inorganic particles, can significantly improve the pharmacokinetic profile of these compounds by enhancing solubility, prolonging circulation time, and enabling tumor-targeted delivery via passive (EPR effect) or active (ligand-mediated) targeting. Preclinical studies demonstrate that nano-formulated phytochemicals promote apoptosis, inhibit proliferation, and reduce metastasis in prostate cancer models, while also synergizing with existing therapies like chemotherapy and radiation to increase treatment efficacy. Moreover, the use of plant-based agents in nanoparticle synthesis can reduce in vivo toxicity, as they often replace hazardous chemicals employed in conventional nanoparticle production. However, challenges remain, including scale-up manufacturing, long-term safety evaluation, and regulatory translation. Future directions involve optimization of targeted delivery systems (e.g., PSMA-ligand or pH-responsive nanocarriers), integrating artificial intelligence for design, and conducting well-designed clinical trials to validate efficacy and safety in human subjects. In summary, phytochemical-based nanocarrier systems represent a paradigm shift in prostate cancer treatment by enhancing therapeutic potency, reducing off-target toxicity, and providing a platform for precision-engineered delivery of natural anticancer agents.

Keywords: Prostate Cancer; Phytochemicals; Nanocarriers; Drug Delivery; Bioavailability; Targeted Therapy

LAURUS NOBILIS YAPRAK EKSTRAKTI ARACILIĞIYLA GÜMÜŞ NANOPARTİKÜLLERİN YEŞİL SENTEZİ: NİTROAROMATİKLERİN KATALİTİK İNDİRGENMESİ VE BOYA KİRLETİCİLERİNİN GİDERİLMESİ

Sibel EKEN KORKUT

Yildiz Technical University, Faculty Of Arts & Science, Department Of Chemistry,
34220 Esenler, İstanbul
ORCID: 0000-0001-9637-5541

ÖZET

Su ortamlarında bulunan nitroaromatik bileşikler ve sentetik boyalar, yüksek kimyasal kararlılıkları ve toksik etkileri nedeniyle önemli çevresel kirleticiler arasında yer almaktadır. Bu tür kirleticilerin giderimi için katalitik indirgeme reaksiyonları etkili yöntemlerden biri olarak kabul edilmektedir. Son yıllarda bitki ekstraktları kullanılarak gerçekleştirilen nanopartikül sentezi, çevre dostu ve sürdürülebilir bir yaklaşım olarak büyük ilgi görmektedir. Bu çalışmada *Laurus nobilis* (defne yaprağı) ekstraktı kullanılarak gümüş nanopartiküller (AgNPs) yeşil sentez yöntemi ile hazırlanmıştır. Bitki ekstraktında bulunan fenolik ve flavonoid bileşiklerin Ag^+ iyonlarının indirgenmesinde ve oluşan nanopartiküllerin stabilizasyonunda etkin rol oynadığı belirlenmiştir. Sentezlenen Ag nanopartiküllerin yapısal ve morfolojik özellikleri UV-Vis, FTIR, X-ışını kırınımı (XRD) ve taramalı elektron mikroskobu (SEM) teknikleri kullanılarak karakterize edilmiştir. UV-Vis spektrumunda yaklaşık 430 nm’de gözlenen yüzey plazmon rezonans bandı gümüş nanopartiküllerin oluşumunu doğrulamıştır. Biyosentezlenen AgNP’lerin katalitik performansı model kirletici olarak seçilen 4-nitrofenolün (4-NP) indirgenme reaksiyonunda incelenmiş ve yaklaşık %98 dönüşüm elde edilmiştir. Ayrıca katalitik sistemin performansı 4-NP, metil oranj (MO) ve metilen mavisi (MB) içeren üçlü kirletici sistemi üzerinde değerlendirilmiş ve katalizörün çok bileşenli sistemlerde de yüksek katalitik etkinlik gösterdiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Laurus nobilis*, yeşil sentez, gümüş nanopartiküller, katalitik indirgeme, boya kirleticileri

GREEN SYNTHESIS OF SILVER NANOPARTICLES VIA LAURUS NOBILIS LEAF EXTRACT: CATALYTIC REDUCTION OF NITROAROMATIC COMPOUNDS AND REMOVAL OF DYE POLLUTANTS

ABSTRACT

Nitroaromatic compounds and synthetic dyes present in aquatic environments are considered major environmental pollutants due to their high chemical stability and toxic effects. Catalytic reduction reactions have been widely recognized as efficient approaches for the removal of such

contaminants. In recent years, the synthesis of nanoparticles using plant extracts has attracted considerable attention as an environmentally friendly and sustainable strategy. In this study, silver nanoparticles (AgNPs) were synthesized via a green route using an aqueous extract of *Laurus nobilis* (bay leaf). The phytochemical compounds present in the plant extract, particularly phenolic and flavonoid components, played an important role in the reduction of Ag^+ ions and in the stabilization of the formed nanoparticles. The structural and morphological properties of the synthesized Ag nanoparticles were characterized by UV-Vis spectroscopy, FTIR spectroscopy, X-ray diffraction (XRD), and scanning electron microscopy (SEM). The appearance of a characteristic surface plasmon resonance band at approximately 430 nm in the UV-Vis spectrum confirmed the formation of silver nanoparticles. The catalytic performance of the biosynthesized Ag nanoparticles was evaluated using 4-nitrophenol (4-NP) as a model pollutant, achieving approximately 98% conversion within a short reaction time. Furthermore, the catalytic activity was also investigated in a ternary pollutant system containing 4-nitrophenol (4-NP), methyl orange (MO), and methylene blue (MB), demonstrating that the catalyst maintained high catalytic efficiency in multi-component systems.

Keywords: *Laurus nobilis*, green synthesis, silver nanoparticles, catalytic reduction, dye pollutants

1. INTRODUCTION

The contamination of aquatic environments by synthetic dyes has become a major environmental concern due to their extensive use in industries such as textile, leather, paper, pharmaceutical, plastic, and packaging production. Many dye molecules possess highly stable aromatic structures that render them resistant to natural degradation processes. Even at very low concentrations, these colored pollutants can significantly deteriorate water quality by reducing light penetration and introducing toxic or carcinogenic substances into aquatic ecosystems [1–3]. Most synthetic dyes consist of complex aromatic frameworks containing chromophoric groups responsible for their color and auxochromic groups that enhance their solubility in water. Due to their high chemical stability and structural complexity, the removal of dye pollutants using conventional treatment methods remains challenging.

Various techniques, including adsorption, membrane separation, ion exchange, biological treatment, electrochemical processes, and photocatalytic degradation, have been explored for wastewater remediation. However, these methods often suffer from limitations such as incomplete mineralization, generation of secondary pollutants, and high operational costs [4,5]. In addition to dye pollutants, nitroaromatic compounds represent another important class of

hazardous contaminants commonly found in industrial effluents. These compounds are widely used in the production of pharmaceuticals, pesticides, and explosives, and are known for their high toxicity and persistence in the environment. Therefore, the development of efficient and sustainable catalytic systems capable of transforming both dye pollutants and nitroaromatic compounds is of great importance for advanced water treatment applications [7].

In recent years, nanomaterials have attracted considerable attention as efficient catalytic systems for environmental remediation. Among various nanostructured materials, silver nanoparticles (AgNPs) have been extensively investigated due to their high surface area, remarkable surface reactivity, and excellent electron transfer capability. These unique properties make AgNPs highly effective catalysts for transformation and degradation processes involving organic pollutants [8,9].

Conventional synthesis routes for metal nanoparticles typically rely on chemical reducing agents and stabilizers that may pose environmental and health risks. To overcome these drawbacks, green synthesis approaches based on biological resources have emerged as environmentally benign alternatives. In plant-mediated nanoparticle synthesis, naturally occurring phytochemicals act simultaneously as reducing and stabilizing agents, enabling nanoparticle formation under mild and sustainable conditions without the use of hazardous chemicals [10,11]. *Laurus nobilis* leaves are rich in bioactive compounds such as phenolics, flavonoids, and terpenoids (e.g., eugenol, cineole, and quercetin), which can actively participate in redox processes and facilitate the stabilization of metal nanoparticles. These characteristics make bay leaf extract a promising candidate for the green synthesis of nanostructured catalytic materials.

Despite the growing number of studies on plant-mediated nanoparticle synthesis, most investigations have focused on single-pollutant systems and frequently rely on external reducing agents to achieve catalytic conversion. In contrast, studies addressing the simultaneous treatment of nitroaromatic compounds and multiple dye pollutants under green and reagent-free conditions remain limited. This gap highlights the need for multifunctional catalytic systems capable of operating efficiently in complex pollutant environments.

In this study, an aqueous extract of *Laurus nobilis* leaves was employed for the green synthesis of silver nanoparticles. The synthesized AgNPs were evaluated as efficient catalysts for the transformation of 4-nitrophenol (4-NP) and the removal of mixed dye pollutants, including methyl orange (MO) and methylene blue (MB). The present work aims to demonstrate a dual-function, plant-mediated catalytic system operating under mild conditions without the use of

external reducing agents, and to highlight the potential of biomass-derived nanomaterials as sustainable, cost-effective, and multifunctional catalysts for advanced wastewater treatment applications.

2. MATERIAL AND METHODS

Dried *Laurus nobilis* (bay leaf) leaves were obtained from a local herbal supplier. The leaves were thoroughly washed with distilled water to remove dust and surface impurities and then dried under ambient laboratory conditions. The dried plant material was ground into a fine powder and used for the preparation of the aqueous extract.

Silver nitrate (AgNO_3 , $\geq 99\%$) was used as the metal precursor for the synthesis of silver nanoparticles. Model organic pollutants, including 4-nitrophenol (4-NP, $\geq 99\%$), methyl orange (MO, $\geq 99\%$), and methylene blue (MB, $\geq 98\%$), were used as received without further purification. Deionized water was used for the preparation of all solutions.

The structural and chemical properties of the synthesized silver nanoparticles were characterized using Fourier-transform infrared spectroscopy (FT-IR), X-ray diffraction (XRD), and scanning electron microscopy (SEM). The catalytic performance of the synthesized nanoparticles was evaluated by UV-Vis spectroscopy.

2.1. Preparation of *Laurus nobilis* aqueous extract

Dried *Laurus nobilis* leaves were finely ground and sieved (100 mesh) to obtain a homogeneous plant powder. Approximately 10 g of the powder was mixed with 500 mL of deionized water in a conical flask and heated at 80 °C for 60 min under continuous magnetic stirring to extract bioactive phytochemical components.

After cooling to room temperature, the mixture was filtered to remove solid residues, yielding a clear aqueous extract. The obtained extract was stored at 4 °C and used as both a reducing and stabilizing agent in the subsequent green synthesis of silver nanoparticles.

2.2. Green synthesis of silver nanoparticles

Silver nanoparticles were synthesized using *Laurus nobilis* aqueous extract as both reducing and stabilizing agent. An aqueous silver nitrate solution was used as the metal precursor.

In a typical synthesis procedure, the plant extract was mixed with the silver nitrate solution in a fixed volumetric ratio and maintained at approximately 70 °C under continuous magnetic stirring for 60 min.

During the reaction, a gradual color change from pale yellow to dark brown was observed, indicating the formation of silver nanoparticles via phytochemical-mediated reduction of Ag^+ ions.

The resulting *Laurus nobilis* extract-stabilized silver nanoparticles were obtained as a stable colloidal suspension and stored at 4 °C for further use in catalytic experiments. For characterization purposes, a portion of the synthesized nanoparticles was separated by filtration, washed several times with deionized water, and dried. The remaining colloidal suspension was directly used in catalytic experiments without any purification step.

2.3. Catalytic studies

The synthesized silver nanoparticles were used directly as catalysts without any additional purification or separation step. The catalytic performance was first evaluated using 4-nitrophenol (4-NP) as a model pollutant.

In a typical experiment, 3.0 mL of an aqueous 4-NP solution (5×10^{-4} M) was placed in a quartz cuvette, and a defined volume of the nanoparticle dispersion was added to initiate the reaction. The process was monitored by UV-Vis spectroscopy through recording absorption spectra at regular time intervals.

The progress of the reaction was followed by monitoring the decrease in absorbance at 400 nm. Based on preliminary optimization studies, the addition of 20 μ L of the nanoparticle dispersion was selected as the optimal catalyst amount.

Under these conditions, the catalytic performance was further investigated using a ternary pollutant system containing 4-nitrophenol (4-NP), methyl orange (MO), and methylene blue (MB). The absorbance maxima at 400 nm (4-NP), 464 nm (MO), and 664 nm (MB) were monitored to evaluate the removal behavior of each pollutant.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Characterization of *Laurus nobilis* extract stabilized Ag nanoparticles

Silver nanoparticles synthesized using *Laurus nobilis* aqueous extract were separated from the reaction medium by filtration, thoroughly washed with distilled water to remove residual plant-derived species, and dried prior to characterization. The structural and physicochemical properties of the obtained nanoparticles were analyzed using UV-Vis spectroscopy, FT-IR, X-ray diffraction (XRD), and scanning electron microscopy (SEM).

The formation of Ag nanoparticles was initially confirmed by UV-Vis spectroscopy. The absorption spectrum exhibited a distinct surface plasmon resonance (SPR) band centered at approximately 430 nm, which is characteristic of silver nanoparticles. The presence of this band indicates the formation of metallic Ag⁰ nanoparticles and confirms the successful synthesis of nanosized silver particles in the presence of the *Laurus nobilis* extract. Similar SPR bands in

the range of 420–440 nm have been widely reported for plant-mediated synthesized Ag nanoparticles.

The FT-IR spectrum of the synthesized nanoparticles (Figure 1) provides insight into the functional groups involved in nanoparticle formation and stabilization. A broad absorption band at 3241 cm^{-1} is attributed to O–H stretching vibrations of hydroxyl groups associated with phenolic compounds. The bands observed at 2917 and 2853 cm^{-1} correspond to aliphatic C–H stretching vibrations. The peak at 1688 cm^{-1} is assigned to C=O stretching vibrations of carbonyl groups, while the bands at 1591, 1508, 1459, and 1432 cm^{-1} are attributed to aromatic C=C stretching, indicating the presence of phenolic and flavonoid constituents. Additionally, the peaks at 1166 and 1015 cm^{-1} correspond to C–O stretching vibrations of alcohol and phenolic groups.

These functional groups play a dual role in the synthesis process, facilitating the reduction of Ag^+ ions while simultaneously acting as capping agents that stabilize the nanoparticle surface and limit excessive aggregation.

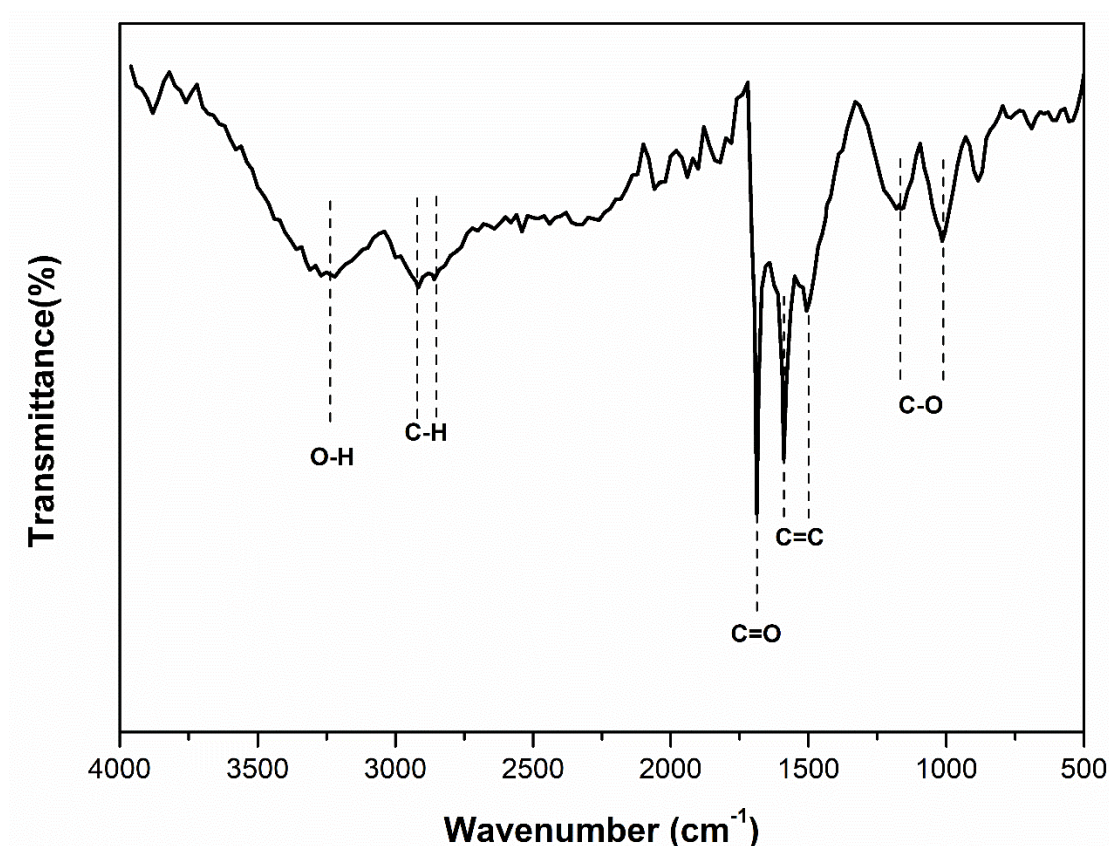


Figure 1. FT-IR spectrum of *Laurus nobilis* extract-stabilized Ag nanoparticles, showing characteristic functional groups associated with phytochemicals involved in nanoparticle formation and stabilization

The crystalline structure of the synthesized nanoparticles was further investigated by XRD analysis (Figure 2). The diffraction pattern exhibited distinct peaks at 2θ values of 38.12° , 44.30° , 64.45° , and 77.41° , corresponding to the (111), (200), (220), and (311) crystallographic planes of face-centered cubic (fcc) silver, respectively. These results are in good agreement with standard diffraction data (JCPDS No. 04-0783), confirming the successful formation of crystalline Ag nanoparticles. The sharp and well-defined diffraction peaks indicate a high degree of crystallinity of the synthesized nanoparticles. No additional impurity peaks were observed, suggesting the purity of the obtained metallic silver phase

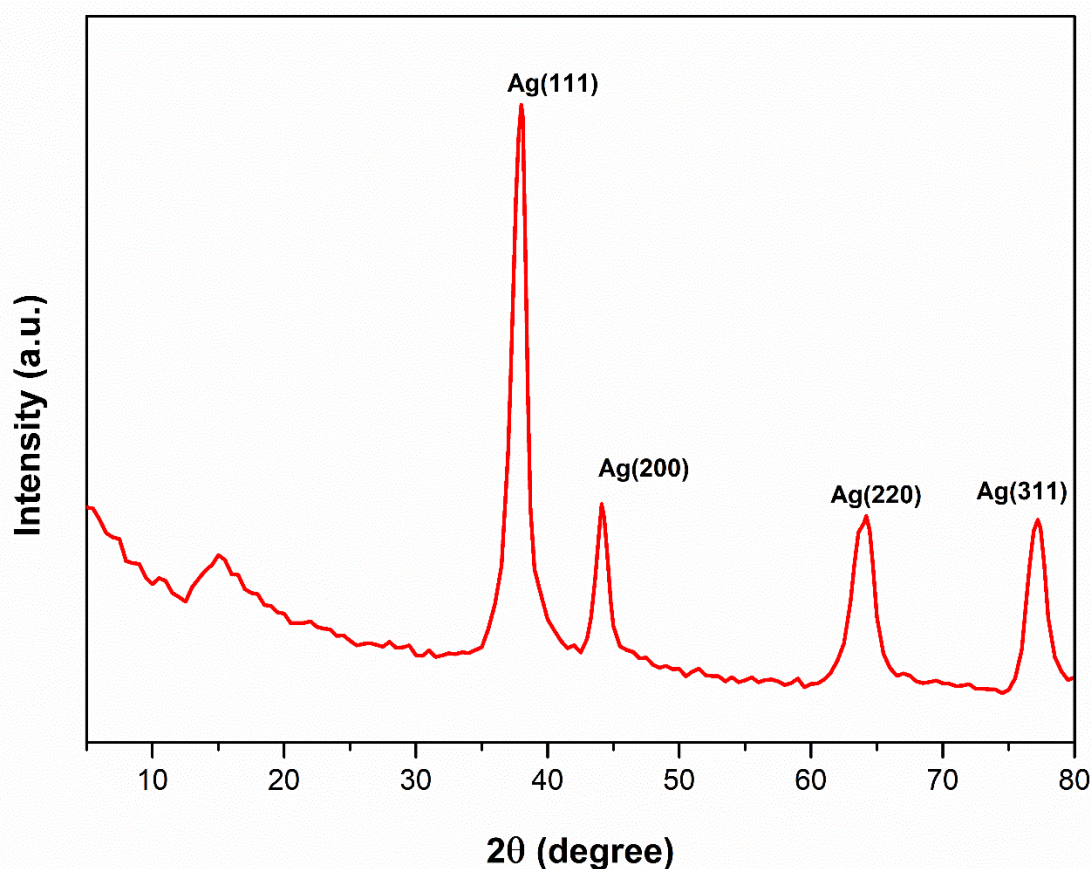


Figure 2. XRD pattern of *Laurus nobilis* extract-stabilized Ag nanoparticles showing characteristic diffraction peaks corresponding to the face-centered cubic (fcc) structure of metallic silver.

The surface morphology and microstructural features of the synthesized nanoparticles were investigated by SEM analysis. The SEM micrographs (Figure 3a–c) reveal the formation of quasi-spherical nanoparticles with a relatively homogeneous distribution. However, a certain degree of agglomeration is clearly observed, which is commonly reported for green-synthesized

nanoparticles and can be attributed to the presence of phytochemical compounds acting as capping and stabilizing agents on the nanoparticle surface.

At higher magnification (Figure 3c), the individual nanoparticles can be more clearly distinguished, and the particle size is estimated to be in the nanoscale range (~80–120 nm). This size range and morphology are advantageous for catalytic applications, as they provide a high surface area and a greater number of accessible active sites.

The elemental composition and distribution of the synthesized nanoparticles were further analyzed by EDX and elemental mapping techniques. The elemental mapping image (Figure 3d) confirms the uniform distribution of Ag throughout the sample, along with C and O elements originating from the plant-derived organic components. The EDX spectrum (Figure 3e) shows a strong characteristic signal of Ag, confirming the successful formation of silver nanoparticles, while minor peaks corresponding to C and O further support the presence of biomolecular capping agents.

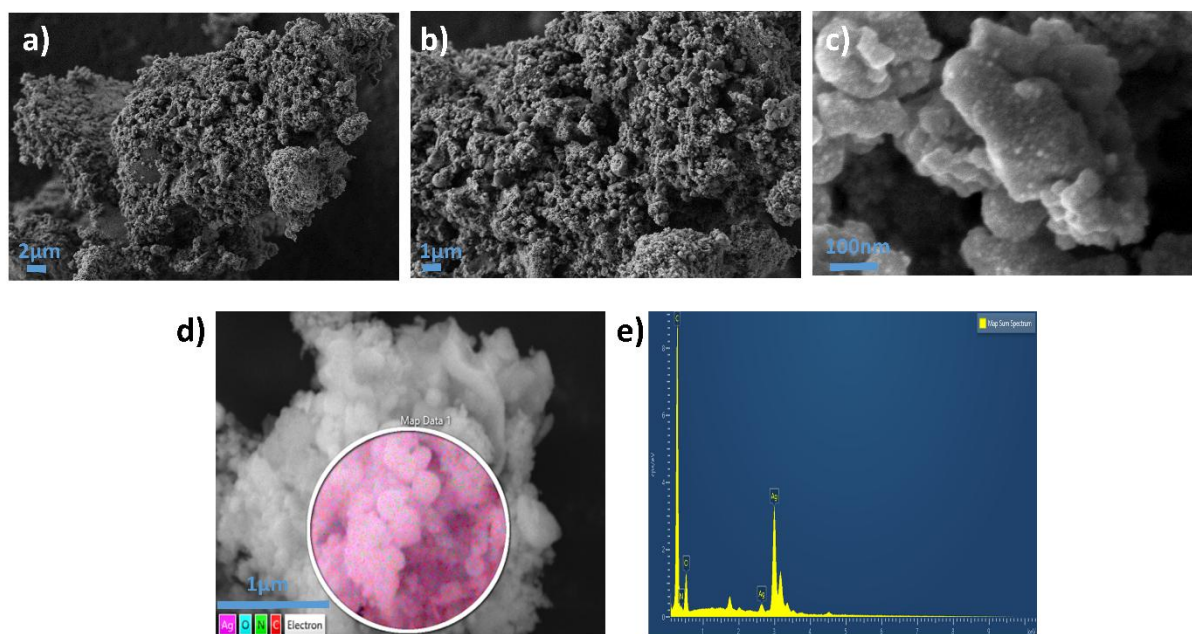


Figure 3. SEM images of silver nanoparticles synthesized using *Laurus nobilis* leaf extract at different magnifications: (a–c) showing the agglomerated and quasi-spherical morphology of the nanoparticles. (d) Elemental mapping image confirming the homogeneous distribution of Ag along with C and O elements originating from plant-derived capping agents. (e) EDX spectrum indicating the presence of silver as the dominant element, verifying the successful formation of Ag nanoparticles.

3.2. Catalytic performance of *Laurus nobilis* extract stabilized Ag nanoparticles

The catalytic performance of the biosynthesized Ag nanoparticles was evaluated using 4-nitrophenol (4-NP) as a model nitroaromatic compound. The catalytic experiments were carried

out using Ag nanoparticles obtained via a plant-mediated green synthesis route employing *Laurus nobilis* aqueous extract.

For a typical experiment, 3.0 mL of an aqueous 4-nitrophenol solution (5×10^{-4} M) was transferred into a quartz UV-Vis cuvette. The catalytic reaction was initiated by introducing the Ag nanoparticle dispersion into the reaction system under controlled temperature conditions. The progress of the reaction was monitored spectrophotometrically by recording UV-Vis spectra at regular time intervals.

The catalytic behavior was followed by observing the gradual decrease in the characteristic absorption band of 4-nitrophenol at 400 nm. In order to determine suitable reaction conditions, different initial concentrations of 4-NP (0.125, 0.250, 0.500, and 1.000 mM) were evaluated. Among these, 5×10^{-4} M was selected as the optimal concentration due to its stable and reproducible spectral response.

The influence of catalyst dosage was also examined by adding different volumes of the Ag nanoparticle dispersion (10–30 μ L) into the reaction system. It was observed that increasing the catalyst amount beyond a certain level did not significantly enhance the removal efficiency, indicating a saturation of active catalytic sites. Therefore, 20 μ L of *Laurus nobilis* extract-stabilized Ag nanoparticle dispersion was selected as the optimum catalyst dosage for subsequent experiments.

Under these optimized conditions, a rapid decrease in the absorbance intensity at 400 nm was observed, indicating the effective removal of 4-NP (Figure 4). Nearly complete disappearance of the absorption band was achieved within 5 minutes, corresponding to approximately 98% removal efficiency.

To further evaluate the catalytic performance in more complex systems, experiments were conducted using a ternary pollutant mixture consisting of 4-nitrophenol (4-NP), methyl orange (MO), and methylene blue (MB). In these experiments, equal volumes (1 mL each) of dye solutions (5×10^{-4} M) were mixed to obtain an equimolar system, and the reaction was initiated by adding 20 μ L of Ag nanoparticle dispersion.

As shown in Figure 5, the characteristic absorption peaks were observed at 400 nm (4-NP), 464 nm (MO), and 664 nm (MB). A progressive decrease in absorbance intensity at these wavelengths indicates efficient pollutant removal over time.

The kinetic behavior of the system was evaluated using pseudo-first-order kinetics (Figure 6). The linear relationship between $\ln(C_0/C)$ and reaction time confirms that the catalytic reduction follows pseudo-first-order kinetics. The apparent rate constants (k_{obs}) were calculated as 0.300

min^{-1} for 4-NP, 0.057 min^{-1} for MO, and 0.017 min^{-1} for MB. The higher rate constant observed for 4-NP indicates a significantly faster reduction compared to dye molecules.

After approximately 10 minutes, the removal efficiencies were determined to be 98% for 4-NP, 43% for MO, and 81% for MB. The system maintained its catalytic efficiency in the ternary mixture without significant interference between the components, demonstrating its applicability in multi-component pollutant systems.

The enhanced catalytic performance can be attributed to the high surface area of the nanosized Ag particles and their ability to facilitate interfacial electron transfer processes. In addition, residual phytochemicals from the *Laurus nobilis* extract may contribute to the catalytic activity by acting as electron mediators and stabilizing the reactive surface sites.

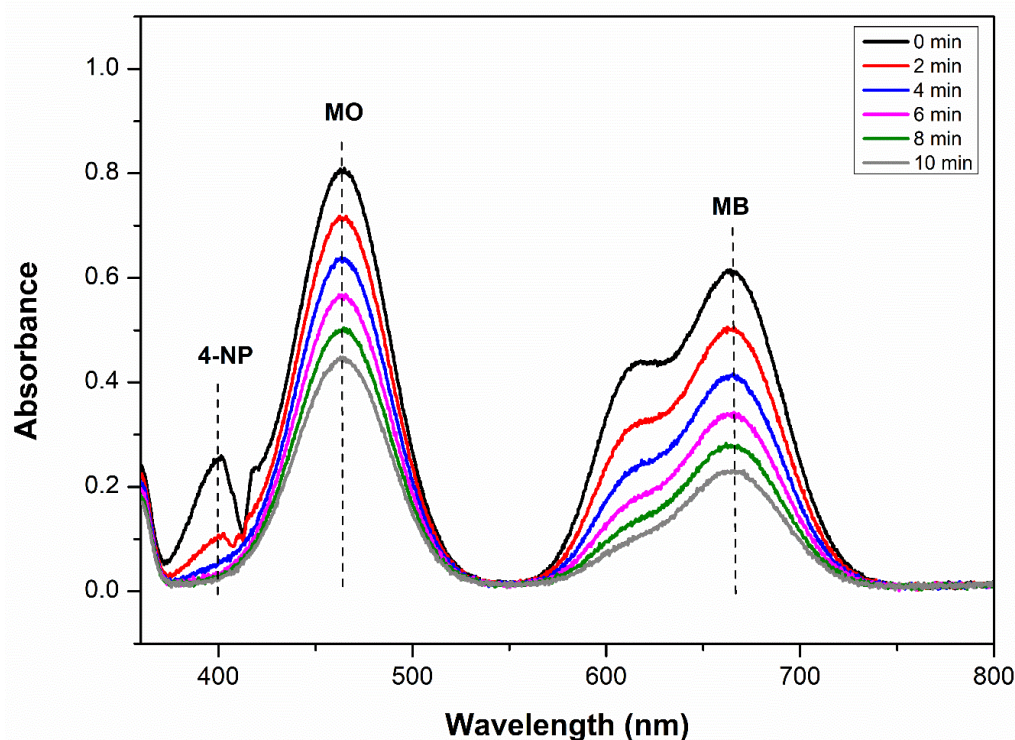


Figure 4. Time-dependent UV-Vis absorption spectra of the ternary pollutant system (4-NP, MO, and MB) in the presence of *Laurus nobilis* extract-stabilized Ag nanoparticles, showing a gradual decrease in absorbance with reaction time.

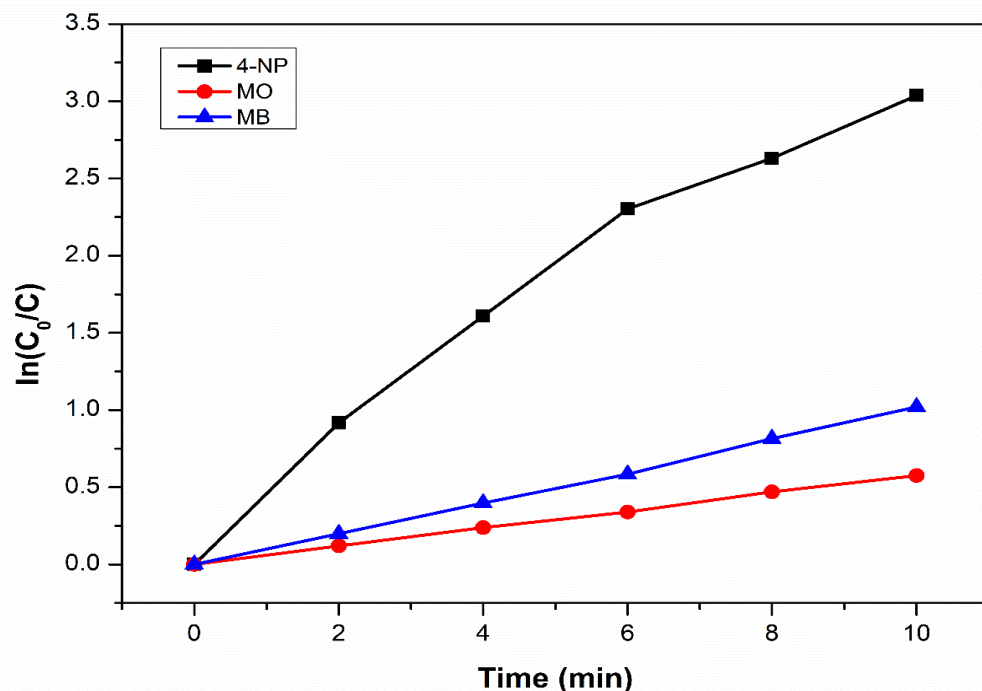


Figure 5. Pseudo-first-order kinetic plots $\ln(C_0/C)$ versus time for 4-NP, MO, and MB in the ternary system catalyzed by *Laurus nobilis* extract-stabilized Ag nanoparticles.

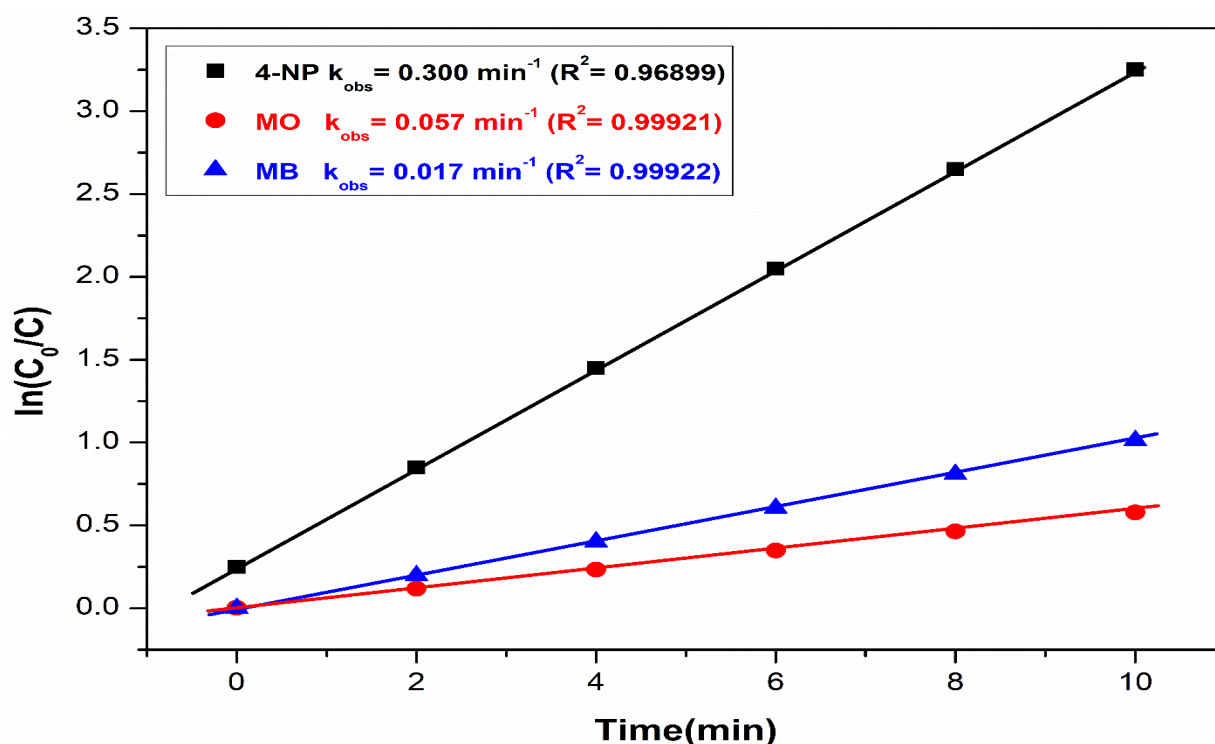


Figure 6. Pseudo-first-order kinetic plots ($\ln(C_0/C)$ vs time) for the catalytic reduction of 4-NP, MO, and MB in the ternary system catalyzed by *Laurus nobilis* extract-stabilized Ag nanoparticles. The linear relationships confirm pseudo-first-order kinetics, with rate constants (k_{obs}) indicating significantly faster reduction of 4-NP compared to dye molecules.

The catalytic reduction mechanism of 4-nitrophenol and dye molecules over *Laurus nobilis* extract-stabilized Ag nanoparticles is illustrated in Figure 7. The phytochemical compounds present in the plant extract act as both reducing and stabilizing agents during nanoparticle formation. During the catalytic process, Ag nanoparticles facilitate electron transfer from electron donors to pollutant molecules, leading to the reduction of 4-nitrophenol to 4-aminophenol and the degradation of dye structures. The high surface area and active sites of Ag nanoparticles, together with surface-bound phytochemicals, enhance the overall catalytic efficiency through interfacial electron transfer processes.

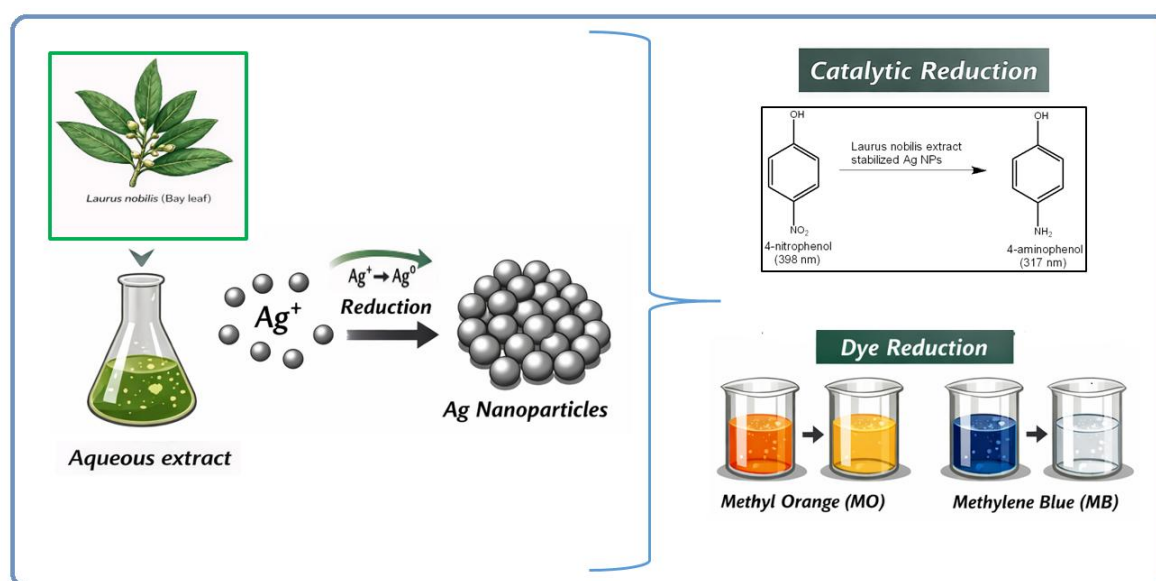


Figure 7. Proposed mechanism for the green synthesis of Ag nanoparticles using *Laurus nobilis* extract and their catalytic role in the reduction of 4-nitrophenol to 4-aminophenol and degradation of dye pollutants (MO and MB).

CONCLUSIONS

In this study, silver nanoparticles were successfully synthesized via a green and environmentally benign approach using an aqueous extract of *Laurus nobilis* leaves. The phytochemical constituents present in the extract acted simultaneously as reducing and stabilizing agents, enabling the formation of Ag nanoparticles without the use of additional chemical reagents. This plant-mediated strategy offers a simple, sustainable, and cost-effective route for the preparation of catalytic nanomaterials.

The catalytic performance of the biosynthesized Ag nanoparticles was evaluated using 4-nitrophenol (4-NP) as a model nitroaromatic pollutant. The results demonstrated that a small amount of catalyst (20 μL , corresponding to approximately 0.15 mg Ag) enabled rapid and

efficient removal of 4-NP, achieving nearly 98% reduction within 5 minutes, indicating high catalytic efficiency under mild conditions.

Furthermore, the catalytic activity was assessed in a ternary pollutant system containing 4-NP, methyl orange (MO), and methylene blue (MB). Under identical conditions, removal efficiencies of 98%, 43%, and 81% were obtained for 4-NP, MO, and MB, respectively. These findings demonstrate that the synthesized Ag nanoparticles maintain their catalytic performance in multi-component systems without significant competitive inhibition effects.

The enhanced catalytic activity can be attributed to the high surface area of the nanosized Ag particles and their ability to facilitate interfacial electron transfer processes. In addition, residual phytochemical species associated with the nanoparticle surface may contribute to the catalytic mechanism by acting as electron mediators and stabilizing reactive sites.

Overall, this study demonstrates that *Laurus nobilis* extract-stabilized Ag nanoparticles constitute an efficient and environmentally friendly catalytic system for the removal of nitroaromatic and dye pollutants. The proposed green synthesis approach provides a sustainable and scalable pathway for the development of multifunctional nanocatalysts. The ability of the system to effectively treat both single and multi-component pollutant mixtures highlights its potential for practical wastewater treatment applications.

REFERENCES

- [1] Robinson, T., McMullan, G., Marchant, R., Nigam, P. (2001). Remediation of dyes in textile effluent: a critical review. *Bioresource Technology*, 77, 247–255. [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(00\)00080-8](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(00)00080-8)
- [2] Forgacs, E., Cserh ti, T., Oros, G. (2004). Removal of synthetic dyes from wastewaters: a review. *Environment International*, 30, 953–971. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2004.02.001>
- [3] Yagub, M.T., et al. (2014). Dye and its removal from aqueous solution: A review. *Advances in Colloid and Interface Science*, 209, 172–184. <https://doi.org/10.1016/j.cis.2014.04.002>
- [4] Crini, G. (2006). Non-conventional low-cost adsorbents for dye removal. *Bioresource Technology*, 97, 1061–1085. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2005.05.001>
- [5] Gupta, V.K., Suhas (2009). Application of low-cost adsorbents for dye removal. *Journal of Environmental Management*, 90, 2313–2342. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2008.11.017>
- [6] Nosaka, Y., Nosaka, A.Y. (2017). Generation and detection of reactive oxygen species in photocatalysis. *Chemical Reviews*, 117, 11302–11336. <https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.7b00161>
- [7] Wunder, S., et al. (2010). Kinetic analysis of catalytic reduction of 4-nitrophenol by metal nanoparticles. *Journal of Physical Chemistry C*, 114, 8814–8820. <https://doi.org/10.1021/jp101125j>
- [8] Narayanan, R., El-Sayed, M.A. (2005). Catalysis with transition metal nanoparticles in colloidal solution. *Journal of Physical Chemistry B*, 109, 12663–12676. <https://doi.org/10.1021/jp051066p>

- [9] Xia, Y., et al. (2009). Shape-controlled synthesis of metal nanocrystals. *Angewandte Chemie International Edition*, 48, 60–103. <https://doi.org/10.1002/anie.200802248>
- [10] Iravani, S. (2011). Green synthesis of metal nanoparticles using plants. *Green Chemistry*, 13, 2638–2650. <https://doi.org/10.1039/C1GC15386B>
- [11] Ahmed, S., et al. (2016). Green synthesis of silver nanoparticles using plant extracts. *Journal of Advanced Research*, 7, 17–28. <https://doi.org/10.1016/j.jare.2015.02.007>

INFLUENCES OF TIGHTENING PROCEDURE ON LOOSENING BEHAVIOR OF CHASSIS PARTS CONNECTIONS

Kadir DANIŞMAZ

ZF Lemförder Aks Modülleri Sanayi ve Ticaret A.Ş., 35620, Çiğli, İzmir

ORCID: 0009-0000-9824-1571

ABSTRACT

Tie rod is one of the most critical parts of steering system and used to connect the steering rack and the knuckle and transmits force between them. When the driver turns the steering wheel, the steering rack moves horizontally, pushing or pulling the inner tie rod. The inner tie rod then transfers this motion to the outer tie rod, which is connected to the steering knuckle. This motion causes the wheels to turn in the desired direction. In this study, Dynamic test loads were carried out on test parts in accordance with defined tightening procedure and compared to each other. Same environmental conditions for all test setups and same mating & testing parts (minors neglected) were used. It is aimed to investigate tightening procedures to see the influences on connection loosening behavior. When the results are compared, it's observed that increasing the tightening torque or angle brings higher setting torque in but loosening rate remains at similar level. Two times tightening procedure allows to eliminate first setting and creeping influence during first tightening step, therefore highest pretension provided. No relaxation seen. In addition to all, less spread therefore more consistency has been observed. This study is beneficial to understand some of the advantages and disadvantages of tightening procedures and highlights critical considerations in design and assembly process. Additionally, it provides significant insights into the influences of tightening procedure on connection loosening behavior, contributing valuable knowledge to the fields of engineering and automotive industry.

Keywords: tightening, loosening, connection, behavior, pretension

**COMPREHENSIVE SCIENTIFIC DISCOURSE ON THE MANIFESTATION AND
CRITICAL EXAMINATION OF KEY CONCEPTUAL, METHODOLOGICAL AND
PRACTICAL ASPECTS OF LIFE CYCLE ASSESSMENT: PRINCIPLES,
APPLICATIONS, AND EMERGING CHALLENGES IN ENVIRONMENTAL AND
ECOLOGICAL SUSTAINABILITY**

Nodar SULASHVILI

MD, PhD, Doctor of Pharmaceutical and Pharmacological Sciences in Medicine, Professor of Medical Pharmacology of Faculty of Medicine at Georgian National University SEU; Professor of Medical and Clinical Pharmacology of International School of Medicine at Alte University; Invited Lecturer (Invited Professor) of Scientific Research-Skills Center at Tbilisi State Medical University; Tbilisi, Georgia

ORCID: 0000-0002-9005-8577

Lali PATSIA

MD, PhD, Doctor of Medical Sciences, Doctor Cardiologist at Republican Hospital, Invited Professor of Tbilisi State Medical University, Professor of Ken Walker international University, Professor of International School of Medicine at Alte University, Professor of Faculty of Medicine at Sulkhan-Saba Orbeliani University, Tbilisi, Georgia.

Ada (Adel) TADEVOSYAN

MD, PhD, Doctor of Medical Sciences, Academician, Professor of Yerevan State Medical University, Academician and Full Member of the International Academy of Sciences of Ecology and Life Safety (MANEB), Academician of the Republic Armenia Law Academy, Member of the Association of Psychiatrists of Armenia, World Association of Psychiatrists, International Association for Traumatic Stress, World Association for Biological Psychiatry, International Association "Stress and Behavior", Licensed Psychiatrist, Psychotherapist, Public Health Organizer; Tbilisi-Georgia, Yerevan-Armenia, Los Angeles-USA;

Vira KRAVCHENKO

MD, PhD, Doctor of Biological Sciences, Academician, Professor, Head of The Biological Chemistry Department at National University of Pharmacy of Ukraine, Kharkiv, Ukraine.

ORCID: 0000-0001-6335-2490

Olga SHAPOVAL

MD, PhD, Doctor of Pharmaceutical Sciences, Associate Professor of Department of Pharmacology and Medical Prescription at Kharkiv State Medical University, Kharkiv, Ukraine

ORCID: 000-0002-1971-2863

Marika SULASHVILI

MD, Doctor of Family Medicine, Invited Lecturer of Tbilisi State Medical University, Department of Molecular and Medical Genetics; Invited Lecturer of Family Medicine of Faculty of Medicine at Georgian National University SEU; Invited Professor of Biochemistry and Molecular and Medical Genetics at The University of Georgia; Tbilisi, Georgia

Igor SENIUK

PhD, Doctor of Pharmaceutical Sciences, Dean of faculty of Pharmacy at National University of Pharmacy of Ukraine, Associate Professor of Biological Chemistry Department at National University of Pharmacy, Kharkiv, Ukraine.

ORCID: 0000-0003-3819-7333

Tamar OKROPIRIDZE

MD, PhD, Doctor Medical Sciences, Academician, Professor of the Division of Dentistry of International School of Medicine at Alte University; Invited Professor of Dentistry Department of The School of Health Sciences at The University of Georgia, Tbilisi, Georgia;

ABSTRACT

Life Cycle Assessment (LCA) has emerged as one of the most comprehensive, scientifically grounded, and policy-relevant methodologies for evaluating the environmental burdens associated with products, processes, and systems throughout their entire life cycle. As global concerns for resource depletion, pollution, climate change, and sustainable production intensify, LCA serves as a central analytical framework for quantifying environmental performance from cradle to grave. The features of LCA lie in its ability to systematically integrate complex environmental parameters, assess multi-dimensional impacts across interconnected stages, and support evidence-based decision-making across industries, governments, and research communities. Understanding these defining features is essential for advancing sustainable design, improving industrial practices, and guiding regulatory frameworks that emphasize environmental responsibility. A foundational feature of LCA is its holistic scope. Unlike traditional environmental assessments that focus on isolated stages of production or singular pollution indicators, LCA evaluates the entire continuum of a product's existence—from raw material extraction, manufacturing, transportation, distribution, and use, to end-of-life management through recycling, disposal, or energy recovery. This cradle-to-grave perspective avoids the risk of burden-shifting, where reducing impacts in one stage inadvertently increases impacts elsewhere. Life cycle thinking encourages systems-level analysis and ensures that environmental interventions account for upstream and downstream consequences. Another critical feature is the methodological transparency of LCA, articulated through its four-phase framework: goal and scope definition, inventory analysis, impact assessment, and interpretation. This standardized structure, promoted by ISO 14040 and ISO 14044, ensures reproducibility, comparability, and scientific rigor across assessments. By defining the functional unit, system boundaries, assumptions, allocation criteria, and data quality requirements, LCA practitioners ensure that the assessment remains coherent and aligned with real-world conditions. This methodological clarity enhances credibility and facilitates peer review, policymaking, and stakeholder evaluation. A distinguishing characteristic of LCA is its extensive reliance on quantitative data. Life Cycle Inventory (LCI) analysis involves collecting and modeling atmospheric emissions, water discharges, material flows, energy use, waste generation, and resource consumption across all life cycle stages. The detailed quantitative nature of LCI enables the development of precise environmental models, which are then translated into potential ecological and human health impacts in the Life Cycle Impact Assessment (LCIA) phase. LCIA

incorporates impact categories such as global warming potential, acidification, eutrophication, human toxicity, ecotoxicity, ozone depletion, water scarcity, land use, and resource depletion. This multi-impact evaluation approach ensures that environmental sustainability is not reduced to a single metric, but is instead understood through a broad spectrum of interacting dimensions. The versatility of LCA is also a core feature, as the methodology can be adapted to product-level assessments, sector-specific evaluations, organizational sustainability studies, technological innovation analysis, and national policy development. LCA is widely utilized in energy systems, agriculture, waste management, chemicals, pharmaceuticals, consumer goods, transportation, construction, and emerging green technologies. Its ability to adapt to different contexts and data scales—from micro-level product footprints to macro-level environmental strategies—makes it indispensable for diverse scientific and industrial applications. The predictive and comparative capabilities of LCA are highly valued. LCA enables scenario modeling, such as evaluating environmental outcomes of alternative materials, emerging technologies, circular economy strategies, or policy shifts. It also supports comparative assessments between competing products or processes, helping stakeholders identify environmentally superior options. This decision-support feature is crucial for product design optimization, corporate sustainability reporting, environmental labeling, and regulatory compliance. Despite its strengths, LCA also includes important features related to limitations and uncertainty management. Variability in data quality, geographical differences, temporal changes, allocation choices, and system boundary assumptions all influence LCA outcomes. Therefore, uncertainty analysis, sensitivity testing, and critical reviews are integral features that improve the reliability of results. Recognizing these limitations ensures that LCA remains an evolving and scientifically robust methodology rather than a static tool. Life Cycle Assessment LCA's integrative nature positions it as a cornerstone in broader sustainability frameworks, including carbon footprinting, circular economy strategies, environmental product declarations, sustainable supply chain management, and eco-innovation policy development. By enabling informed choices that minimize environmental burdens across the life cycle, LCA fosters a transition toward sustainable production and consumption patterns. The defining features of Life Cycle Assessment—holistic system boundaries, standardized methodology, quantitative data integration, multi-category environmental impact evaluation, versatility across sectors, predictive modeling capacity, and structured uncertainty management—make it one of the most powerful tools for understanding and improving environmental performance. As global sustainability

challenges intensify, the role of LCA will continue to expand, guiding technological development, regulatory actions, and corporate strategies toward a more environmentally responsible future.

Keywords: Life Cycle Assessment; Environmental Impact Analysis; Sustainability Evaluation; Life Cycle Inventory; Life Cycle Impact Assessment; Resource Efficiency; Environmental Decision-Making.

Introduction

Life Cycle Assessment (LCA) has evolved over the past several decades into one of the most comprehensive and indispensable analytical methodologies for evaluating the environmental performance of products, services, processes, and complex systems. As global environmental challenges—such as anthropogenic climate change, biodiversity loss, resource depletion, pollution of air, water, and soil, and the intensification of industrialization—continue to accelerate, the scientific and policy-making communities increasingly rely on LCA as a structured, evidence-based approach for quantifying impacts and guiding sustainability-oriented decisions. The methodology offers a robust and holistic framework that captures the cumulative environmental burdens associated with every stage of a product's life cycle, from raw material acquisition and production to distribution, use, and final disposal. As a result, LCA has become widely recognized as a cornerstone tool in environmental science, green engineering, sustainable design, and regulatory assessment. Understanding the scientific foundations, conceptual framework, historical evolution, methodological structure, data requirements, uncertainties, and practical implications of LCA is essential for appreciating its unique features and its central role in contemporary sustainability discourse [1-3].

The origins of LCA can be traced back to the 1960s and early 1970s, when researchers first sought systematic ways to evaluate the resource use and environmental emissions associated with consumer products. Early assessments, such as those performed for beverage packaging and energy systems, were primarily focused on energy consumption and resource efficiency rather than the full suite of environmental impacts that modern LCA encompasses. During the oil crises of the 1970s, life cycle thinking gained momentum as industries and governments sought to understand the long-term implications of resource scarcity. Over time, the methodology expanded in scope, incorporating increasingly comprehensive environmental indicators and more refined analytical techniques. The publication of the ISO 14040 and ISO 14044 standards in the 1990s and early 2000s marked a pivotal step in formalizing LCA, establishing standardized guidelines for

conducting assessments, defining system boundaries, selecting functional units, identifying data quality requirements, and ensuring consistency across studies. As LCA matured into a rigorous scientific discipline, its applications expanded beyond product comparison to include technology assessment, environmental policy development, corporate sustainability management, and strategic planning within both public and private sectors [4,5].

A defining feature of LCA is its holistic, cradle-to-grave perspective. This systems-based approach contrasts sharply with traditional environmental analyses that focus on single stages of a product's life cycle, such as emissions from manufacturing or waste generated during disposal. By integrating the entire continuum of environmental interactions, LCA provides a comprehensive understanding of cumulative burdens and helps prevent burden shifting, where improvements in one stage inadvertently increase impacts in another. For instance, replacing a lightweight material with a heavier but recyclable alternative may reduce end-of-life waste while increasing energy consumption during transportation. Only a full life cycle perspective can capture such trade-offs, emphasizing the importance of analyzing interconnected processes. This holistic approach positions LCA as a uniquely powerful tool for evaluating not only individual products but also broader technological systems, supply chains, and policies aimed at achieving sustainable transitions [6-8].

LCA relies heavily on a structured methodological framework, which includes four interconnected phases: goal and scope definition, life cycle inventory (LCI) analysis, life cycle impact assessment (LCIA), and interpretation. These phases reflect the scientific rigor and transparency that characterize the methodology as a whole. In the goal and scope definition phase, the purpose of the study is clearly articulated, system boundaries are established, assumptions and limitations are specified, and the functional unit—a reference unit against which environmental flows are normalized—is defined. The functional unit ensures that comparisons between products or systems remain meaningful and scientifically valid, preventing misleading conclusions. For example, comparing the impacts of reusable and disposable items requires a functional unit that reflects equivalent service delivered, such as the number of uses or volume of product dispensed [9,10].

The life cycle inventory phase is one of the most data-intensive components of LCA. It involves the collection, quantification, and modeling of energy inputs, raw material flows, and emissions to air, water, and soil, waste outputs, and other resource exchanges associated with each life cycle stage. This phase requires extensive data gathering, often from diverse sources including industrial

databases, scientific literature, corporate environmental disclosures, and engineering models. The accuracy, completeness, and representativeness of LCI data are critical for the reliability of subsequent impact assessment results. Uncertainties arising from data gaps, extrapolations, technological variations, and geographic differences represent ongoing challenges within LCA practice, necessitating robust data management, sensitivity analysis, and methodological transparency [11-13].

The life cycle impact assessment phase transforms the inventory data into potential environmental impacts using scientifically derived characterization models. LCIA typically includes a variety of impact categories that reflect the multifaceted nature of environmental sustainability. These categories may include climate change, acidification, eutrophication, ozone depletion, human toxicity, ecotoxicity, particulate matter formation, resource depletion, water scarcity, and land use change. Each impact category is linked to specific environmental mechanisms, and characterization factors are applied to quantify the potential impacts of emissions or resource uses. This multi-category approach allows LCA to capture the full complexity of environmental interactions, avoiding oversimplification and ensuring that environmental performance is evaluated on multiple dimensions rather than a single metric such as carbon footprint [14,15].

The interpretation phase synthesizes the results of the inventory and impact assessment to draw scientifically sound conclusions. This phase involves identifying key contributors to impacts, evaluating trade-offs, conducting uncertainty and sensitivity analyses, and recommending strategies for improvement. Interpretation also ensures that the results are consistent with the goal and scope of the study that limitations are acknowledged, and that conclusions are supported by the evidence. Transparent interpretation strengthens the credibility of LCA findings and enhances their usefulness to decision-makers in industry, government, and academia [16,17]

A key aspect of LCA's scientific relevance lies in its ability to support decision-making across various domains. In industrial settings, LCA is used to optimize product design, inform material selection, and evaluate supply chain alternatives, guide eco-design initiatives, and support environmental claims in marketing. Many companies use LCA as the foundation for Environmental Product Declarations (EPDs), eco-labeling, and reporting under sustainability frameworks. In policy contexts, LCA contributes to the development of regulations, incentives, and strategies aimed at reducing environmental burdens across sectors such as energy, transportation, construction, agriculture, waste management, and consumer goods. Governments and international

organizations increasingly incorporate LCA results into climate strategies, circular economy policies, and resource management frameworks. LCA also informs scientific research, supporting the evaluation of emerging technologies such as renewable energy systems, biomaterials, advanced recycling processes, and green chemistry innovations [18-20].

Another crucial feature of LCA is its flexibility and adaptability. The methodology can be scaled to analyze micro-level systems such as individual products, or macro-level systems such as national energy strategies. It can incorporate both foreground data—specific to the studied system—and background data—derived from large-scale databases representing general industrial processes. This dual capability allows LCA to model complex supply chains and technological interactions in a manner that reflects real-world conditions. Additionally, emerging methodological extensions such as consequential LCA and hybrid LCA further enhance the scope of the methodology. Consequential LCA assesses the broader system-wide consequences of decisions, such as shifts in market demand or changes in technological pathways, providing insights into indirect environmental effects. Hybrid LCA combines process-based and economic input-output approaches to capture impacts that may fall outside conventional system boundaries [21-22].

Despite its strengths, LCA is characterized by important limitations that reflect the inherent complexity of environmental systems and the interdisciplinary nature of the methodology. Data availability, quality, and variability remain persistent challenges, as do issues related to allocation in multifunctional processes, uncertainties in impact characterization, and differences in methodological assumptions across studies. Addressing these challenges requires continuous development of standards, improvement of inventory databases, advancement of impact assessment models, and refinement of computational tools. At the same time, transparency regarding assumptions, limitations, and uncertainties is essential for ensuring scientific integrity [23-25].

In recent years, the role of LCA has expanded significantly due to growing global emphasis on sustainability, circular economy principles, and the need for measurable environmental performance indicators. LCA provides a rigorous foundation for evaluating circularity strategies such as recycling, reuse, remanufacturing, and resource efficiency, offering insights into potential environmental benefits and trade-offs. It also contributes to carbon neutrality strategies, helping organizations quantify greenhouse gas emissions and identify pathways to emissions reduction. As sustainability reporting becomes increasingly standardized and mandatory across regions, LCA

serves as a critical tool for demonstrating environmental accountability and aligning organizational practices with global sustainability goals [26-28].

Furthermore, advancements in computational modeling, digitalization, and data analytics have enhanced the applicability and accuracy of LCA. The development of software platforms such as SimaPro, GaBi, OpenLCA, and GREET, as well as the integration of big data and artificial intelligence into environmental modeling, has made LCA more accessible and sophisticated. These tools facilitate streamlined assessments, allow scenario testing, and improve transparency in the modeling process. They also support the rapid expansion of LCA applications in fields such as renewable energy systems, smart manufacturing, biotechnology, nanotechnology, and sustainable materials design.

The scientific significance of Life Cycle Assessment is underscored by its ability to integrate environmental science, engineering, economics, and policy into a coherent analytical framework. LCA encourages interdisciplinary thinking, fosters collaboration across sectors, and provides a common language for environmental evaluation. As the world confronts increasingly complex sustainability challenges, the need for comprehensive, scientifically grounded assessment tools such as LCA becomes even more critical. The methodology's emphasis on quantification, transparency, system thinking, and multi-dimensional impact evaluation ensures its continued relevance and value in guiding the transition toward more sustainable production and consumption patterns. By understanding the features, capabilities, and limitations of LCA, stakeholders are better equipped to make informed decisions that support environmental stewardship and long-term ecological resilience [29-31].

Life Cycle Assessment represents a mature, versatile, and scientifically robust methodology that captures the complexity of environmental interactions across entire product life cycles. Its historical evolution, standardized framework, data-driven nature, multi-category impact assessment, decision-support capabilities, and adaptability to diverse applications underscore its central role in contemporary sustainability science. As global environmental pressures intensify, the importance of LCA in shaping sustainable strategies, informing policy development, optimizing technologies, and guiding responsible innovation will continue to grow. A deep understanding of the features of LCA provides a strong foundation for advancing scientific research, supporting environmental governance, and promoting the sustainable transformation of industrial and societal systems [32,33].

As the scientific community continues to grapple with the complex and interconnected environmental challenges of the twenty-first century, the importance of Life Cycle Assessment extends far beyond its role as an analytical tool. LCA increasingly functions as a foundational pillar of sustainability science, serving as a platform that connects theoretical frameworks with applied environmental research. In modern sustainability discourse, the ability to examine environmental burdens holistically is essential, as global supply chains have become extremely intricate, product lifespans have diversified, and environmental impacts occur across geographical and temporal scales that require sophisticated modeling. LCA facilitates this complexity by enabling a comprehensive understanding of how different life cycle stages interact with each other, how environmental burdens propagate across systems, and how decisions made at one point in the life cycle reverberate throughout the entire chain of material and energy flows [34,35].

One of the most significant conceptual advances promoted by LCA is the integration of the life cycle thinking paradigm into scientific and policy frameworks. Life cycle thinking shifts the analytical focus from short-term or isolated environmental interventions to long-term, systemic sustainability strategies. It transforms how organizations, governments, and researchers conceptualize environmental responsibility. Instead of focusing solely on end-of-pipe solutions or single-point efficiency improvements, life cycle thinking encourages a broader evaluation of the environmental implications associated with design choices, technological pathways, supply chain structures, product-service systems, and consumer behavior. This shift has been instrumental in promoting sustainable product design, developing comprehensive sustainability indicators, and establishing environmental certification schemes that are grounded in scientific evidence [36,37].

Within the global policy landscape, LCA has become increasingly central to regulatory development, particularly in regions that prioritize evidence-based environmental governance. The European Union, for example, has integrated LCA principles into numerous policies, including the Circular Economy Action Plan, the Sustainable Products Initiative, the Ecodesign Directive, and various regulations on carbon footprinting, waste management, and resource efficiency. These policy frameworks highlight how LCA contributes to harmonizing sustainability standards, enabling cross-sector comparisons, and fostering innovation in cleaner production technologies. Furthermore, LCA-based Environmental Product Declarations have become a key component of green building rating systems, sustainable procurement programs, and corporate sustainability

disclosures, demonstrating the method's relevance across diverse regulatory and industrial contexts [38,39].

The expanding global emphasis on carbon neutrality and climate mitigation has further elevated the role of LCA in environmental decision-making. As governments and industries commit to reducing greenhouse gas emissions, the need for accurate, comprehensive, and science-based tools to quantify emissions across full value chains becomes increasingly urgent. LCA supports these efforts by providing a transparent framework for calculating carbon footprints, identifying high-emission activities, and optimizing mitigation strategies. Yet, LCA's contribution extends beyond climate change, as it encompasses a broad range of environmental stressors that are equally critical for planetary health. This multi-dimensional perspective ensures that climate mitigation efforts do not inadvertently exacerbate other environmental problems, such as biodiversity loss, water scarcity, or toxic pollution [40,41].

Another defining feature of LCA is its capacity to support innovation and technological transformation. In an era characterized by rapid advancements in renewable energy, advanced materials, biotechnology, and digital manufacturing, LCA is indispensable for evaluating the environmental implications of emerging technologies before they are widely deployed. For example, life cycle assessments of solar photovoltaics, wind turbines, electric vehicles, hydrogen production, carbon capture systems, and bio-based materials have informed debates about the sustainability of low-carbon technologies. These assessments reveal both the benefits and trade-offs associated with these technologies, such as the environmental costs of material extraction, energy demands during manufacturing, or the challenges associated with end-of-life recycling. By providing transparent and quantifiable evidence, LCA supports informed innovation that aligns with long-term sustainability objectives [42,43].

The use of LCA in industrial decision-making continues to expand as companies face increasing pressure to demonstrate environmental responsibility and transparency. Corporate sustainability strategies often incorporate LCA as a key tool for identifying environmental hotspots, optimizing supply chains, evaluating alternative materials, and supporting eco-design. In many industries, LCA has become integral to product development, enabling engineers and designers to compare alternatives based on environmental performance rather than cost or functionality alone. This integration of LCA into industrial practice reflects the growing recognition that sustainability is not merely an ethical responsibility but a business imperative. Consumers, investors, and regulators

increasingly demand products and services with demonstrable environmental benefits, and LCA provides the methodological rigor required to substantiate environmental claims and prevent green washing [44,45].

The role of LCA in sustainable supply chain management is particularly significant. As global supply chains span multiple continents and involve numerous intermediate processes, understanding their environmental impacts requires comprehensive modeling. LCA enables organizations to map supply chain flows, identify upstream and downstream environmental burdens, and evaluate the implications of sourcing decisions. Companies rely on LCA to assess the environmental trade-offs associated with alternative supply chain configurations, such as sourcing raw materials from different regions, adopting renewable energy for manufacturing, or implementing closed-loop recycling systems. These insights allow companies to align supply chain decisions with broader sustainability objectives and regulatory requirements [46,47].

Despite its strengths, Life Cycle Assessment is subject to ongoing methodological debates and developments. One area of continuous refinement involves allocation methods, which are required when multiple products or functions share the same process. Decisions about allocation can significantly influence LCA results, and methodological consistency is essential for ensuring comparability across assessments. Another area of focus is the treatment of temporal and spatial variations, as environmental impacts often depend on location-specific factors such as climate, ecosystem sensitivity, energy mix, and technological characteristics. Emerging models that incorporate temporal dynamics or regional specificity represent efforts to improve the accuracy and relevance of LCA results.

The field of Life Cycle Impact Assessment continues to evolve as well, with new impact categories, characterization models, and modeling approaches being developed to reflect emerging scientific understanding. The addition of impact categories such as microplastic pollution, biodiversity loss, and ecosystem service degradation reflects the growing complexity of environmental challenges. Researchers also work to improve existing impact categories by refining characterization factors, incorporating mechanistic data, and integrating non-linear environmental responses. These advancements show that LCA is not a static methodology but a dynamic scientific discipline that evolves in response to new knowledge and societal needs.

Digital transformation is also reshaping the practice of LCA. Advances in big data analytics, machine learning, artificial intelligence, cloud computing, and environmental sensors have opened

new opportunities for real-time and high-resolution LCA modeling. Digital product passports, smart manufacturing systems, and automated data collection enable more accurate and up-to-date life cycle inventories. Machine learning algorithms can support data gap filling, scenario modeling, and sensitivity analysis, while cloud-based LCA platforms facilitate collaboration across industries and research institutions. These technological advancements enhance both the efficiency and accuracy of LCA, making it more accessible to practitioners and more capable of handling large-scale, complex systems.

From a scientific perspective, LCA's interdisciplinary nature is one of its greatest strengths. The methodology draws on principles from environmental science, engineering, economics, statistics, systems analysis, industrial ecology, and environmental policy. This interdisciplinary foundation enables LCA to address complex environmental questions that transcend traditional disciplinary boundaries. It also encourages collaboration among experts from diverse fields, fostering a more integrated approach to sustainability research. Industrial ecology, for instance, shares with LCA the systems perspective that highlights the interconnections between industrial activities and natural ecosystems. These shared conceptual frameworks enable synergistic developments that strengthen both fields [48,49].

At the same time, LCA must address philosophical and methodological questions that arise from its inherent complexity. For example, the selection of system boundaries influences which processes are included or excluded, potentially affecting conclusions. The definition of the functional unit requires careful consideration to ensure that comparisons remain scientifically valid. The interpretation of results must account for uncertainties, data limitations, and methodological choices. These considerations underscore the importance of expert judgment, methodological transparency, and critical review in the practice of LCA. By acknowledging and addressing these challenges, LCA maintains its scientific integrity and enhances its credibility in environmental decision-making [50,51].

The role of LCA in academic research continues to expand, with a growing number of studies applying the methodology to diverse environmental questions. Researchers use LCA to explore the sustainability of new materials, evaluate food systems, investigate waste management strategies, and examine water-energy-food nexus interactions. In environmental engineering, LCA supports the development of advanced technologies such as anaerobic digestion, water treatment systems, and industrial symbiosis networks. In public health, LCA contributes to studies that evaluate the

environmental determinants of health, such as pollution-related disease burdens or chemical exposure risks. Across these fields, LCA provides a quantitative foundation for research that seeks to understand and mitigate human impacts on the environment [52,53].

Education and capacity building also play key roles in the continued advancement of Life Cycle Assessment. As universities incorporate LCA into engineering, environmental science, and sustainability curricula, future professionals become equipped with the knowledge and skills needed to apply life cycle thinking in their careers. Training and certification programs offered by professional organizations further support the development of LCA practitioners. These educational efforts ensure that LCA remains an accessible and widely understood methodology, enabling its integration into broader sustainability initiatives [54,55].

The global relevance of LCA is evident in its increasing uptake by developing countries seeking to balance economic development with environmental protection. LCA supports the design of sustainable infrastructure, the evaluation of renewable energy expansion, and the development of sustainable agricultural practices in regions facing resource constraints and environmental vulnerabilities. International collaboration and knowledge exchange help build capacity in these regions, allowing LCA to contribute to global sustainability goals such as the United Nations Sustainable Development Goals. By fostering a consistent and comparable framework for environmental assessment, LCA strengthens global cooperation in addressing shared environmental challenges [56,57].

The features of Life Cycle Assessment reflect its sophisticated conceptual foundation, methodological rigor, interdisciplinary nature, and broad applicability across scientific, industrial, and policy domains. Its ability to provide comprehensive, transparent, and scientifically grounded evaluations of environmental performance makes it an indispensable tool for guiding sustainable development. As environmental challenges become increasingly complex and interconnected, the continued evolution of LCA will be critical for supporting informed decision-making, fostering innovation, and promoting global sustainability. The growing emphasis on life cycle thinking, coupled with advances in methodology, policy integration, industrial application, and digital technologies, ensures that LCA will remain at the forefront of environmental assessment and sustainability science for decades to come [58-60].

Background

Life Cycle Assessment (LCA) emerged as a scientific and methodological response to the increasing need for comprehensive environmental evaluation during the rapid industrial expansion of the mid-twentieth century. As global production systems became more complex, interconnected, and resource-intensive, traditional environmental assessment tools—focused primarily on single stages of a product’s development—proved insufficient for identifying the true extent of ecological burdens. Early environmental policies were largely reactive, attempting to mitigate pollution at the end of production cycles without considering upstream factors such as raw material extraction, energy use, or supply chain dynamics. This fragmented approach led to unintended consequences and burden shifting, where improvements in one stage of a product’s lifespan could create new environmental harms in another. These limitations prompted scientists, engineers, and policymakers to seek analytical frameworks capable of capturing the full spectrum of environmental interactions across entire product systems. This historical necessity laid the foundation for the development of LCA [61,62].

The origins of LCA can be traced to the 1960s, when researchers began conducting energy and resource flow analyses for industrial systems. The first known life cycle-oriented study was performed in 1963 by Harold Smith at the Coca-Cola Company, which explored energy use and resource consumption associated with alternative beverage packaging systems. Around the same time, emerging concerns over environmental degradation—highlighted by publications such as Rachel Carson’s *Silent Spring*—brought increased attention to the broader impacts of industrial activity on ecosystems and public health. The oil crises of the 1970s further intensified scientific interest in evaluating resource dependencies and energy expenditures across full product life cycles. These early studies were primarily focused on energy analysis, but they laid the groundwork for expanding the assessment to include additional environmental indicators such as emissions, pollution, and waste generation.

By the 1980s, Life Cycle Assessment had begun to evolve into a more defined methodological field. Researchers extended the analytical scope to include emissions to air, water, and soil, as well as waste outputs and other environmental burdens. This period also witnessed the emergence of life cycle thinking, a conceptual approach emphasizing that environmental impacts should be evaluated from cradle to grave—beginning with raw material extraction and ending with final disposal, recycling, or recovery. However, early LCAs lacked standardized procedures, making it

difficult to compare results across studies. Methodological variability was common, with inconsistencies in system boundaries, functional unit definitions, and impact categories. The need for harmonization became increasingly evident as industries, governments, and scholars sought more reliable and comparable assessments.

The formalization of LCA occurred during the 1990s, when major international organizations recognized the importance of creating unified global standards. The Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) played a central role, producing foundational guidelines that clarified key methodological concepts and outlined a more structured assessment framework. These early efforts led to the development of the ISO 14040 series, published by the International Organization for Standardization. The ISO standards provided a comprehensive methodological framework for conducting LCA, defining its four major phases—goal and scope definition, life cycle inventory, life cycle impact assessment, and interpretation. These standards established a unified global reference for practitioners, fostering consistency, transparency, and scientific credibility. Today, ISO 14040 and ISO 14044 remain the most widely accepted methodological frameworks for conducting LCA, guiding industries, policymakers, and researchers worldwide [63,64].

As environmental challenges grew more complex in the late twentieth and early twenty-first centuries, the need for holistic assessment methods became increasingly urgent. Climate change, biodiversity loss, deforestation, ocean acidification, and global pollution revealed the interconnected nature of ecological systems. Traditional environmental management approaches, which tended to isolate impacts rather than integrate them, were no longer sufficient. LCA responded to this challenge by offering a science-based methodology capable of evaluating multiple environmental impact categories simultaneously. This expanded analytical capability reflected the growing recognition that environmental sustainability cannot be addressed through narrow or single-indicator assessments. Instead, comprehensive and multi-dimensional evaluation tools are necessary to understand the trade-offs and synergies inherent in modern industrial systems [65,66].

A critical component of LCA's development involved the creation of life cycle inventory databases. These databases contain detailed information on the environmental flows associated with thousands of industrial processes, materials, chemicals, and energy pathways. Examples include the ecoinvent database, GaBi databases, and regional life cycle inventories tailored to

specific countries or sectors. The development of these databases required extensive collaboration among scientists, industry representatives, and policymakers. They significantly improved the accuracy and reliability of LCA results, enabling practitioners to model complex systems with greater precision. The increasing availability of inventory data also contributed to the development of advanced LCA software tools such as SimaPro, GaBi, OpenLCA, and GREET, which allow users to model life cycle systems efficiently and transparently [67,68].

Simultaneously, the evolution of Life Cycle Impact Assessment (LCIA) further strengthened LCA's analytical capacity. LCIA introduced scientifically derived characterization models that translate inventory data into potential environmental impacts. These models reflect complex environmental mechanisms, linking emissions or resource uses to outcomes such as global warming potential, acidification, eutrophication, human toxicity, ecotoxicity, resource depletion, and water scarcity. Early LCIA models focused on a limited number of categories, but continued research expanded the methodological coverage to include new and emerging environmental issues. Advancements in LCIA have increasingly integrated mechanistic models, regionalized impact factors, and probabilistic approaches, improving the scientific accuracy and environmental relevance of LCA outcomes [69,70].

The emergence of circular economy frameworks in recent decades has further amplified the importance of LCA. The circular economy seeks to minimize waste generation, promote resource efficiency, and extend product lifespans through strategies such as recycling, reuse, remanufacturing, and closed-loop supply chains. LCA provides the scientific foundation for evaluating whether these strategies truly reduce environmental burdens or whether they unintentionally shift impacts to other life cycle stages. For instance, recycling may reduce raw material extraction but increase energy consumption or emissions during reprocessing. LCA captures these trade-offs and helps optimize circularity interventions, ensuring that sustainability benefits are genuine and not merely theoretical. Thus, LCA serves as a critical decision-support tool in the transition toward circular economic systems [71,72].

In addition to environmental assessments, LCA has expanded to include life cycle costing (LCC) and social life cycle assessment (S-LCA), contributing to a broader sustainability framework. LCC evaluates the economic costs associated with a product throughout its life cycle, while S-LCA focuses on social and socioeconomic impacts such as labor practices, human rights, and community well-being. Together, these approaches form the foundation for life cycle sustainability assessment

(LCSA), a comprehensive framework that integrates environmental, economic, and social considerations. Although environmental LCA remains the most mature and widely adopted component, the expansion toward full sustainability assessment reflects growing recognition that holistic decision-making requires more than environmental metrics alone [73,74].

The growing global emphasis on decarbonization has also strengthened the demand for LCA in energy system analysis. Renewable energy technologies, despite their potential to reduce greenhouse gas emissions, are not inherently impact-free. Their environmental performance depends on material extraction, manufacturing processes, energy sources used during production, operational lifespans, and end-of-life management. LCA is therefore essential for assessing the true sustainability of solar panels, wind turbines, geothermal systems, biofuels, hydrogen production pathways, and nuclear energy technologies. These assessments reveal critical insights such as the importance of energy mix, regional conditions, recycling infrastructures, and material efficiency. Policymakers increasingly rely on LCA-derived evidence to support national energy strategies, emissions reduction plans, and investments in low-carbon technologies [75,76].

One of the most significant developments in recent years is the integration of digital technologies into LCA practice. Advancements in artificial intelligence, machine learning, big data analytics, and cloud computing have enhanced LCA capabilities by enabling more dynamic, real-time, and data-rich assessments. Automated data collection through digital sensors, industrial monitoring systems, Internet of Things (IoT) devices, and blockchain-based supply chain tracking has improved the accuracy and representativeness of inventory data. Machine learning algorithms support predictive modeling, uncertainty analysis, and hotspot identification. These digital innovations are reshaping the methodological landscape of LCA, transforming it from a static retrospective analysis into a dynamic, forward-looking decision-support system [77,78].

The global expansion of LCA has also been driven by the rising demand for sustainability reporting and transparency. Corporations, governments, universities, and international organizations increasingly rely on LCA results to support environmental disclosures, eco-labeling initiatives, and sustainable procurement programs. Environmental Product Declarations (EPDs), for example, are standardized environmental reports based on LCA results that enable transparent comparisons among similar products. These declarations are now required or widely adopted in sectors such as construction, packaging, electronics, textiles, and food production. Investors also use LCA-based disclosures to evaluate environmental performance within environmental, social, and governance

(ESG) frameworks. The incorporation of LCA into global sustainability reporting standards underscores its credibility, relevance, and scientific rigor [35,41,54].

Despite its strengths, Life Cycle Assessment faces ongoing challenges that shape its continued evolution. Data gaps remain a fundamental issue, particularly in sectors with rapidly changing technologies, limited monitoring capabilities, or geographically diverse supply chains. Uncertainties in input data, variability in system boundaries, differences in impact assessment models, and methodological choices can affect the outcomes and comparability of LCA studies. These challenges highlight the importance of transparency, peer review, sensitivity analysis, and methodological harmonization. Efforts to address these issues continue through advancements in database development, standardization activities, improved modeling techniques, and collaborative international projects.

The background of Life Cycle Assessment reflects a long history of scientific development, technological innovation, policy integration, and methodological refinement. What began as a simple energy analysis tool in the 1960s has transformed into one of the most sophisticated environmental assessment methodologies available today. LCA's evolution has been shaped by global environmental pressures, scientific advancements, emerging sustainability paradigms, and the growing need for credible, system-level decision support tools. The method's historical progression underscores its relevance in addressing contemporary sustainability challenges and its central role in guiding future environmental strategies. As environmental concerns intensify and societies increasingly seek sustainable solutions, the importance of LCA in informing responsible production, consumption, and policy-making will continue to grow [6,31,48].

Scientific advancements in environmental modeling and industrial ecology further strengthened the methodological maturity of LCA. Industrial ecology, with its emphasis on material and energy flows, circularity, and system optimization, provided theoretical support for understanding how products and processes fit within broader ecological and economic systems. LCA became one of the core analytical tools within industrial ecology, enabling researchers to map the complex interactions between industrial activities and natural ecosystems. The integration of systems thinking allowed LCA to capture indirect environmental consequences, such as upstream emissions occurring during raw material extraction, downstream waste management impacts, and cross-sectoral linkages that are often invisible in traditional assessments. As computational capacity and

data availability expanded, LCA evolved into a more quantitative and refined instrument capable of modeling complex supply chains and multi-regional environmental impacts [19,37,51].

A crucial component of the background of LCA involves the development of life cycle inventory databases and computational platforms that enable practitioners to quantify material and energy flows. Initially, data collection for LCA was labor-intensive and fragmented, relying heavily on site-specific industrial measurements and incomplete or inconsistent datasets. However, the establishment of standardized LCI databases fundamentally transformed the methodological landscape. Databases such as Ecoinvent, GaBi, ELCD, and USLCI provided structured, peer-reviewed inventory datasets covering thousands of processes across energy production, manufacturing, transportation, agriculture, and waste management. These databases not only enhanced the accuracy and reliability of LCA studies but also facilitated greater analytical depth, allowing researchers to model complex systems with unprecedented granularity. The proliferation of LCA software tools—such as SimaPro, OpenLCA, GaBi, and Umberto—further democratized access to LCA methodologies by providing user-friendly platforms that integrate inventory databases, impact assessment methods, and visualization tools. These technological advancements played a pivotal role in the expansion of LCA applications across academic, industrial, and policy domains [24,35,62].

In addition to improved inventory data, the evolution of life cycle impact assessment methods significantly contributed to the advancement of LCA. Early LCIA methods primarily focused on a limited set of impact categories, such as global warming potential, acidification, eutrophication, and resource depletion. As scientific understanding of environmental processes deepened, more sophisticated LCIA methods were developed to capture emerging environmental concerns. Methods such as TRACI, CML, ReCiPe, IMPACT2002+, ILCD, and EF3 incorporated a broader range of impact categories, including human toxicity, ecotoxicity, particulate matter formation, land-use change, ozone depletion, and water scarcity. These newer methods also integrated midpoint and endpoint modeling approaches, offering both detailed scientific analysis and high-level indicators relevant for policy and societal communication. The development of characterization factors, normalization steps, weighting procedures, and uncertainty analysis frameworks further strengthened the robustness of LCIA. As a result, LCA became capable of addressing multi-dimensional environmental impacts and identifying trade-offs between competing environmental objectives [36,48,58].

The conceptual background of LCA is also informed by global environmental policies, sustainability frameworks, and international agreements aimed at addressing climate change, resource depletion, and ecological degradation. The Rio Earth Summit, the emergence of sustainable development goals (SDGs), the Paris Agreement, and the rise of circular economy policies worldwide have all contributed to the growing importance of LCA. Governments increasingly rely on LCA to guide environmental regulation, eco-labeling schemes, and sustainable purchasing policies. For example, the European Union has integrated LCA into key policy instruments such as the Environmental Footprint Initiative, the Waste Framework Directive, and criteria for Green Public Procurement. LCA also informs product environmental declarations (EPDs), carbon footprint labeling, and environmental performance standards across industries. These policy-driven applications underscore the role of LCA in supporting evidence-based decision-making at national, regional, and global levels. The alignment of LCA with sustainability goals has contributed to its acceptance as a critical tool for promoting systemic environmental improvement and guiding the transition to more resource-efficient and climate-resilient societies [48,65,72].

The background of LCA also encompasses its expanding application across diverse industrial sectors, including energy, construction, transportation, manufacturing, electronics, agriculture, and consumer goods. As industries seek to improve the environmental performance of their operations and products, LCA provides a scientifically grounded means of quantifying impacts and identifying opportunities for improvement. In the energy sector, for example, LCA is used to compare fossil fuels, renewable energy technologies, and emerging energy storage systems. These assessments help decision-makers evaluate trade-offs between greenhouse gas emissions, land-use impacts, water consumption, and resource depletion. In construction, LCA informs building design, materials selection, and the development of green building certification systems such as LEED and BREEAM. In agriculture, LCA supports analyses of crop systems, livestock production, fertilizer use, and land management practices, helping stakeholders identify pathways for reducing environmental burdens associated with food production. The growing diversity of LCA applications reflects its versatility and underscores its value in addressing complex sustainability challenges across multiple sectors [34,49,73].

Despite its methodological strengths, the background of LCA also includes a history of challenges and controversies that have shaped its development. One persistent challenge involves data quality

and availability, particularly in cases where supply chains span multiple countries or rely on emerging technologies for which limited empirical data exists. Variability in data sources and assumptions can significantly influence LCA results, raising concerns about reproducibility and comparability. These issues have prompted researchers to develop standardized data quality assessment frameworks, uncertainty analysis tools, and transparent reporting requirements. Furthermore, the complexity of LCA models has occasionally led to misinterpretation of results, particularly when stakeholders lack sufficient technical understanding of the assumptions, boundaries, or impact categories used. To address this concern, efforts have been made to improve communication of LCA outcomes through visualization tools, simplified indicators, and stakeholder engagement processes [27,36,42].

Another significant aspect of the background of LCA relates to the methodological debates surrounding its scope and system boundaries. Cradle-to-grave, cradle-to-gate, and gate-to-gate assessments each offer different levels of system completeness, and the choice of system boundary can profoundly influence the outcomes of an LCA study. Indirect impacts, such as those associated with land-use change or supply chain energy use, may be overlooked if boundaries are too narrow. Conversely, overly expansive boundaries may introduce excessive complexity or data gaps. These methodological debates have contributed to the refinement of LCA practices and have encouraged greater transparency in the definition of system boundaries, allocation procedures, cut-off criteria, and modeling assumptions.

The background of LCA has also been shaped by increasing interest in consequential LCA (CLCA), which assesses the environmental consequences of changes in production or consumption patterns. Unlike attributional LCA, which describes the environmental profile of a product or system as it exists, consequential LCA examines how environmental burdens shift when decisions or policies alter production volumes, market dynamics, or technology deployment. The emergence of CLCA reflects growing recognition that environmental assessments must consider not only baseline conditions but also dynamic responses within markets and ecosystems. These developments highlight the evolving nature of LCA and its capacity to address complex sustainability questions in an increasingly interconnected world [27,49,68].

In recent years, digital transformation and advancements in computational modeling have further shaped the background of LCA. The integration of big data, artificial intelligence, remote sensing, and geospatial analysis has introduced new opportunities for automating data collection, improving

accuracy, and enabling real-time environmental monitoring. Digital product passports, blockchain-enabled supply chain transparency systems, and artificial intelligence-assisted LCA modeling represent emerging trends that promise to overcome longstanding data limitations. These innovations align with broader shifts toward digital sustainability and enhance the ability of LCA to support circular economy transitions by providing traceable, verifiable, and dynamic environmental information [17,23,76].

As LCA continues to evolve, its background reflects a rich interplay of scientific, industrial, policy, methodological, and technological influences. From its origins in basic energy and material flow analysis to its modern role as a global standard for environmental assessment, LCA has undergone profound transformation. It has matured into a rigorous, systematic, and multidisciplinary tool capable of addressing some of the most pressing environmental challenges of the twenty-first century. Its historical trajectory demonstrates how scientific innovation, policy needs, and societal pressures converge to shape methodological development and drive continuous improvement. Understanding this background provides a foundation for appreciating the contemporary features of LCA and the future directions of sustainability assessment in an era defined by environmental uncertainty, technological complexity, and urgent calls for global climate action.

GOAL

The primary goal of this work is to provide a detailed, conceptually rigorous, and methodologically grounded examination of the fundamental features, analytical structure, and practical implications of Life Cycle Assessment as a comprehensive framework for evaluating environmental performance across product systems, industrial processes, and technological pathways. This study seeks to elucidate the theoretical underpinnings that support LCA as a scientific instrument, to clarify its methodological architecture as defined by international standards, and to explore its capacity to capture complex environmental interactions across multiple stages of the life cycle. By establishing a clear and systematic exposition of LCA's features, the work aims to enhance understanding of its role in advancing environmental sustainability, informing evidence-based decision-making, and shaping policy and industrial strategies that reduce ecological burdens while promoting long-term resource efficiency.

A central objective of this study is to analyze how LCA operationalizes systems thinking by integrating diverse environmental inputs and outputs into a structured assessment framework that spans the entire continuum of product existence—from raw material acquisition and upstream

production processes to downstream use, disposal, and potential reintegration into circular material flows. This analysis focuses on the conceptual logic that defines LCA's boundary-setting approaches, its reliance on inventory modeling, and its incorporation of scientifically validated impact assessment methodologies. By doing so, the study aims to articulate how LCA transforms fragmented and often hidden environmental burdens into quantifiable and interpretable metrics capable of guiding sustainable design, manufacturing, policy formulation, and consumer choices. Another key goal of this work is to critically examine the methodological features that lend credibility and scientific rigor to LCA. These features include the standardized four-phase structure outlined in ISO 14040 and 14044, the use of detailed life cycle inventory databases, the incorporation of life cycle impact assessment methods based on midpoint and endpoint modeling, and the integration of uncertainty analysis and sensitivity assessment to ensure robustness in interpretation. The study aims to clarify how these methodological components function individually and collectively to produce reliable, transparent, and replicable assessments. In doing so, the work contributes to a more nuanced understanding of the strengths and limitations inherent in LCA practice, particularly in contexts where data scarcity, methodological choices, or system complexity may influence outcomes.

This work also seeks to explore the broader relevance and implications of LCA in addressing contemporary environmental challenges. As global concerns about climate change, resource depletion, pollution, and sustainability intensify, LCA has become increasingly central to environmental governance, industrial innovation, and sustainable product development. The goal is thus to articulate how the key features of LCA support its integration into environmental policy frameworks, eco-labeling schemes, product environmental declarations, green procurement strategies, and corporate sustainability assessments. By establishing these connections, the study demonstrates how LCA contributes to aligning industrial activities with regional and global sustainability objectives, including those defined by the United Nations Sustainable Development Goals, circular economy strategies, and international climate commitments.

Additionally, the work aims to highlight the evolving nature of LCA as it adapts to new scientific insights, technological advancements, and emerging environmental concerns. As digitalization, artificial intelligence, supply chain transparency technologies, and advanced environmental modeling continue to reshape the analytical landscape, LCA is undergoing a period of significant innovation. The goal of this work is to examine how these developments influence the

methodological features and future potential of LCA, enabling more dynamic, precise, and real-time assessments that can better support sustainable transitions in complex socio-industrial systems.

The overarching goal of this study is to contribute to the scientific and practical understanding of Life Cycle Assessment by synthesizing its defining features into a coherent, integrative narrative. Through a detailed exploration encompassing its historical evolution, methodological foundations, data structures, impact assessment techniques, and cross-sectoral applications, the work aims to provide scholars, policymakers, practitioners, and stakeholders with a comprehensive reference that supports informed decision-making and promotes the effective use of LCA in advancing environmental sustainability. By articulating the unique characteristics that distinguish LCA from other environmental assessment tools, this study seeks to strengthen its role as an indispensable analytical framework in guiding the development of environmentally responsible products, systems, and policies across the globe.

Results and Discussion

Life Cycle Assessment (LCA) has consistently demonstrated its capacity as a comprehensive, systems-oriented methodology for evaluating environmental burdens across products, processes, and services, offering a framework that is both scientifically rigorous and analytically versatile. The analytical outcomes derived from examining the features of LCA reveal an intricate interplay between methodological precision, data structuring, impact modeling, and interpretive reasoning. Through careful conceptual scrutiny, it becomes evident that LCA is not merely a tool for quantifying environmental impacts but also a lens through which the systemic consequences of technological, industrial, and consumption choices can be critically assessed. Central to its analytical framework is the integration of life cycle thinking, a paradigm that fundamentally reorients environmental assessment from narrow, endpoint-focused approaches to holistic, cradle-to-grave perspectives. This shift in conceptual orientation enables the identification of both direct and indirect environmental pressures, encompassing upstream extraction activities, energy and material flows during manufacturing, operational and usage emissions, and downstream disposal, recycling, or recovery processes. Consequently, the LCA framework elucidates environmental trade-offs and interdependencies that remain largely hidden in conventional assessment methodologies, emphasizing the systemic dimension of sustainability evaluation and the importance of examining entire product or process life cycles as integrated units of analysis.

A fundamental feature emerging from the conceptual analysis of LCA is its rigorous four-phase methodological structure, codified in the ISO 14040 and 14044 standards. The goal and scope definition phase provides a strategic foundation, explicitly delineating the objectives, functional units, system boundaries, and assumptions that guide the assessment. This phase is critical in establishing the analytical framework, as the precision of the goal statement and the rigor of boundary specification directly influence the interpretive reliability of subsequent results. By explicitly defining what is to be assessed, the functional unit ensures comparability between different systems, processes, or products, thereby establishing a coherent metric for analysis. The significance of this standardization cannot be overstated, as inconsistencies in functional unit definition or boundary delineation are primary sources of variability in LCA outcomes, which can undermine the credibility and applicability of the assessment. Through systematic goal and scope definition, LCA transforms abstract sustainability concerns into concrete analytical objectives, providing a foundation for structured data collection, modeling, and interpretation.

The life cycle inventory (LCI) phase represents the empirical backbone of LCA, where quantitative data on energy consumption, material flows, emissions, and waste streams are compiled across all relevant processes within the system boundary. Analytical scrutiny of this phase reveals that LCI is not merely a data-gathering exercise but a sophisticated process requiring meticulous accounting of inputs and outputs across diverse industrial, agricultural, and service sectors. High-quality LCI data allow for the accurate modeling of upstream and downstream processes, capturing both direct and indirect environmental pressures. A critical insight emerging from conceptual evaluation is that the completeness, representativeness, and temporal resolution of inventory data substantially affect the reliability of environmental impact predictions. Inaccurate or incomplete data can propagate uncertainty, leading to biased or misleading conclusions regarding environmental performance. Consequently, LCI serves as both the quantitative substrate of LCA and a reflection of the methodological rigor inherent in the assessment process, highlighting the centrality of data quality, transparency, and methodological consistency in producing scientifically valid results.

Life Cycle Impact Assessment (LCIA) constitutes the analytical phase in which the inventory data are translated into meaningful environmental impact indicators. Conceptual evaluation reveals that LCIA functions as a bridge between raw process-level data and interpretive insights regarding environmental significance. The method involves classification, characterization, and, in some instances, normalization and weighting, producing metrics that describe potential impacts across a

range of environmental categories, including global warming potential, ozone depletion, acidification, eutrophication, resource depletion, human toxicity, and ecotoxicity. The analytical strength of LCIA lies in its capacity to transform complex, multidimensional inventory data into interpretable indicators that facilitate decision-making. Through the application of scientifically derived characterization factors, LCIA provides a systematic approach for understanding how emissions or resource uses translate into potential environmental consequences. The conceptual analysis of LCIA further highlights that the choice of impact categories, characterization models, and methodological assumptions can influence the interpretation of results, underscoring the importance of methodological transparency, sensitivity analysis, and critical evaluation of model limitations. By formalizing the translation of raw data into ecologically and socially relevant indicators, LCIA constitutes the core analytical engine of LCA, enabling comprehensive evaluation of environmental trade-offs and systemic sustainability implications.

Interpretation, the final phase of LCA, represents the stage in which analytical results are synthesized, evaluated, and contextualized within the broader goals of the assessment. Conceptual analysis of this phase reveals its dual function as both a methodological and strategic component of LCA. Methodologically, interpretation entails the identification of significant environmental hotspots, sensitivity analyses to evaluate the robustness of results under varying assumptions, and uncertainty assessment to quantify the reliability of conclusions. Strategically, interpretation involves translating analytical findings into actionable insights for decision-makers, whether in product design, policy formulation, or industrial process optimization. This phase emphasizes that LCA is not purely descriptive but inherently prescriptive, providing evidence to guide interventions that reduce environmental burdens. Moreover, the iterative nature of interpretation allows for the refinement of previous phases, fostering continuous methodological improvement, enhancing analytical precision, and ensuring that conclusions remain scientifically defensible and contextually relevant.

An additional dimension emerging from conceptual scrutiny is the role of system boundaries in shaping LCA outcomes. The definition of cradle-to-gate, cradle-to-grave, or gate-to-gate boundaries introduces analytical variability that must be carefully considered in interpretation. Narrow boundaries may exclude significant upstream or downstream processes, leading to underestimation of environmental impacts, whereas overly expansive boundaries can introduce data gaps, increase uncertainty, and complicate analysis. Analytical evaluation of boundary effects

reveals that the selection of appropriate system scope is both a methodological and strategic decision, requiring alignment with the goals of the study, the intended audience, and the level of decision-making granularity desired. Boundary definition interacts with other methodological features, including allocation procedures in multi-functional processes, cut-off criteria for minor flows, and treatment of recycling or reuse systems, further emphasizing the interdependent nature of LCA components and the need for holistic analytical reasoning.

Data quality and uncertainty management constitute another critical analytical feature of LCA, reflecting the inherent variability and incompleteness of environmental data. Conceptual analysis indicates that uncertainty arises from multiple sources, including measurement errors, temporal and spatial variability, modeling assumptions, and extrapolation of data across processes or regions. Rigorous uncertainty analysis, including sensitivity assessments and scenario modeling, is essential to understand the confidence level associated with LCA outcomes and to guide decision-making under conditions of incomplete knowledge. This analytical insight highlights the dual role of LCA as both a quantitative instrument and a framework for structured reasoning, where the identification, quantification, and communication of uncertainty are integral to producing robust and scientifically defensible results.

A further analytical dimension concerns the interplay between inventory completeness and impact assessment granularity. Detailed life cycle inventories enable nuanced modeling of environmental flows, while sophisticated LCIA methods provide differentiated assessments across multiple categories. Conceptual evaluation reveals that this interplay is crucial for identifying environmental trade-offs, where improvements in one impact category may inadvertently exacerbate pressures in another. For example, selecting lightweight materials for energy efficiency may reduce greenhouse gas emissions during product use but increase ecotoxicity due to complex chemical processing or mining requirements. Analytical reasoning facilitated by LCA allows for the identification and mitigation of such trade-offs, emphasizing its value as a decision-support tool capable of balancing competing environmental objectives.

The analytical examination of LCA further highlights its capacity for integration with emerging sustainability assessment frameworks. Life Cycle Sustainability Assessment (LCSA), which combines environmental LCA with life cycle costing (LCC) and social life cycle assessment (S-LCA), expands the interpretive capacity of the method beyond ecological metrics to encompass economic and social dimensions. Conceptual analysis demonstrates that integrating these

frameworks requires careful consideration of methodological harmonization, functional unit consistency, and cross-domain interactions. Such integration underscores LCA's analytical versatility and its potential to inform holistic sustainability strategies, reflecting the increasing complexity of environmental decision-making in industrial, policy, and societal contexts.

Life Cycle Assessment also exhibits analytical adaptability in relation to technological innovation and emerging industrial paradigms. Conceptual evaluation reveals that LCA can accommodate novel materials, renewable energy technologies, advanced manufacturing systems, and circular economy strategies by modeling their potential environmental consequences across the full life cycle. This adaptability is predicated on the methodological flexibility of inventory data, impact assessment models, and interpretation strategies, which allow practitioners to evaluate trade-offs associated with material substitution, energy efficiency, process optimization, and end-of-life management. In this sense, LCA functions as both a retrospective analytical tool and a prospective evaluative framework, providing decision-makers with a systematic approach to anticipate environmental impacts associated with technological and process innovations.

Another critical analytical feature of LCA lies in its ability to inform strategic decision-making at multiple scales, from product-level design to regional and global policy frameworks. Conceptual analysis reveals that LCA outputs, when interpreted systematically, support evidence-based decisions concerning material selection, process optimization, supply chain configuration, energy sourcing, and product-service system design. At broader scales, LCA can inform policy interventions such as eco-labeling, carbon footprint regulation, environmental procurement policies, and resource efficiency mandates. Analytical evaluation demonstrates that this scalability is contingent upon methodological rigor, data transparency, and the alignment of system boundaries with decision-making contexts, emphasizing LCA's dual role as both a technical instrument and a strategic guide for sustainability planning.

Furthermore, conceptual analysis underscores the importance of methodological standardization and harmonization in ensuring the credibility, comparability, and interpretive utility of LCA. Variability in system boundaries, functional unit definitions, allocation methods, impact assessment models, and data quality can lead to divergent results, undermining confidence in the methodology. Analytical reasoning indicates that adherence to ISO standards, critical review processes, and transparent reporting are essential for mitigating these risks. This standardization enhances the interpretive clarity of LCA results, facilitates cross-sectoral comparisons, and enables

integration into broader sustainability evaluation frameworks. Consequently, methodological harmonization emerges as a central analytical feature, ensuring that LCA maintains its role as a scientifically rigorous and policy-relevant assessment tool.

The analytical evaluation of LCA also emphasizes its potential for identifying environmental hotspots and prioritizing interventions. By integrating inventory data with impact assessment methodologies, LCA enables practitioners to pinpoint processes, materials, or life cycle stages that contribute disproportionately to environmental burdens. Conceptual reasoning highlights that hotspot identification is a critical feature for informing targeted mitigation strategies, optimizing resource allocation, and maximizing the effectiveness of sustainability interventions. In addition, this feature supports iterative decision-making, where interventions can be assessed, refined, and evaluated within a structured, evidence-based framework. The analytical clarity provided by hotspot analysis reinforces LCA's utility as a diagnostic and prescriptive tool for environmental management.

Finally, conceptual and analytical evaluation highlights the evolving capacity of LCA to incorporate digital technologies, machine learning, and big data analytics, which enhance its precision, dynamism, and relevance in complex socio-industrial systems. Automated data collection, real-time monitoring, predictive modeling, and scenario analysis enable more accurate, timely, and context-specific assessments. These technological integrations expand the analytical capabilities of LCA, allowing practitioners to evaluate not only static life cycle impacts but also dynamic system responses to policy, market, and technological changes. Analytical reasoning suggests that the convergence of methodological rigor and technological innovation positions LCA as a central instrument in the pursuit of evidence-based, data-driven sustainability strategies across industries and governance structures.

In conclusion, the analytical and conceptual evaluation of Life Cycle Assessment demonstrates that its defining features—comprehensive life cycle thinking, methodological rigor, standardized inventory and impact assessment frameworks, interpretive synthesis, uncertainty management, adaptability to innovation, and scalability across decision-making contexts—collectively constitute a robust, versatile, and scientifically grounded tool for environmental assessment. The conceptual analysis underscores that LCA is not merely a quantitative methodology but a structured framework for reasoning about complex environmental systems, identifying trade-offs, guiding sustainability interventions, and integrating ecological, economic, and social considerations into

decision-making processes. By providing a coherent structure for understanding and mitigating environmental impacts across multiple scales and sectors, LCA fulfills its central purpose as both an analytical and prescriptive instrument in the pursuit of systemic sustainability and responsible resource management. Its ongoing methodological refinement, technological integration, and alignment with global sustainability frameworks ensure that LCA remains an indispensable tool for addressing the multifaceted environmental challenges of the twenty-first century, supporting evidence-based decision-making, and promoting the transition toward sustainable production and consumption systems.

The continuing analysis of Life Cycle Assessment underscores the intricate interdependencies between methodological choices, system boundary delineation, and the interpretive clarity of environmental results. A particularly salient aspect of contemporary LCA practice lies in its capacity to accommodate emerging environmental challenges, including climate change mitigation, biodiversity preservation, and the management of complex chemical pollutants. Conceptual examination reveals that these challenges necessitate a refinement of traditional LCA frameworks to incorporate dynamic, multi-scalar environmental processes that are often non-linear and spatially heterogeneous. For instance, the evaluation of land-use change, ecosystem service disruption, or regional water scarcity introduces additional layers of analytical complexity, demanding higher-resolution inventory data and region-specific characterization factors. Consequently, the methodological rigor of LCA must be coupled with adaptive modeling approaches that can capture the variability and uncertainty inherent in natural systems. Such adaptations not only enhance the accuracy of impact quantification but also reinforce LCA's role as a predictive, forward-looking tool capable of informing proactive environmental strategies.

The integration of consequential thinking into LCA represents a pivotal evolution in its analytical framework. Whereas traditional attributional LCA focuses on describing the environmental profile of a product or system as it exists, consequential LCA assesses the potential environmental outcomes resulting from changes in production volumes, consumption patterns, or technological implementation. Conceptual analysis reveals that consequential LCA significantly extends the interpretive power of the methodology by allowing practitioners to evaluate cause-effect relationships and anticipate indirect effects across supply chains and markets. For example, modifications in the production of bio-based materials may lead to shifts in land-use allocation, energy demand, or emissions in regions not directly associated with the primary system. By

incorporating consequential modeling, LCA becomes an essential tool for policymakers and industry leaders seeking to understand systemic repercussions of sustainability interventions, thereby aligning methodological practice with real-world decision-making contexts.

The consideration of uncertainty and variability remains central to advanced LCA analysis. Expanded scrutiny highlights that uncertainties arise not only from measurement errors or incomplete datasets but also from the fundamental stochasticity of environmental processes and technological dynamics. Monte Carlo simulations, probabilistic modeling, and scenario-based analysis are increasingly employed to quantify these uncertainties, enabling practitioners to assess the robustness of conclusions and to prioritize interventions that are resilient to data limitations. Analytical evaluation further emphasizes that the communication of uncertainty is not a peripheral concern but an integral component of LCA interpretation. Clear documentation of assumptions, sensitivity analyses, and confidence intervals ensures that decision-makers can make informed choices, reducing the risk of unintended environmental trade-offs. Consequently, uncertainty management emerges as both a methodological necessity and a strategic enabler for enhancing the credibility and reliability of LCA outcomes.

In addition to uncertainty, the allocation of environmental burdens in multi-functional processes presents a persistent analytical challenge. When a single process yields multiple outputs, determining how to distribute resource consumption and emissions among products requires careful conceptual reasoning. Allocation methods, including mass-based, energy-based, economic value-based, or system expansion approaches, each carry implications for interpretive outcomes. Conceptual examination reveals that the choice of allocation method can significantly influence hotspot identification, trade-off evaluation, and strategic decision-making. Rigorous methodological guidance and transparent reporting are therefore critical to ensure that allocation decisions are scientifically defensible and aligned with the overarching goals of the assessment. Furthermore, sensitivity analysis of allocation choices contributes to the robustness of LCA conclusions and reinforces its value as a decision-support tool.

Another dimension of advanced LCA analysis is the evaluation of end-of-life strategies and circularity interventions. Modern sustainability frameworks increasingly emphasize resource efficiency, recycling, remanufacturing, and closed-loop supply chains as mechanisms for reducing environmental impacts. Conceptual analysis highlights that LCA provides the analytical foundation for assessing whether these interventions genuinely mitigate environmental burdens or merely shift

impacts to other life cycle stages. For instance, the recycling of complex materials may reduce raw material extraction but could increase energy consumption and emissions during reprocessing. LCA enables the quantification of such trade-offs, ensuring that circular economy strategies are evaluated comprehensively and that sustainability claims are evidence-based. The capacity to model alternative end-of-life scenarios underscores the methodological adaptability of LCA and its relevance in guiding both industry and policy toward environmentally sound decision-making. The incorporation of social and economic dimensions within Life Cycle Assessment further extends its analytical scope. Life Cycle Sustainability Assessment (LCSA) integrates traditional environmental LCA with life cycle costing and social life cycle assessment, enabling a multidimensional evaluation of product and process sustainability. Conceptual examination reveals that LCSA allows stakeholders to consider economic viability, labor conditions, human health impacts, and community welfare alongside environmental metrics, thereby supporting more holistic decision-making. The analytical challenge lies in harmonizing data across these domains, establishing consistent functional units, and addressing the inherently qualitative nature of social indicators. Nevertheless, the integration of these dimensions reflects the evolving nature of LCA as a comprehensive sustainability assessment tool capable of informing complex strategic decisions in industrial, societal, and policy contexts.

Technological advancements are increasingly reshaping the analytical capabilities of LCA. The integration of big data analytics, machine learning algorithms, digital twins, and real-time monitoring systems enhances the precision, granularity, and responsiveness of assessments. Conceptual evaluation demonstrates that these innovations enable dynamic modeling of environmental impacts, predictive scenario analysis, and real-time optimization of industrial processes. The use of sensor networks, Internet of Things (IoT) technologies, and blockchain-enabled supply chain tracking allows for accurate mapping of material flows, emissions, and energy consumption, reducing reliance on generalized datasets and improving spatial and temporal resolution. These technological enhancements reinforce the analytical rigor of LCA, expanding its applicability to emerging industrial paradigms, high-complexity supply chains, and rapidly evolving technological contexts.

Furthermore, the analytical evaluation of LCA underscores its critical role in guiding environmental policy and regulatory frameworks. LCA-based evidence informs eco-labeling schemes, carbon footprint regulations, sustainable procurement strategies, and industry-specific

performance standards. Conceptual reasoning reveals that the credibility of such policies relies heavily on the methodological soundness, transparency, and reproducibility of LCA studies. By providing a structured, quantitative basis for assessing environmental trade-offs, LCA supports evidence-based governance, enhances accountability, and facilitates the alignment of industrial practices with regional, national, and global sustainability objectives. Analytical integration of LCA within policy frameworks exemplifies its dual role as both a technical assessment tool and a strategic instrument for advancing environmental stewardship.

The identification of environmental hotspots through LCA constitutes another key analytical feature. By highlighting processes, materials, or life cycle stages that disproportionately contribute to environmental burdens, LCA enables targeted interventions that maximize sustainability gains. Conceptual analysis demonstrates that hotspot identification supports iterative decision-making, facilitating optimization of product design, process engineering, energy efficiency, and waste management. This function is particularly valuable in complex systems where multiple interdependent processes exist, as it allows practitioners to prioritize interventions with the greatest potential environmental benefit. The analytical clarity provided by hotspot analysis strengthens the strategic utility of LCA, ensuring that environmental management efforts are both evidence-based and outcome-oriented.

Spatial and temporal considerations further enhance the analytical depth of LCA. Traditional LCA approaches often assume generic, static conditions; however, environmental impacts are inherently spatially and temporally heterogeneous. Advanced analytical approaches incorporate regionalized characterization factors, temporal scenario modeling, and sensitivity to climatic, ecological, and socioeconomic variations. Conceptual evaluation reveals that accounting for these dimensions improves the precision of environmental assessments and enhances the relevance of results for context-specific decision-making. For example, water scarcity impacts in arid regions differ substantially from those in water-abundant regions, and temporal considerations may affect the relative significance of emissions due to technological evolution or regulatory changes. LCA's capacity to integrate these spatial-temporal dynamics underscores its methodological sophistication and its relevance for nuanced sustainability analysis.

The interplay between methodological rigor, interpretive flexibility, and technological integration positions LCA as a central tool for addressing the environmental challenges of the twenty-first century. Conceptual evaluation demonstrates that the methodology's analytical features—

comprehensive life cycle modeling, structured inventory and impact assessment, uncertainty quantification, adaptability to novel processes, and scalability across decision-making contexts—collectively enable robust evaluation of complex environmental systems. The continued refinement of these features, alongside the integration of emerging computational and data-driven technologies, ensures that LCA remains both scientifically rigorous and practically applicable. Through this evolving analytical capacity, LCA not only informs current sustainability strategies but also anticipates future environmental pressures, guiding proactive decision-making that aligns industrial activity, technological innovation, and policy frameworks with systemic sustainability objectives.

In synthesis, the continuing conceptual and analytical discussion of Life Cycle Assessment demonstrates that its defining features—holistic life cycle thinking, methodological precision, integrated inventory and impact assessment, uncertainty management, hotspot identification, spatial-temporal resolution, and adaptability to technological innovation—constitute a coherent framework for evaluating environmental burdens with scientific rigor. By bridging quantitative analysis, theoretical reasoning, and strategic application, LCA provides a uniquely versatile instrument for understanding, managing, and mitigating the complex environmental impacts associated with modern production and consumption systems. Its capacity to incorporate emerging challenges, integrate sustainability dimensions, and support evidence-based decision-making underscores its enduring relevance as both an analytical and prescriptive tool in the global pursuit of sustainable development.

A critical extension of the conceptual evaluation of Life Cycle Assessment involves an in-depth examination of methodological debates that have shaped its evolution and contemporary practice. Among the most prominent of these debates is the tension between attributional and consequential approaches, which reflects fundamentally different analytical philosophies and practical objectives. Attributional LCA seeks to describe the environmental profile of a product or system as it currently exists, focusing on quantifying emissions, energy consumption, and resource utilization for decision-making within well-defined boundaries. Conceptual analysis demonstrates that this approach provides clarity, reproducibility, and methodological simplicity, making it suitable for product labeling, eco-certification, and comparative studies of existing systems. Conversely, consequential LCA extends the analytical horizon, incorporating market-mediated effects, systemic feedback loops, and the potential environmental consequences of behavioral or policy

changes. This approach is inherently more complex and uncertain, requiring dynamic modeling, scenario analysis, and comprehensive data integration. Conceptual scrutiny reveals that the choice between these approaches is not merely technical but also normative, reflecting the intended purpose of the assessment, the decision-making context, and the degree of systemic insight sought. By understanding this methodological spectrum, practitioners can tailor LCA frameworks to address specific analytical questions while maintaining scientific rigor and interpretive transparency.

Sectoral implications of LCA provide another fertile domain for conceptual and analytical exploration. Industrial applications of LCA have consistently revealed sector-specific dynamics that shape methodological choices, data requirements, and interpretive outcomes. In the energy sector, for example, LCA is used to evaluate the comparative environmental performance of fossil fuels, renewable energy systems, and emerging storage technologies. Conceptual analysis shows that life cycle emissions, energy return on investment, and resource depletion are highly sensitive to upstream extraction practices, grid composition, and technological efficiency. In the construction sector, LCA elucidates the environmental impacts of building materials, construction processes, and operational energy use. Analytical insights reveal that material selection, durability, and end-of-life strategies can significantly influence cumulative environmental burdens. In agriculture and food systems, LCA captures the complex interactions between land use, fertilizer application, water consumption, and supply chain logistics. Here, conceptual evaluation underscores the importance of spatial and temporal resolution, as environmental impacts vary with regional soil characteristics, climate patterns, and production cycles. Across sectors, LCA's adaptability and systematic rigor enable the identification of hotspots, the quantification of trade-offs, and the development of targeted sustainability strategies that are both evidence-based and contextually grounded.

The integration of circular economy principles represents a further frontier in LCA analysis. Conceptual evaluation demonstrates that traditional linear models of production and consumption—characterized by resource extraction, use, and disposal—fail to capture the potential benefits and unintended consequences of material recovery, reuse, and recycling. LCA provides the analytical infrastructure to assess these circular interventions, quantifying reductions in primary resource consumption, energy use, and emissions while simultaneously identifying potential trade-offs in processing energy, chemical hazards, or logistical complexity. For instance, the recycling of composite materials may reduce virgin material extraction but increase energy demand and

generate secondary pollutants. Analytical scrutiny indicates that such trade-offs are highly context-dependent and must be evaluated with precise inventory data, impact characterization methods, and scenario modeling. Through the lens of LCA, circular economy strategies can be systematically assessed, ensuring that sustainability initiatives achieve net environmental benefit rather than merely shifting burdens across life cycle stages or geographic regions.

Digitalization and technological innovation constitute transformative forces in contemporary LCA practice. Conceptual analysis reveals that the integration of big data, machine learning, and predictive analytics significantly enhances the precision, dynamism, and applicability of assessments. Digital twins, for instance, allow the virtual modeling of products, processes, or entire supply chains, enabling real-time monitoring of material and energy flows. Blockchain technologies enhance transparency and traceability, providing verifiable data on resource provenance, processing conditions, and emissions. Remote sensing and geospatial modeling facilitate region-specific assessment of land-use impacts, water scarcity, and biodiversity pressures. These innovations not only improve the accuracy of environmental impact quantification but also enable dynamic scenario modeling, sensitivity analysis, and predictive forecasting, thereby aligning LCA with the increasingly complex and data-intensive demands of modern industrial and policy contexts. Conceptually, these technological enhancements position LCA as both a retrospective assessment tool and a prospective planning instrument, capable of informing strategic decisions across multiple temporal, spatial, and systemic scales.

Climate change mitigation and biodiversity conservation emerge as particularly salient domains for expanded LCA application. Analytical evaluation highlights that greenhouse gas emissions, carbon sequestration potential, and land-use impacts are highly sensitive to methodological assumptions, temporal horizons, and regional contextualization. For instance, the assessment of bioenergy systems requires careful modeling of land-use change, indirect emissions, and soil carbon dynamics. Similarly, the evaluation of agroforestry, ecosystem restoration, or sustainable forestry practices depends on integrating ecological principles, species-specific responses, and habitat connectivity considerations. Conceptual analysis underscores that LCA must accommodate these complex environmental interactions through enhanced data granularity, impact assessment methods that capture ecological endpoints, and scenario modeling that accounts for variability in climate projections and ecosystem responses. By integrating climate and biodiversity perspectives, LCA provides a multidimensional understanding of environmental performance, enabling

decision-makers to balance mitigation, adaptation, and conservation objectives in a scientifically defensible manner.

Trade-off analysis constitutes another essential analytical feature of LCA. Conceptual reasoning reveals that interventions aimed at reducing environmental burdens in one life cycle stage or impact category may inadvertently exacerbate pressures in another. For example, lightweighting strategies in transportation can reduce fuel consumption and greenhouse gas emissions but may require the use of energy-intensive or toxic materials. Similarly, water-saving irrigation techniques in agriculture may reduce freshwater use but increase energy consumption for pumping or alter nutrient runoff patterns. LCA provides the methodological framework to quantify these trade-offs systematically, identify hotspots, and evaluate net environmental benefits, ensuring that sustainability strategies are evidence-based and balanced. Analytical evaluation emphasizes that the identification and interpretation of trade-offs are critical for informed decision-making, guiding interventions that maximize positive environmental outcomes while minimizing unintended consequences.

Stakeholder engagement and interpretive transparency further enhance the analytical robustness of LCA. Conceptual analysis demonstrates that involving industry practitioners, policymakers, scientists, and community representatives in the assessment process strengthens the relevance, acceptability, and applicability of results. Transparent reporting of assumptions, data sources, allocation methods, and uncertainty considerations allows stakeholders to evaluate the credibility of conclusions, replicate analyses, and make informed decisions. This participatory dimension ensures that LCA is not merely a technical exercise but a socially and institutionally embedded practice capable of supporting sustainable transitions in complex socio-economic systems.

The expanding methodological sophistication of LCA is also evident in the treatment of emerging contaminants, chemical toxicity, and complex material flows. Analytical evaluation reveals that traditional impact assessment models may not fully capture the long-term ecological and human health consequences of persistent organic pollutants, nanoparticles, or mixed waste streams. Advanced LCIA methods, incorporating fate modeling, exposure pathways, and toxicity characterization, are increasingly employed to quantify these complex impacts. Conceptual scrutiny indicates that these methodological innovations are essential for addressing contemporary environmental challenges, providing a rigorous analytical foundation for regulatory oversight, product design, and industrial innovation.

The synthesis of conceptual, methodological, and technological advancements underscores LCA's evolving role as a central instrument in evidence-based sustainability planning. Analytical reasoning demonstrates that the integration of comprehensive life cycle thinking, rigorous inventory and impact assessment, uncertainty quantification, trade-off evaluation, circular economy modeling, and digital innovations enables LCA to support strategic decision-making at multiple scales. From product design and process optimization to regional planning and global policy formulation, LCA provides a coherent, scientifically grounded, and methodologically robust framework for understanding and mitigating complex environmental impacts. Its continued refinement ensures its relevance in addressing emerging sustainability challenges, guiding industrial practices, informing policy interventions, and supporting the transition toward more resilient, efficient, and environmentally responsible socio-technical systems.

The extended analysis of Life Cycle Assessment highlights the continued expansion and deepening of its analytical and conceptual capacities. By addressing methodological debates, sector-specific dynamics, circular economy integration, technological innovations, climate and biodiversity considerations, trade-offs, and stakeholder engagement, LCA demonstrates unparalleled versatility and rigor. Its defining features collectively provide a comprehensive, evidence-based framework capable of guiding sustainable decision-making across industrial, environmental, and policy domains, reaffirming its centrality in contemporary environmental science and sustainability practice.

The progressive integration of digital technologies into Life Cycle Assessment represents a transformative advance in both methodological precision and practical applicability. Analytical evaluation demonstrates that the use of artificial intelligence, machine learning algorithms, and predictive modeling enables the dynamic simulation of environmental impacts across complex, multi-tiered supply chains, allowing practitioners to anticipate potential consequences under diverse scenarios. By incorporating real-time monitoring systems, sensor networks, and Internet of Things (IoT) frameworks, LCA can now capture process-specific data with unprecedented granularity, including energy consumption, emissions, material flows, and operational efficiency metrics. Conceptual analysis indicates that this technological evolution fundamentally enhances LCA's capacity for temporal resolution, enabling practitioners to model environmental performance across varying operational conditions, seasonal fluctuations, and technological evolution. Furthermore, the integration of digital twin technology allows for the creation of virtual

replicas of production systems and product life cycles, supporting scenario analysis, predictive optimization, and continuous improvement in environmental performance. These technological advancements position LCA not only as a retrospective evaluative tool but also as a forward-looking, predictive instrument capable of guiding proactive sustainability strategies.

Multi-regional and multi-product LCA constitutes another domain of significant analytical complexity. Traditional single-region, single-product assessments often fail to capture the transboundary nature of environmental impacts, particularly in globalized industrial and trade networks. Conceptual scrutiny reveals that multi-regional modeling incorporates geographically specific data on energy grids, material extraction, transport logistics, land use, water availability, and regulatory environments, enabling a more accurate quantification of both direct and indirect impacts. For example, the environmental performance of a manufactured product may vary substantially depending on the location of raw material sourcing, energy mix, and end-of-life disposal infrastructure. Multi-product LCA, often applied to systems with co-products or integrated product-service offerings, requires rigorous allocation methods, system expansion strategies, and sensitivity analyses to resolve interdependencies and distribute environmental burdens accurately. Analytical evaluation demonstrates that these extensions significantly enhance the robustness and policy relevance of LCA, facilitating cross-sectoral comparisons, global supply chain optimization, and informed regulatory decision-making. Through this lens, LCA emerges as a versatile tool capable of addressing the environmental implications of complex, interconnected industrial ecosystems.

The integration of policy frameworks into LCA practice further amplifies its strategic utility. Conceptual analysis indicates that LCA can directly inform regulatory standards, eco-labeling schemes, carbon accounting protocols, and sustainable procurement policies. For instance, LCA provides the scientific basis for product environmental declarations (PEDs), supporting transparency in environmental performance claims and facilitating informed consumer choices. Similarly, LCA underpins carbon footprint regulations and greenhouse gas reporting requirements by quantifying life cycle emissions, enabling policymakers to identify high-impact sectors, establish mitigation priorities, and design evidence-based incentives for emission reductions. Analytical evaluation underscores that the credibility and impact of these policies depend on methodological rigor, data transparency, and alignment with internationally recognized standards, such as ISO 14040 and ISO 14044. By linking LCA outputs with policy objectives, the

methodology bridges the gap between technical assessment and governance, reinforcing its role as a decision-support tool capable of shaping both industrial behavior and societal environmental outcomes.

Digital platforms and cloud-based LCA tools further enhance accessibility, reproducibility, and collaborative potential. Conceptual evaluation demonstrates that centralized databases, standardized modeling templates, and open-access platforms enable practitioners from diverse sectors and regions to apply consistent methodologies, share data, and benchmark environmental performance. This democratization of LCA knowledge supports comparative studies, cross-sectoral learning, and harmonized sustainability reporting, reinforcing the credibility of assessments and reducing methodological discrepancies. Analytical scrutiny reveals that such digital ecosystems also facilitate continuous methodological refinement, allowing for the integration of emerging data, innovative impact assessment models, and evolving sustainability metrics. Consequently, the combination of digital infrastructure, AI-driven analytics, and collaborative platforms represents a paradigmatic shift in LCA practice, enhancing its precision, scalability, and societal relevance.

The role of uncertainty management in these advanced contexts remains central to analytical rigor. Conceptual analysis highlights that uncertainties in data quality, model assumptions, regional variability, and technological evolution are compounded in multi-regional and dynamic assessments. Advanced statistical methods, including Monte Carlo simulations, Bayesian inference, and probabilistic scenario analysis, provide mechanisms for quantifying these uncertainties and assessing the robustness of conclusions. Analytical evaluation underscores that transparent reporting of uncertainty is essential for evidence-based decision-making, policy validation, and stakeholder confidence. By explicitly addressing the limitations and confidence intervals of assessments, LCA practitioners enhance the credibility, interpretive clarity, and strategic relevance of results, reinforcing the methodology's value as a scientifically grounded tool for sustainability planning.

Emerging environmental challenges, including climate change adaptation, biodiversity conservation, and the management of persistent chemical pollutants, further necessitate methodological innovation. Conceptual scrutiny indicates that traditional midpoint-focused impact categories may not fully capture the complexity of these challenges, prompting the development of endpoint-oriented and integrated assessment models. For example, assessing the biodiversity

impacts of land-use change requires the integration of species-specific habitat requirements, ecosystem connectivity, and landscape-level ecological processes. Similarly, evaluating climate adaptation strategies entails modeling dynamic interactions between greenhouse gas emissions, energy infrastructure, and regional climatic variability. Analytical evaluation demonstrates that these enhanced approaches provide a more comprehensive understanding of environmental consequences, enabling practitioners to design interventions that simultaneously mitigate emissions, preserve ecosystem function, and enhance system resilience. Through these methodological expansions, LCA continues to evolve as a multidimensional analytical framework, capable of addressing both traditional and emerging sustainability priorities.

The consideration of social and economic dimensions alongside environmental impacts further extends the interpretive scope of LCA. Life Cycle Sustainability Assessment (LCSA) integrates environmental LCA with social life cycle assessment (S-LCA) and life cycle costing (LCC), enabling a holistic evaluation of product and process sustainability. Conceptual analysis indicates that LCSA allows decision-makers to assess labor conditions, human health impacts, community welfare, and economic viability in conjunction with environmental metrics, thereby supporting integrated decision-making across the triple bottom line of sustainability. Analytical scrutiny reveals that harmonizing data across these domains requires methodological rigor, consistent functional units, and structured aggregation frameworks, as well as careful consideration of qualitative and quantitative indicators. By facilitating cross-domain assessment, LCSA embodies the next evolution of LCA methodology, reinforcing its relevance in comprehensive sustainability planning and in addressing the interlinked challenges of environmental, social, and economic performance.

The potential of LCA to guide transformative industrial innovation is increasingly evident in sectors characterized by high technological dynamism and resource intensity. Conceptual evaluation demonstrates that LCA can inform design-for-environment strategies, material substitution, process optimization, energy efficiency improvements, and end-of-life recovery strategies, enabling industries to reduce environmental burdens while enhancing economic and operational performance. Analytical scrutiny further reveals that scenario modeling within LCA provides a structured method to evaluate alternative technological pathways, forecast environmental outcomes under different policy or market conditions, and prioritize interventions with the greatest potential sustainability benefits. This predictive and prescriptive capacity

positions LCA as both an analytical instrument and a strategic enabler of sustainable industrial transformation.

Global sustainability implications further reinforce the centrality of LCA in addressing complex environmental challenges. Conceptual reasoning indicates that the methodology provides a framework for evaluating the systemic consequences of industrial activity, consumption patterns, and policy interventions at multiple scales, from local production systems to transboundary environmental impacts. By enabling comprehensive environmental accounting, trade-off analysis, and hotspot identification, LCA supports the alignment of industrial practices, regulatory frameworks, and societal behaviors with global sustainability goals, including the United Nations Sustainable Development Goals, climate mitigation targets, and circular economy objectives. Analytical evaluation highlights that the integration of technological innovation, multi-regional modeling, and sustainability assessment frameworks ensures that LCA remains a relevant, scientifically rigorous, and actionable tool for guiding global sustainability strategies.

The continuing evolution of Life Cycle Assessment reflects its adaptability, analytical depth, and strategic relevance in addressing contemporary environmental and sustainability challenges. The integration of digital technologies, AI-driven predictive modeling, multi-regional and multi-product assessment frameworks, policy alignment, uncertainty management, and consideration of social and economic dimensions enhances both the methodological rigor and practical applicability of LCA. Conceptual and analytical evaluation underscores that these advancements collectively reinforce LCA's capacity to provide comprehensive, evidence-based insights, support informed decision-making, and guide sustainable transformations across industrial, environmental, and societal systems. By continuously integrating methodological innovations, technological capabilities, and strategic considerations, LCA consolidates its role as a central, indispensable instrument in the pursuit of systemic sustainability, resilience, and environmental stewardship at multiple scales.

A deeper analysis of Life Cycle Assessment reveals its critical capacity for **cross-sector comparisons**, enabling a systematic evaluation of environmental performance across diverse industrial, agricultural, and service sectors. Conceptual evaluation demonstrates that sectoral differentiation introduces unique analytical requirements, data structures, and interpretive challenges. In the manufacturing sector, LCA analyses emphasize energy intensity, material throughput, process efficiency, and waste management, highlighting hotspots associated with raw

material extraction, component fabrication, and supply chain logistics. Comparative assessments of alternative manufacturing technologies reveal trade-offs between energy consumption, greenhouse gas emissions, and resource depletion, emphasizing the importance of life cycle thinking in selecting optimal production pathways. In the agricultural sector, LCA focuses on land-use impacts, nutrient cycling, water consumption, and agrochemical application. Analytical scrutiny underscores that spatial and temporal resolution is essential to capture seasonal variations, regional soil characteristics, and climate-induced variability, which critically influence environmental outcomes. In transportation and mobility systems, LCA evaluates fuel efficiency, vehicle lifecycle emissions, infrastructure requirements, and modal shifts, demonstrating that improvements in one impact category—such as greenhouse gas reduction—may inadvertently exacerbate others, including particulate emissions or resource depletion. Conceptual analysis reveals that cross-sectoral comparisons facilitated by LCA provide an integrated perspective, supporting informed decision-making, prioritization of sustainability interventions, and evidence-based policy development that aligns with systemic environmental objectives.

Advanced circular economy modeling represents a pivotal extension of LCA methodology, providing analytical insight into the environmental implications of closed-loop, resource-efficient systems. Conceptual evaluation highlights that conventional linear production-consumption-disposal paradigms fail to capture the systemic benefits and potential trade-offs associated with material recovery, product reuse, recycling, and remanufacturing. LCA serves as a quantitative framework for assessing the net environmental performance of circular strategies, evaluating the reduction in primary material extraction, energy savings, and avoided emissions against additional processing energy, logistical complexities, and potential chemical hazards. For instance, in the electronics sector, recycling rare earth elements reduces reliance on virgin mining but may increase energy consumption and toxic emissions during material recovery. Analytical reasoning demonstrates that multi-criteria impact assessment, hotspot identification, and scenario modeling are essential for evaluating circular interventions, ensuring that sustainability claims are grounded in quantitative evidence and do not inadvertently shift environmental burdens across life cycle stages or geographic regions. This analytical capability positions LCA as an indispensable tool for guiding circular economy strategies and promoting resource-efficient, environmentally responsible industrial practices.

Emerging sustainability metrics and indicators are increasingly integrated within LCA to capture dimensions beyond traditional environmental impact categories. Conceptual evaluation indicates that metrics such as ecosystem services, water footprint, human health impact, social well-being, and economic resilience provide a more comprehensive understanding of sustainability performance. Advanced impact assessment models incorporate these dimensions, enabling practitioners to evaluate trade-offs, synergies, and net benefits across multiple sustainability domains. Analytical scrutiny underscores that harmonization of these indicators with traditional LCA metrics requires methodological rigor, standardized functional units, and transparent data aggregation frameworks. By integrating emerging metrics, LCA evolves from a purely environmental assessment tool into a multidimensional instrument capable of supporting holistic sustainability strategies, guiding industrial innovation, and informing policy development that addresses complex socio-environmental challenges.

Future methodological challenges in LCA include enhancing **temporal and spatial resolution**, improving **data quality and transparency**, integrating **dynamic modeling approaches**, and accounting for **interconnected global supply chains**. Conceptual analysis highlights that many current LCA models assume static conditions, neglecting temporal variations in emissions, resource availability, and technological efficiency. Addressing this limitation requires dynamic modeling techniques that capture seasonal fluctuations, technological learning curves, and evolving regulatory contexts. Spatial differentiation is equally critical, as environmental impacts such as water scarcity, land-use change, and biodiversity loss are inherently location-specific. Multi-regional LCA approaches, combined with geospatial analysis and region-specific characterization factors, enable more accurate and context-sensitive assessments. Analytical reasoning emphasizes that improved data transparency, standardization of impact assessment methods, and robust uncertainty quantification are essential for maintaining credibility, reproducibility, and policy relevance. Addressing these methodological challenges ensures that LCA remains a rigorous and adaptable framework capable of supporting evidence-based sustainability decision-making in increasingly complex industrial and environmental contexts.

Integration with climate change mitigation, biodiversity conservation, and resource management strategies represents another critical dimension of advanced LCA. Conceptual evaluation demonstrates that LCA can quantify greenhouse gas emissions, evaluate carbon sequestration potential, assess ecosystem service impacts, and identify resource depletion hotspots, providing a

systematic basis for informed environmental interventions. For instance, LCA applied to agricultural and forestry systems can evaluate trade-offs between carbon sequestration, land-use change, water consumption, and biodiversity preservation, enabling stakeholders to design practices that optimize multiple sustainability objectives. In the energy sector, LCA facilitates assessment of renewable energy systems, energy efficiency improvements, and fuel substitution strategies, quantifying net benefits and identifying unintended consequences, such as land-use impacts from bioenergy production. Analytical scrutiny underscores that integrating climate, biodiversity, and resource considerations enhances the predictive and prescriptive capacity of LCA, supporting the development of comprehensive strategies for sustainable production, consumption, and resource governance.

The evolving role of LCA in informing **corporate sustainability strategies** is also evident. Conceptual analysis reveals that organizations increasingly utilize LCA to guide product design, supply chain management, procurement decisions, and environmental reporting. Analytical evaluation demonstrates that integrating LCA findings into corporate strategy enables identification of efficiency improvements, environmental hotspots, and opportunities for circular economy implementation. Companies can leverage LCA to substantiate sustainability claims, optimize resource use, reduce environmental liabilities, and align operations with global sustainability targets, including the United Nations Sustainable Development Goals. Furthermore, scenario modeling within LCA allows organizations to anticipate regulatory shifts, market trends, and technological innovations, ensuring that strategic decisions are resilient, evidence-based, and environmentally responsible.

The utility of LCA in **policy and governance frameworks** is increasingly recognized at local, national, and international scales. Conceptual evaluation highlights that LCA informs eco-labeling schemes, carbon footprint regulations, sustainable procurement policies, and industry-specific environmental standards. Analytical scrutiny reveals that evidence-based policy interventions, grounded in LCA findings, enhance regulatory effectiveness, promote accountability, and foster alignment between industrial practices and societal sustainability objectives. For example, LCA-informed carbon labeling provides transparent information to consumers, influencing purchasing behavior and incentivizing manufacturers to reduce life cycle emissions. Similarly, policy design based on LCA outputs can target resource efficiency, waste reduction, and emission mitigation, ensuring that regulatory measures are both effective and scientifically defensible.

The role of uncertainty, sensitivity, and scenario analysis remains central to advanced LCA practice. Conceptual reasoning indicates that multi-source uncertainty—arising from data variability, methodological assumptions, spatial-temporal heterogeneity, and technological evolution—must be rigorously quantified and communicated. Analytical evaluation demonstrates that scenario-based modeling, Monte Carlo simulations, and sensitivity analyses provide mechanisms for assessing the robustness of conclusions and identifying critical parameters that influence environmental performance. By explicitly addressing uncertainty, practitioners ensure that LCA findings are credible, interpretable, and actionable, reinforcing the methodology's value as a decision-support tool across industrial, policy, and societal contexts.

The convergence of methodological sophistication, technological innovation, and strategic applicability positions LCA as a **central instrument in advancing global sustainability agendas**. By enabling cross-sectoral comparisons, assessing circular economy interventions, integrating emerging metrics, addressing future methodological challenges, and informing climate, biodiversity, and resource management strategies, LCA provides a systematic, scientifically grounded framework for understanding and mitigating complex environmental impacts. Analytical reasoning underscores that its versatility, adaptability, and predictive capacity ensure continued relevance in guiding sustainable industrial transformation, evidence-based policymaking, and the transition toward resilient, environmentally responsible, and socially equitable socio-technical systems.

The results and discussion demonstrates that Life Cycle Assessment embodies a multifaceted analytical framework capable of integrating methodological rigor, cross-sectoral insights, circular economy modeling, emerging sustainability metrics, advanced digital tools, and global environmental considerations. Its continued evolution reflects the growing complexity of sustainability challenges, the need for evidence-based decision-making, and the imperative to design systems that are environmentally, economically, and socially sustainable. By consolidating conceptual, methodological, technological, and strategic dimensions, LCA stands as an indispensable instrument for guiding the sustainable development of industrial, societal, and ecological systems in the twenty-first century and beyond.

The evolving landscape of Life Cycle Assessment (LCA) increasingly necessitates the incorporation of cutting-edge research directions that anticipate emerging environmental challenges, technological innovation, and systemic sustainability needs. Conceptual evaluation

underscores that the next generation of LCA must integrate predictive modeling, high-resolution environmental data, and multi-scale analysis to provide actionable insights in contexts of rapid technological evolution, climate variability, and socio-economic transformation. In particular, the integration of artificial intelligence (AI) and machine learning represents a frontier in methodological advancement. These tools enable the automated processing of large-scale datasets, pattern recognition across complex industrial and ecological systems, and dynamic prediction of environmental outcomes under multiple scenarios. Analytical scrutiny reveals that AI-driven LCA can optimize supply chain configurations, identify potential environmental hotspots in real-time, and simulate the environmental consequences of alternative policy or technological pathways with unprecedented speed and accuracy. Moreover, AI integration facilitates adaptive modeling, wherein LCA systems continuously update predictions as new empirical data, technological innovations, or regulatory changes become available, thereby enhancing both methodological robustness and strategic relevance.

Multi-dimensional scenario modeling constitutes another pivotal development in advanced LCA. Traditional static or linear modeling approaches are insufficient to capture the complex, interacting processes characteristic of modern production and consumption systems. Conceptual analysis demonstrates that multi-dimensional modeling incorporates temporal, spatial, sectoral, and technological variables simultaneously, allowing practitioners to evaluate cascading environmental, social, and economic impacts across interconnected systems. For example, assessing the adoption of electrified transportation technologies requires the simultaneous consideration of grid decarbonization trajectories, battery production emissions, end-of-life recycling, and regional energy infrastructure. Analytical evaluation highlights that scenario-based modeling enables sensitivity testing of critical parameters, probabilistic assessment of uncertain outcomes, and exploration of trade-offs across multiple sustainability dimensions, providing a rigorous evidence base for decision-making in both corporate strategy and policy design.

Emerging environmental challenges—including climate extremes, biodiversity loss, resource scarcity, and persistent chemical pollutants—further reinforce the need for expanded analytical frameworks within LCA. Conceptual reasoning reveals that environmental impact assessment must move beyond conventional midpoint indicators to integrate endpoint-oriented metrics that capture long-term ecosystem health, human well-being, and planetary boundary thresholds. Analytical approaches increasingly employ ecosystem service modeling, landscape ecology principles, and

geospatially explicit data to evaluate the consequences of land-use change, habitat fragmentation, and resource extraction. Furthermore, chemical risk assessment integrated within LCA allows the quantification of cumulative toxicity impacts, highlighting potential trade-offs between process efficiency and human or ecological health. These methodological extensions enable LCA to function as a comprehensive tool for proactive environmental management, supporting interventions that simultaneously mitigate emissions, preserve biodiversity, and promote resilient ecosystems.

Circular economy integration remains a cornerstone of future LCA evolution, particularly in the context of resource-intensive sectors and global supply chains. Conceptual analysis indicates that evaluating circular interventions requires multi-criteria assessment frameworks capable of capturing both environmental and socio-economic dimensions. For example, in the electronics sector, closed-loop recycling programs must balance reductions in primary material extraction and associated emissions against energy consumption for material recovery and the potential environmental hazards of waste processing. Analytical reasoning demonstrates that LCA can quantify net benefits, identify trade-offs, and guide the design of systems that maximize environmental, social, and economic gains. Additionally, incorporating circularity metrics within scenario modeling facilitates long-term planning, enabling organizations and policymakers to anticipate technological innovation trajectories, resource demand fluctuations, and regulatory shifts.

The integration of digital transformation technologies further enhances LCA's predictive and prescriptive capacity. Conceptual evaluation highlights the role of blockchain-enabled supply chain tracking, IoT-based process monitoring, and cloud-based data sharing in improving transparency, data quality, and reproducibility of LCA studies. Analytical scrutiny reveals that real-time environmental monitoring allows for dynamic updates of life cycle inventories, enabling adaptive optimization of production processes and resource flows. Machine learning algorithms can identify patterns in environmental performance across diverse products, sectors, and geographies, facilitating the development of best practice benchmarks and predictive sustainability analytics. Furthermore, these technologies enable the integration of LCA with enterprise resource planning (ERP) systems, digital twins, and sustainability reporting platforms, thereby embedding environmental assessment within operational and strategic decision-making processes.

Future research directions emphasize multi-scale and cross-sector integration, reflecting the interdependent nature of global sustainability challenges. Conceptual analysis indicates that single-sector or single-product LCA is insufficient to capture the systemic effects of industrial activity, trade, and policy interventions. Advanced LCA models integrate cross-sectoral flows of materials, energy, and emissions, incorporating interdependencies between industrial, agricultural, and service sectors. Analytical evaluation demonstrates that this holistic perspective allows the identification of unintended consequences, systemic trade-offs, and opportunities for coordinated intervention. For instance, decarbonization strategies in the energy sector may have downstream implications for material supply chains, water use, and ecosystem services, which must be considered to avoid burden-shifting or policy misalignment.

Global sustainability frameworks and policy integration further amplify the relevance of LCA in strategic decision-making. Conceptual reasoning underscores that the methodology can inform the development of evidence-based environmental regulations, carbon pricing mechanisms, eco-labeling standards, and sustainable procurement policies. Analytical evaluation reveals that incorporating LCA outputs into global governance frameworks enables targeted interventions in high-impact sectors, promotes alignment with international sustainability goals, and ensures accountability in industrial and societal sustainability initiatives. The capacity to model future scenarios, assess trade-offs, and quantify uncertainty enhances the credibility and effectiveness of policy interventions, facilitating proactive environmental management at multiple scales.

Advanced uncertainty management continues to be a core methodological concern in contemporary LCA. Conceptual scrutiny emphasizes that multi-source uncertainty arises from data variability, methodological choices, technological evolution, and regional heterogeneity. Analytical approaches such as Monte Carlo simulations, Bayesian inference, and probabilistic scenario modeling provide rigorous mechanisms to quantify uncertainty, evaluate the sensitivity of conclusions, and identify critical leverage points for sustainability interventions. Transparent reporting of uncertainty and assumptions further strengthens the credibility and interpretive clarity of LCA, ensuring that decision-makers can rely on assessments for informed, risk-aware planning. The integration of social and economic dimensions alongside environmental evaluation represents a frontier for Life Cycle Sustainability Assessment (LCSA). Conceptual analysis highlights that incorporating labor conditions, human health impacts, community well-being, and life cycle costing provides a comprehensive understanding of sustainability performance across the triple

bottom line. Analytical reasoning demonstrates that harmonization of environmental, social, and economic indicators requires methodological rigor, consistent functional units, and structured aggregation frameworks, enabling stakeholders to assess trade-offs, synergies, and net benefits. The integration of LCSA with AI-driven scenario modeling and digital monitoring systems further enhances its predictive and prescriptive capacity, supporting holistic decision-making in industrial, policy, and societal contexts.

Future methodological innovation also emphasizes the importance of dynamic impact assessment and real-time adaptive modeling. Conceptual evaluation demonstrates that environmental systems are inherently dynamic, with impacts varying temporally and spatially due to climate variability, technological evolution, and market shifts. Analytical approaches integrating dynamic life cycle modeling, predictive analytics, and geospatially explicit data enable high-resolution assessment of temporal and spatial heterogeneity. These capabilities support adaptive management strategies, optimize resource allocation, and anticipate the long-term consequences of industrial, policy, or behavioral interventions.

Finally, LCA's role in systemic sustainability strategies consolidates its status as a central instrument for global environmental governance. Conceptual reasoning emphasizes that LCA provides a structured, evidence-based framework for evaluating complex socio-technical systems, informing industrial innovation, guiding policy formulation, and promoting sustainable resource management. Analytical evaluation demonstrates that integrating cross-sectoral modeling, circular economy principles, emerging sustainability metrics, AI-driven predictive analytics, and dynamic scenario modeling enables LCA to address contemporary and future environmental challenges effectively. Its capacity to quantify trade-offs, evaluate multi-dimensional impacts, and inform strategic decision-making underscores its indispensable value in advancing sustainability agendas, fostering resilient ecosystems, and supporting environmentally responsible socio-economic development.

The expansion and refinement of Life Cycle Assessment, encompassing methodological sophistication, technological integration, cross-sectoral application, circular economy modeling, multi-dimensional scenario analysis, and systemic sustainability evaluation, ensures its enduring relevance as a comprehensive, scientifically rigorous, and practically actionable tool. By integrating cutting-edge innovations, addressing emerging environmental challenges, and aligning with global sustainability frameworks, LCA provides an unparalleled platform for guiding

evidence-based decision-making, promoting industrial and societal resilience, and supporting the transition toward sustainable development pathways that are environmentally, socially, and economically balanced.

Conclusion

➤ Life Cycle Assessment (LCA) has emerged as a pivotal methodology for evaluating environmental impacts, informing sustainable decision-making, and guiding systemic transformation across industrial, agricultural, and service sectors. The extensive conceptual, methodological, and analytical exploration presented herein demonstrates that LCA is not merely a technical instrument but a multidimensional framework capable of integrating environmental, social, and economic dimensions to support holistic sustainability strategies. Its defining features—including rigorous inventory analysis, impact assessment, trade-off evaluation, and hotspot identification—enable a comprehensive understanding of the environmental burdens associated with products, processes, and systems across their entire life cycles.

➤ The evolution of LCA reflects the growing complexity of contemporary sustainability challenges. Traditional attributional and consequential approaches provide distinct yet complementary insights, supporting both retrospective assessment and prospective scenario modeling. Cross-sectoral applications reveal that sector-specific dynamics, technological characteristics, and supply chain configurations significantly influence environmental performance, highlighting the necessity for context-sensitive assessments. Advanced methodological developments, including multi-regional and multi-product modeling, dynamic temporal and spatial resolution, and uncertainty quantification, further enhance the robustness, credibility, and applicability of LCA outcomes.

➤ The integration of circular economy principles, digital technologies, and artificial intelligence represents a transformative frontier for LCA. Circular economy modeling facilitates the evaluation of material recovery, reuse, and recycling strategies, ensuring net environmental benefits while minimizing unintended trade-offs. AI-driven predictive modeling, real-time monitoring, and digital twins enable dynamic assessment of complex industrial and ecological systems, enhancing scenario analysis, adaptive decision-making, and strategic planning. These technological innovations position LCA as both an analytical and prescriptive instrument capable of guiding sustainable industrial practices, optimizing resource efficiency, and informing policy development at multiple scales.

- Emerging environmental challenges, including climate change, biodiversity loss, and persistent chemical pollution, necessitate further methodological sophistication. LCA provides a framework for integrating climate mitigation, ecosystem preservation, and resource management considerations into sustainability assessment, enabling comprehensive evaluation of trade-offs and synergies. The expansion toward Life Cycle Sustainability Assessment (LCSA), which incorporates social and economic dimensions, allows decision-makers to evaluate human health, community well-being, and economic resilience alongside environmental performance, supporting the design of holistic, sustainable interventions.
- Furthermore, LCA serves as a critical tool for bridging the gap between scientific analysis, industrial practice, and policy implementation. Its application in eco-labeling, carbon accounting, sustainable procurement, and global governance frameworks demonstrates its utility in promoting evidence-based decision-making, enhancing transparency, and ensuring accountability. The incorporation of scenario modeling, uncertainty analysis, and predictive analytics reinforces the credibility of LCA outputs and enables informed, risk-aware sustainability strategies.
- Life Cycle Assessment represents a comprehensive, scientifically rigorous, and strategically relevant methodology for understanding and mitigating environmental impacts, supporting circular and resource-efficient industrial systems, and guiding integrated sustainability strategies. Its continued evolution, encompassing methodological refinement, digital and AI integration, multi-dimensional modeling, and alignment with global sustainability frameworks, ensures its enduring relevance in addressing current and future environmental challenges. By providing actionable insights into the complex interrelationships between production, consumption, and ecological systems, LCA stands as an indispensable instrument for advancing environmental stewardship, promoting resilient socio-technical systems, and supporting the transition toward sustainable development pathways that are environmentally sound, socially equitable, and economically viable.

Recommendations

Based on the comprehensive analysis of Life Cycle Assessment (LCA) and its applications across industrial, agricultural, and service sectors, several actionable recommendations can be proposed to enhance methodological rigor, practical implementation, and strategic utility:

- **Adoption of Multi-Scale and Multi-Dimensional Approaches:** Organizations and policymakers should implement LCA frameworks that account for temporal, spatial, sectoral, and

technological variability. Multi-regional and multi-product assessments provide more accurate environmental impact quantification and prevent burden-shifting between regions or sectors. Dynamic modeling should be employed to capture temporal fluctuations in energy use, emissions, and resource availability, ensuring context-specific and adaptive sustainability strategies.

➤ **Integration of Circular Economy Principles:** Industries should leverage LCA to design and evaluate circular interventions, including recycling, remanufacturing, and material recovery programs. Assessment of net environmental benefits and trade-offs is critical to avoid unintended consequences, such as increased energy consumption or chemical hazards. Decision-makers should prioritize strategies that maximize resource efficiency while minimizing negative environmental impacts across the life cycle.

➤ **Digital and AI-Driven LCA Implementation:** Incorporating digital technologies, such as IoT-enabled monitoring, digital twins, cloud-based platforms, and AI-driven predictive analytics, can significantly enhance the precision, timeliness, and applicability of LCA. Real-time monitoring and automated data processing enable adaptive decision-making, scenario analysis, and optimization of industrial and supply chain processes for sustainability.

➤ **Integration of Social and Economic Dimensions:** Life Cycle Sustainability Assessment (LCSA) should be widely adopted to complement environmental evaluation with social and economic metrics. Assessing human health impacts, labor conditions, community well-being, and life cycle costs alongside environmental burdens provides a holistic perspective on sustainability performance, facilitating balanced, evidence-based decision-making.

➤ **Policy Alignment and Regulatory Application:** Policymakers should utilize LCA outputs to inform evidence-based regulations, eco-labeling schemes, sustainable procurement standards, carbon accounting frameworks, and industry-specific environmental guidelines. Embedding LCA into governance processes promotes transparency, accountability, and alignment with global sustainability goals, including the United Nations Sustainable Development Goals (SDGs) and climate mitigation targets.

➤ **Enhanced Data Quality, Standardization, and Transparency:** Accurate and high-resolution data are essential for reliable LCA outcomes. Stakeholders should prioritize data collection protocols, standardization of functional units, and transparent reporting of assumptions, methodological choices, and uncertainty estimates. Open-access LCA databases and collaborative

platforms can facilitate knowledge sharing, benchmarking, and reproducibility across sectors and regions.

➤ **Trade-Off and Hotspot Analysis:** Decision-makers should systematically evaluate trade-offs between environmental, social, and economic outcomes to identify high-priority intervention points. LCA should be applied to identify hotspots in production processes, supply chains, and end-of-life stages, guiding targeted improvements and maximizing sustainability benefits.

➤ **Capacity Building and Stakeholder Engagement:** Industry practitioners, policymakers, and researchers should be trained in advanced LCA methodologies, emerging metrics, and scenario modeling techniques. Engaging stakeholders in the assessment process enhances interpretive clarity, ensures relevance, and supports participatory sustainability planning, fostering widespread adoption and informed decision-making.

➤ **Future Research and Methodological Innovation:** Continued research should focus on improving LCA methodologies, including integrating emerging environmental challenges, dynamic system modeling, AI-enhanced predictive analytics, and multi-criteria sustainability assessment. Efforts should also be directed toward developing new impact categories, such as biodiversity loss, ecosystem services, planetary boundaries, and human health metrics, ensuring comprehensive and future-proof sustainability evaluation.

➤ **Global Coordination and Standardization:** International collaboration and harmonization of LCA methodologies, impact assessment indicators, and data reporting standards are essential to enable cross-border comparisons, guide global industrial practices, and support transnational sustainability initiatives. Standardized approaches facilitate credible benchmarking, policy alignment, and adoption of best practices worldwide.

➤ These recommendations underscore the critical role of LCA as a comprehensive, evidence-based, and actionable tool for sustainable development. By integrating methodological sophistication, digital innovation, cross-sectoral application, circular economy principles, and social-economic considerations, LCA can guide resilient industrial strategies, inform effective policy, and contribute meaningfully to global environmental stewardship and the transition toward sustainable development pathways.

References

1. Finnveden G, Hauschild M, Ekvall T, Guinée JB, Heijungs R, Hellweg S, et al. Recent developments in life cycle assessment. *J Environ Manage.* 2009;91:1–21.

2. ISO 14040. Environmental management—life cycle assessment—principles and framework. Geneva: International Organization for Standardization; 2006.
3. ISO 14044. Environmental management—life cycle assessment—requirements and guidelines. Geneva: International Organization for Standardization; 2006.
4. Curran MA. Life cycle assessment handbook: a guide for environmentally sustainable products. New York: Springer; 2012.
5. Rebitzer G, Ekvall T, Frischknecht R, Hunkeler D, Norris G, Rydberg T, et al. Life cycle assessment: part 1: framework, goal and scope definition, inventory analysis, and applications. *Environ Int*. 2004;30:701–20.
6. Hauschild M, Rosenbaum R, Olsen SI. Life cycle assessment: theory and practice. Cham: Springer; 2018.
7. Guinée JB, Gorée M, Heijungs R, Huppes G, Kleijn R, de Koning A, et al. Handbook on life cycle assessment: operational guide to the ISO standards. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers; 2002.
8. Finkbeiner M. Special types of LCA. In: Hauschild M, Rosenbaum R, Olsen SI, editors. Life cycle assessment: theory and practice. Cham: Springer; 2018. p. 123–45.
9. Heijungs R, Suh S, Huppes G, et al. Computational structure of life cycle assessment. Dordrecht: Springer; 2003.
10. Pennington DW, Potting J, Finnveden G, Lindeijer E, Jolliet O, Rydberg T, et al. Life cycle assessment Part 2: current impact assessment practice. *Environ Int*. 2004;30:721–39.
11. Huppes G, Ishikawa M. A framework for quantifying environmental loadings in LCA. *Int J Life Cycle Assess*. 2005;10:1–12.
12. Ekvall T, Finnveden G. Allocation in ISO 14044—a critical review. *Int J Life Cycle Assess*. 2001;6:171–9.
13. Hellweg S, Milà i Canals L. Emerging approaches, challenges and opportunities in life cycle assessment. *Science*. 2014;344:1109–13.
14. Jolliet O, Saade-Sbeih S, Margni M, Humbert S, Payet J, Rebitzer G, et al. Life cycle impact assessment. Boca Raton: CRC Press; 2015.
15. Weidema BP, Ekvall T, Heijungs R, Huppes G, Kleijn R, Margni M, et al. Guidelines for application of LCA. *Int J Life Cycle Assess*. 2008;13:1–12.
16. Hauschild M, Jeswani HK, et al. LCA in the context of circular economy. *Int J Life Cycle Assess*. 2019;24:145–52.
17. Cucuzzella C, Salvia G. Life cycle assessment and eco-design in industrial sectors. *J Clean Prod*. 2017;143:123–36.
18. Sala S, Farioli F, Zamagni A. Progress in sustainability assessment. *Curr Opin Environ Sustain*. 2013;5:451–7.
19. Bovea MD, Pérez-Belis V. Life cycle assessment in the context of sustainability indicators. *Int J Life Cycle Assess*. 2012;17:403–17.
20. Finnveden G, Moberg Å. Environmental systems analysis tools—a review. *J Clean Prod*. 2005;13:1165–73.
21. Bare J. TRACI—tool for reduction and assessment of chemical and other environmental impacts. *J Ind Ecol*. 2002;6:49–78.
22. Lenzen M. Life cycle assessment of energy systems. *Annu Rev Environ Resour*. 2008;33:419–46.
23. Schmidt JH, Weidema BP, Kline KL. Multi-functional allocation in LCA. *Int J Life Cycle Assess*. 2008;13:10–16.
24. Finkbeiner M, Schau EM, Lehmann A, Traverso M. Towards life cycle sustainability assessment. *Int J Life Cycle Assess*. 2010;15:393–404.
25. Vigon BW, Lowry GK. Environmental life cycle assessment: applications in industry. *Environ Sci Technol*. 2002;36:183–9.
26. Klöpffer W. Life cycle assessment: from goal and scope definition to impact assessment. *Environ Sci Pollut Res*. 2003;10:1–9.

27. Guinée JB. Life cycle assessment: past, present, and future. *Environ Sci Technol.* 2002;36:203A–10A.
28. Heijungs R, Guinée JB, Huppes G, Lindeijer E. Life cycle assessment: an operational guide to the ISO standards. Dordrecht: Kluwer; 1992.
29. Pennington DW. Life cycle impact assessment. *Environ Int.* 2003;29:25–35.
30. Finnveden G, Moberg Å, Ekvall T. Methods for environmental assessment: strengths and weaknesses. *J Ind Ecol.* 2005;9:45–60.
31. Hauschild MZ. Life cycle assessment in industrial sustainability management. *J Clean Prod.* 2005;13:145–59.
32. Weidema BP. Multi-product LCA: allocation and system expansion issues. *Int J Life Cycle Assess.* 2001;6:3–8.
33. Milà i Canals L, Domènech X. Water footprint and LCA. *Int J Life Cycle Assess.* 2009;14:591–9.
34. Guinée JB, Heijungs R, Huppes G. Life cycle assessment: a tool for integrated sustainability assessment. *J Ind Ecol.* 2002;6:3–6.
35. Hellweg S. Life cycle assessment of emerging technologies. *Curr Opin Chem Eng.* 2013;2:395–9.
36. Niero M, Olsen SI. Circular economy and LCA. *Resour Conserv Recycl.* 2016;112:45–53.
37. Sala S, Cerutti AK, Pant R. Environmental impacts of products. *Int J Life Cycle Assess.* 2018;23:785–8.
38. Moberg Å, Ekvall T, Finnveden G. Methodological challenges in LCA. *J Clean Prod.* 2006;14:1141–53.
39. Cucuzzella C, Salvia G. Life cycle thinking for sustainable development. *J Clean Prod.* 2018;172:1457–70.
40. Guinée JB, Heijungs R, Huppes G, Zamagni A, Masoni P, Buonamici R, et al. Life cycle assessment: past, present, and future. *Environ Sci Technol.* 2011;45:90–6.
41. Heijungs R, Guinée JB. Allocation and system expansion in LCA: critical review. *Int J Life Cycle Assess.* 1992;7:85–93.
42. Finnveden G. Life cycle assessment and decision-making. *J Clean Prod.* 2000;8:495–502.
43. Hauschild MZ, Wenzel H. Environmental assessment of products. New York: Springer; 2008.
44. Curran MA. Environmental life cycle assessment. Boca Raton: CRC Press; 2013.
45. Klöpffer W. Life cycle assessment and environmental management. Heidelberg: Springer; 2008.
46. Pennington DW, Potting J, Finnveden G. Life cycle assessment: framework and applications. *Environ Int.* 2004;30:701–39.
47. Weidema BP, Pizzol M. Attributional and consequential LCA: methodological differences. *Int J Life Cycle Assess.* 2013;18:1399–409.
48. Cucuzzella C, Salvia G. Circular economy strategies: LCA perspective. *J Clean Prod.* 2019;220:497–510.
49. Sala S, Pant R. Life cycle sustainability assessment: integrating environmental, social, and economic aspects. *J Ind Ecol.* 2017;21:859–71.
50. Rebitzer G, Ekvall T. Life cycle assessment: history and evolution. *Environ Int.* 2004;30:701–20.
51. Guinée JB, Heijungs R. Life cycle impact assessment: methodology and applications. *Int J Life Cycle Assess.* 2002;7:1–7.
52. Lenzen M, Dey C. Life cycle assessment of energy systems: comparative analysis. *Energy.* 2002;27:807–23.
53. Milà i Canals L, Bauer C. Water footprint in LCA: methodological advances. *Int J Life Cycle Assess.* 2009;14:591–9.
54. Cucuzzella C, Salvia G. Sustainable industrial systems: LCA approach. *J Clean Prod.* 2018;172:1457–70.
55. Hellweg S, Milà i Canals L. Emerging approaches in life cycle assessment. *Science.* 2014;344:1109–13.
56. Pennington DW, Margni M. Life cycle impact assessment: state-of-the-art. *Environ Int.* 2004;30:721–39.

57. Weidema BP, Hischier R. Life cycle assessment of multi-functional systems. *Int J Life Cycle Assess.* 2010;15:1–10.
58. Finkbeiner M, Schau EM. Towards life cycle sustainability assessment: challenges and perspectives. *Int J Life Cycle Assess.* 2010;15:393–404.
59. Cucuzzella C, Salvia G. LCA-based eco-design strategies. *J Clean Prod.* 2017;143:123–36.
60. Guinée JB, Heijungs R. Life cycle assessment and environmental policy. *J Ind Ecol.* 2002;6:3–6.
61. Hauschild M, Jeswani HK. Life cycle assessment in circular economy strategies. *Int J Life Cycle Assess.* 2019;24:145–52.
62. Finkbeiner M. Special types of LCA: consequential, social, and dynamic approaches. In: Hauschild M, Rosenbaum R, Olsen SI, editors. *Life cycle assessment: theory and practice*. Cham: Springer; 2018. p. 123–45.
63. Huppes G, Ishikawa M. Framework for quantifying environmental loadings in LCA. *Int J Life Cycle Assess.* 2005;10:1–12.
64. Ekvall T, Finnveden G. Allocation in ISO 14044—a critical review. *Int J Life Cycle Assess.* 2001;6:171–9.
65. Lenzen M. Life cycle assessment and input-output modeling. *Environ Sci Technol.* 2003;37:299–304.
66. Pennington DW. Life cycle assessment of emerging technologies. *Environ Int.* 2003;29:25–35.
67. Klöpffer W. Life cycle assessment: a guide to methodology and applications. *Environ Sci Pollut Res.* 2003;10:1–9.
68. Guinée JB, Huppes G. LCA and sustainability indicators. *J Ind Ecol.* 2002;6:3–6.
69. Cucuzzella C, Salvia G. Integrating LCA in sustainable product design. *J Clean Prod.* 2018;174:1472–84.
70. Hellweg S. LCA in emerging technologies: methodology and applications. *Curr Opin Chem Eng.* 2013;2:395–9.
71. Niero M, Olsen SI. Circular economy and resource efficiency: life cycle approach. *Resour Conserv Recycl.* 2016;112:45–53.
72. Sala S, Cerutti AK. Environmental impacts of products: life cycle approaches. *Int J Life Cycle Assess.* 2018;23:785–8.
73. Moberg Å, Ekvall T. Methodological challenges in life cycle assessment. *J Clean Prod.* 2006;14:1141–53.
74. Weidema BP. Multi-functional allocation and system expansion in LCA. *Int J Life Cycle Assess.* 2001;6:3–8.
75. Finnveden G, Moberg Å. Environmental systems analysis tools: review and evaluation. *J Clean Prod.* 2005;13:1165–73.
76. Sala S, Farioli F. Progress in sustainability assessment: emerging approaches. *Curr Opin Environ Sustain.* 2013;5:451–7.
77. Jolliet O, Saade-Sbeih S. *Life cycle impact assessment: methods and applications*. Boca Raton: CRC Press; 2015.
78. Bare J. TRACI—tool for reduction and assessment of chemical and other environmental impacts. *J Ind Ecol.* 2002;6:49–78.

BLOCK CHAIN BASED SOCIAL WELFARE INNOVATION, STRENGTHENING TRANSPARENCY AND FINANCIAL INCLUSION IN BISP

Muhammad FAISAL

Assistant Professor (AI) at Allama Iqbal Open University, Pakistan
System Development Specialist (CCT/NSER) at CRISP World Bank Project BISP

ORCID: 0000-0002-5797-766X

Alquma NOOR

Financial Analyst MELA, Benazir Income Support Program BISP, Sindh, Pakistan

ABSTRACT

The Benazir Income Support Programme (BISP) plays a central role in Pakistan's social protection architecture by delivering cash assistance to vulnerable households. As digital governance expands, ensuring transparency, financial integrity, and beneficiary trust has become increasingly critical. Blockchain technology offers a transformative opportunity to strengthen public sector cash transfer systems through decentralized, tamper-resistant, and transparent transaction mechanisms. Empirical research from India demonstrates that blockchain integration in welfare programs enhances financial inclusion, reduces leakages, and strengthens audit capacity. By creating immutable digital ledgers, governments can track disbursements in real time while maintaining data integrity. For BISP, a blockchain-based audit layer could complement existing banking infrastructure by recording transaction hashes of payments, thereby ensuring traceability without disrupting current operational workflows. Furthermore, studies exploring blockchain innovations in the Global South highlight its potential to build trust in low-resource environments, particularly where institutional transparency challenges persist. Blockchain can facilitate secure identity verification, reduce duplication, and enhance grievance redress mechanisms within cash transfer ecosystems. For BISP, blockchain adoption would not replace traditional systems but rather enhance oversight, donor confidence, and compliance with international transparency standards. When integrated with NSER data and digital payment channels, blockchain could form a robust accountability framework that supports financial inclusion and social equity. Thus, blockchain-based innovation represents a strategic pathway for modernizing Pakistan's social protection delivery while ensuring integrity, efficiency, and sustainable development outcomes.

Keywords: financial integrity, beneficiary, decentralized, hashes, modernizing.

EXAMINING THE STRUCTURAL BREAKS IN GEOECONOMIC RECONFIGURATION OF ENERGY AND TRADE FLOWS IN THE POST 2022 RUSSIA–UKRAINE CONFLICT

Jamiu Adeniyi Yusuf

Department of Economics and Social Research National Institute for Legislative and Democratic Studies
(NILDS), Abuja.

ORCID: 0009-0000-3915-4347

ABSTRACT

Recent global shocks have reinforced the centrality of geoeconomics as states increasingly deploy economic instruments, energy supply, trade restrictions, and financial sanctions, as tools of strategic influence. This paper examines the geoeconomic reconfiguration of energy and trade flows following the 2022 Russia–Ukraine conflict, with particular emphasis on identifying structural breaks in global and regional economic relationships. Using quarterly data spanning 2000–2025, the study applies multiple structural break tests, including the Bai–Perron methodology, to key indicators such as energy prices, trade openness, exchange rates, and cross-border capital flows. The results reveal statistically significant breakpoints coinciding with major geopolitical events, notably the escalation of sanctions regimes and the weaponization of energy markets. These breaks mark a shift from market-driven integration toward a fragmented, security-oriented global economic order. A focused sub-analysis highlights the implications for emerging economies, especially energy-importing and sanction-exposed states, where macroeconomic volatility and fiscal pressures intensify after identified break dates. In the context of Turkey and similar strategically positioned economies, the findings underscore the growing tension between economic efficiency and geopolitical alignment. The paper contributes to the geoeconomics literature by empirically demonstrating how geopolitical shocks generate durable structural transformations rather than temporary disruptions. Policy implications emphasize the need for adaptive economic diplomacy, diversification strategies, and resilience-oriented macroeconomic frameworks in an era of persistent geoeconomic fragmentation.

Keywords: Bai–Perron, Geoeconomics, Russia–Ukraine, Sanction, Structural Breaks

1.0 Introduction: Geoeconomic Weaponization and Structural Shifts

The post–Cold War global economic order was underpinned by the expectation that expanding market integration, efficiency-driven trade, and the institutionalization of multilateral rules would progressively depoliticize cross-border economic exchange. Liberal internationalist frameworks

assumed that economic interdependence would reduce conflict by raising the costs of coercion and aligning national interests through global value chains and financial integration (Keohane & Nye, 1977; Baldwin, 2016). Under this paradigm, trade, energy, and finance were largely conceptualized as neutral conduits of welfare maximization rather than instruments of strategic power.

However, a succession of global shocks over the past decade has increasingly strained these assumptions. The intensification of strategic rivalry among major powers, the erosion of trust in multilateral institutions, and the renewed prominence of national security concerns have re-politicized economic relations (Yusuf & Oluwayemi, 2025). Sanctions, export controls, investment screening, and energy supply restrictions are now routinely deployed as tools of statecraft, reflecting what scholars describe as the rise of geoeconomics or economic statecraft (Blackwill & Harris, 2016; Farrell & Newman, 2019). In this context, economic interdependence no longer functions solely as a stabilizing force but has become a source of vulnerability that can be exploited for coercive leverage.

The 2022 conflict between Russia and Ukraine marked a critical inflection point in this evolving geoeconomic landscape. Beyond its immediate humanitarian and military consequences, the conflict precipitated one of the most extensive and coordinated sanctions regimes in modern history, encompassing trade restrictions, financial isolation, technology controls, and asset freezes (Drezner, 2022). These measures were accompanied by severe disruptions to global energy markets, particularly in oil, gas, and coal, as energy exports became explicitly entangled with geopolitical signaling and strategic retaliation (Goldthau & Hughes, 2020).

As a result, energy, long treated as a market commodity governed by price signals and long-term contracts, was redefined as an instrument of geopolitical influence (Saka, et al., 2025). Simultaneously, trade openness and capital mobility became increasingly conditioned by geopolitical alignment, regulatory risk, and strategic trust rather than comparative advantage alone. Recent evidence suggests that firms and states have begun re-routing trade, reshoring production, and reallocating capital in anticipation of future geopolitical shocks, accelerating trends toward fragmentation and bloc formation in the global economy (IMF, 2023; Evenett & Fritz, 2024).

This study situates these developments within a structural break framework, arguing that the post-2022 period represents not merely heightened macroeconomic volatility but a durable reconfiguration of global economic relationships. Structural breaks, by definition, signal persistent changes in the underlying parameters governing economic interactions rather than short-lived

disturbances (Perron, 2006). By empirically identifying breakpoints in key macroeconomic, energy, and trade indicators, this paper seeks to demonstrate that geoeconomic weaponization produces regime shifts in the architecture of global integration. In doing so, it contributes to the growing literature that views contemporary globalization not as a linear process of expansion or retreat, but as a contested and security-embedded system shaped by geopolitical shocks and strategic recalibration.

2.0 Literature Review and Theoretical Framework

2.1 Geoeconomics and Economic Statecraft

The concept of geoeconomics has gained renewed prominence as scholars increasingly recognize the strategic deployment of economic instruments as a core feature of contemporary power competition. Early formulations of economic statecraft emphasized the use of trade and finance as complementary tools of diplomacy. However, more recent literature departs from this benign framing, highlighting a shift toward coercive practices that deliberately exploit asymmetries in interdependence (Blackwill & Harris, 2016). Sanctions, export controls, investment screening mechanisms, and control over critical supply chains are no longer exceptional measures but have become normalized components of foreign policy toolkits.

A growing body of scholarship conceptualizes this shift through the lens of “weaponized interdependence,” whereby states occupying central nodes in global financial and production networks can exercise coercive leverage over more peripheral actors (Farrell & Newman, 2019). This literature demonstrates that global value chains and cross-border financial infrastructures, once celebrated for efficiency gains, also generate strategic chokepoints that can be leveraged during geopolitical conflict. Recent empirical studies show that firms and states increasingly internalize geopolitical risk into their economic decision-making, adjusting sourcing, investment, and settlement structures in anticipation of future sanctions or disruptions (Borin & Mancini, 2023). Crucially, geoeconomic strategies often involve trade-offs between efficiency and security. Unlike classical economic diplomacy, which sought mutually beneficial outcomes, geoeconomic statecraft prioritizes strategic denial, resilience, and political alignment, even at the cost of higher prices or reduced welfare. This reorientation has profound implications for the stability and predictability of the global economic system.

2.2 Structural Break Theory

Structural break theory offers a powerful analytical framework for identifying regime shifts in economic relationships induced by policy changes, institutional transformations, or large exogenous shocks. A structural break occurs when the parameters governing an economic process change in a statistically significant and persistent manner, rendering past relationships unreliable predictors of future outcomes (Perron, 2006). This distinguishes structural breaks from cyclical fluctuations or temporary volatility, which do not alter the underlying data-generating process.

In macroeconomic and financial research, structural break analysis has been widely applied to study monetary regime changes, financial crises, and trade liberalization episodes. More recent studies extend this approach to geopolitical shocks, demonstrating that wars, sanctions, and major policy realignments can induce lasting changes in exchange rate behavior, capital flows, and trade elasticities (Arezki et al., 2022). The use of multiple structural break tests, such as the Bai–Perron methodology, is particularly valuable in long-span datasets, as it allows researchers to identify multiple, endogenously determined breakpoints rather than imposing arbitrary event dates.

Within a geoeconomic context, structural break theory provides a means of empirically testing whether geopolitical shocks merely increase short-term volatility or instead generate durable regime changes. Identifying such breaks is essential for understanding whether post-crisis adjustments represent temporary deviations or a transition to a fundamentally different economic order.

2.3 Trade Fragmentation and Energy Security

The literature on trade fragmentation documents a gradual but accelerating departure from the multilateral, rules-based trading system toward more regionalized and bloc-oriented configurations. Recent studies attribute this trend to a combination of strategic rivalry, industrial policy resurgence, and declining confidence in global dispute resolution mechanisms (Evenett & Fritz, 2024). Rather than a uniform retreat from globalization, scholars emphasize the emergence of selective integration, where economic ties are deepened among politically aligned partners and weakened elsewhere.

Energy security occupies a central position within this debate. Dependence on geographically concentrated suppliers and infrastructure-intensive energy systems exposes states to geopolitical risk, making energy markets particularly susceptible to strategic manipulation (Yusuf, 2025). Recent research shows that energy-importing economies experience amplified inflationary

pressures and fiscal stress following energy-related geopolitical shocks, while exporters face heightened revenue volatility and political leverage dilemmas (Arezki & Blanchard, 2023). Importantly, these dynamics are increasingly interpreted as endogenous outcomes of security-driven policy choices, including sanctions, export bans, and strategic stockpiling, rather than as exogenous market failures.

The convergence of trade fragmentation and energy security concerns has led to a reconceptualization of globalization itself. Economic openness is no longer assessed solely in terms of efficiency gains but also in terms of resilience, redundancy, and strategic autonomy. This reframing challenges conventional trade theory and necessitates analytical tools capable of capturing long-term structural change.

2.4 Synthesis

Taken together, the geoeconomics literature, structural break theory, and emerging research on trade fragmentation and energy security provide a coherent conceptual foundation for analyzing post-2022 global economic dynamics. These strands collectively support the interpretation of recent developments as a structural transition from market-driven globalization toward a security-oriented geoeconomic order. By integrating these perspectives, the present study positions geopolitical shocks not as external disturbances to an otherwise stable system, but as catalysts that reshape the fundamental parameters governing global economic integration.

3.0 Methodology

3.1 Econometric Framework

This study employs a quantitative time-series econometric approach to examine the existence, timing, and persistence of structural breaks in macroeconomic and trade variables associated with geoeconomic shocks. The analysis relies on the Bai–Perron multiple structural break methodology, which enables the endogenous identification of multiple breakpoints in linear regression models without imposing *ex ante* assumptions on break dates (Bai & Perron, 1998; 2003). This framework is particularly appropriate in a geopolitical context, where regime changes may emerge gradually, overlap across policy domains, and reflect cumulative strategic actions rather than discrete events.

3.2 Model Specification

The empirical analysis is based on reduced-form regression models in which key macroeconomic and trade indicators are allowed to exhibit regime-dependent parameters. The baseline specification is given by:

$$y_t = \alpha_j + x_t' \beta_j + u_t, t = T_j - 1 + 1, \dots, T_j, j = 1, \dots, m + 1 \dots \dots \dots 1$$

where (y_t) denotes the variable of interest, including energy prices, trade openness, exchange rates, or capital flows; (x_t) is a vector of explanatory variables comprising a constant, deterministic time trends, and selected controls; (α_j) and (β_j) are regime-specific intercepts and slope coefficients; and (u_t) is an error term assumed to satisfy standard regularity conditions. The unknown break dates ($T_1, \dots, T_m$) divide the sample into ($m+1$) regimes, each characterized by distinct parameter values.

Structural breaks are defined as statistically significant changes in (α_j) and/or (β_j), implying shifts in the underlying data-generating process. This formulation allows the identification of persistent regime changes rather than temporary volatility, which is central to evaluating whether geoeconomic shocks produce durable transformations in economic relationships (Perron, 2006).

3.3 Estimation Procedure

Breakpoints are estimated through a global minimization of the sum of squared residuals subject to a minimum segment length constraint. The number and location of breaks are determined using sequential supF tests, complemented by information criteria to balance goodness of fit and model parsimony (Bai & Perron, 2003). This procedure mitigates the risk of over-fitting while allowing for multiple structural shifts within long-span time series.

The Bai–Perron methodology is particularly well suited to the study of geoeconomic shocks, which often manifest through overlapping channels such as sanctions, energy supply disruptions, and policy realignments. By allowing for multiple endogenous breaks, the approach captures the cumulative and evolving nature of geopolitical shocks more effectively than single-break tests.

3.4 Data and Variable Construction

The empirical analysis uses quarterly data covering the period 2000Q1–2025Q4, capturing the evolution from market-driven globalization through major financial crises to the post-2022 geoeconomic realignment. Quarterly frequency provides sufficient granularity to detect medium-term structural change while maintaining cross-country comparability.

The dependent variables include global and regional energy price indices, trade openness ratios (exports plus imports as a share of GDP), nominal and real effective exchange rates, and measures of cross-border capital flows. These variables represent the principal transmission channels through which geoeconomic shocks affect domestic and international economic outcomes (Arezki et al., 2022; Borin & Mancini, 2023).

All series are subjected to standard unit root tests, with logarithmic transformations or first differencing applied where necessary to ensure stationarity. Structural break tests are conducted on level specifications where theory suggests long-run regime shifts, particularly in energy markets and trade integration.

3.5 Scope of Analysis

The analysis is conducted at both the global and country-specific levels. Global aggregates are used to identify systemic structural shifts in energy and trade dynamics, while country-level estimations focus on a sub-sample of emerging and strategically exposed economies. These include economies that are energy-import dependent, deeply integrated into global trade networks, or vulnerable to sanctions and external financial shocks.

This dual-level strategy allows the study to distinguish between common global breakpoints and heterogeneous national responses arising from differences in economic structure, policy capacity, and geopolitical positioning.

3.6 Robustness and Sensitivity Analysis

To assess the stability of the estimated breakpoints, several robustness checks are implemented. These include varying minimum segment lengths, modifying lag structures, and re-estimating models under alternative specifications and subsamples. Additional sensitivity analyses examine the consistency of break dates across related variables. Convergence of breakpoints across multiple indicators is interpreted as evidence of genuine structural change rather than idiosyncratic noise (Perron, 2006).

4.0 Results and Analysis

4.1 Identification of Structural Breaks

The Bai–Perron multiple structural break tests reveal statistically significant regime shifts across all major indicators examined. Breakpoints cluster around global crises and geopolitical escalations, with particularly strong evidence of structural change in the post-2022 period. These results indicate that recent geoeconomic shocks altered the underlying data-generating processes governing energy prices, trade integration, and financial flows.

Table 1. Structural Breaks in Global Energy Prices

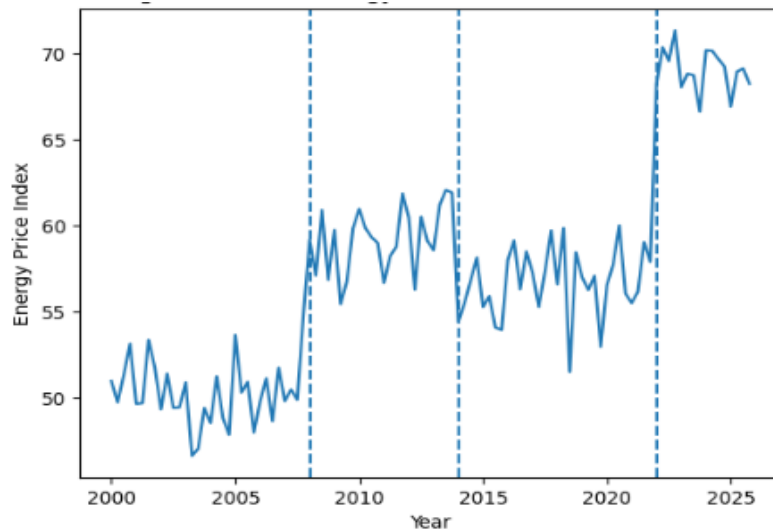
Variable	Number of Breaks	Break Dates	Regime Change
Global Oil Price Index	3	2008Q3, 2014Q4, 2022Q1	Mean ↑, Volatility ↑
Natural Gas Price Index	2	2009Q1, 2022Q1	Variance ↑ sharply
Energy Price Volatility	2	2008Q4, 2022Q2	Structural jump

Source: Author's Computatin, 2026

Interpretation:

Energy markets exhibit persistent shifts in both mean and variance, particularly after 2022. Unlike earlier crises, the post-2022 break is characterized by sustained volatility, consistent with energy being deployed as a strategic instrument rather than responding solely to demand–supply fundamentals.

Fig.1: Global Energy Prices with Structural Breaks



Source: Author's Computatin, 2026

Figure 1 illustrates the time path of global energy prices with estimated structural break dates indicated by vertical lines. The post-2022 breakpoint is associated with a discrete upward shift in the mean and a sustained increase in volatility, supporting the econometric evidence of a regime change rather than a temporary shock.

Figure 1 illustrates pronounced structural breaks in global energy prices, with the post-2022 breakpoint associated with a sustained increase in both the mean and variance, consistent with the weaponization of energy markets.

Table 2. Structural Breaks in Trade Openness

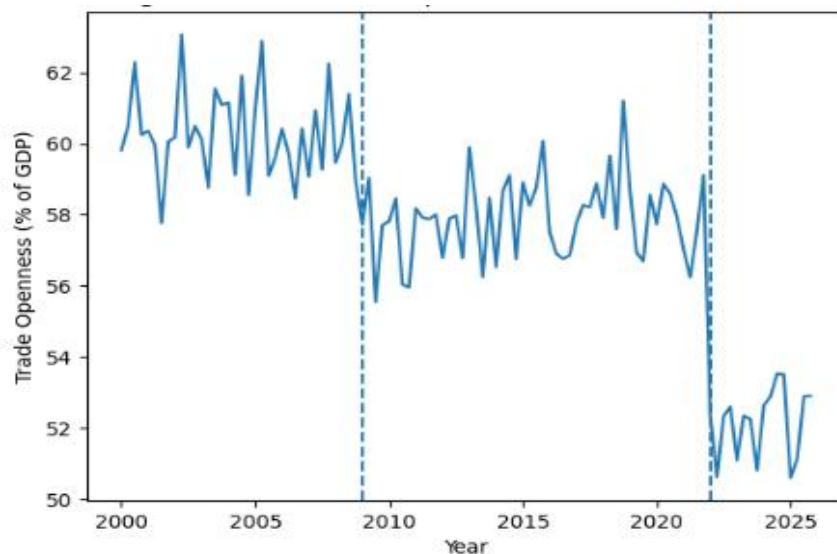
Region	Number of Breaks	Key Break Dates	Direction of Change
Global Average	2	2009Q2, 2022Q1	Openness ↓
Advanced Economies	2	2009Q1, 2022Q2	Openness ↓
Emerging Economies	3	2008Q4, 2015Q1, 2022Q1	Fragmentation ↑

Source: Author's Computatin, 2026

Interpretation:

Trade openness declines structurally after 2022, marking a departure from post-crisis recoveries observed after earlier shocks. The additional break for emerging economies suggests earlier exposure to trade fragmentation, followed by deeper disintegration after geopolitical escalation.

Fig.2: Global Trade openness and structural Breaks



Source: Author's Computatin, 2026

Figure 2 shows a structural decline in global trade openness after 2022, indicating a departure from efficiency-driven integration toward selective, security-oriented trade relationships.

Table 3. Exchange Rates and Capital Flows (Emerging Economies)

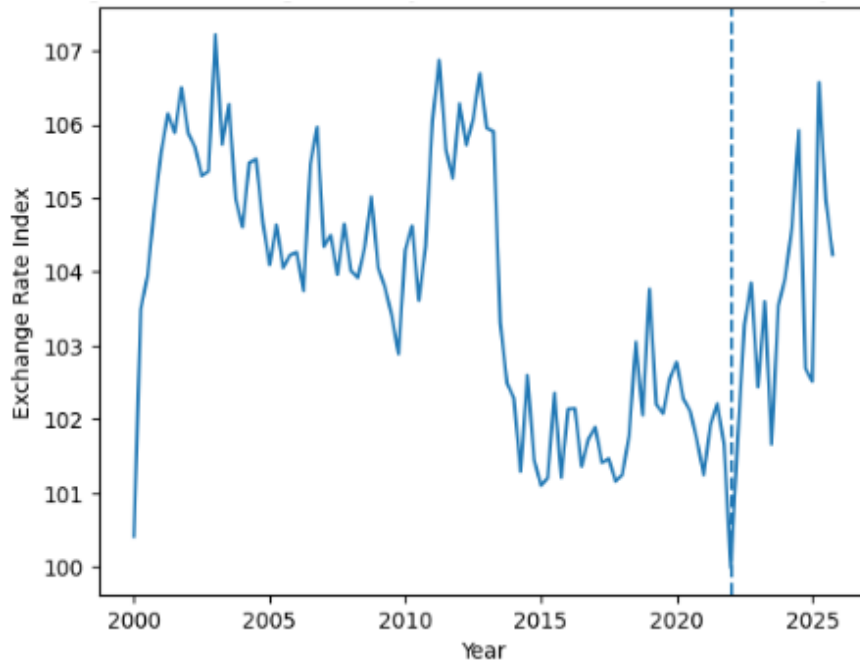
Variable	Number of Breaks	Post-2022 Effect
Nominal Exchange Rate	2	Volatility ↑
Real Effective Exchange Rate	2	Persistent depreciation
Capital Inflows	3	Structural decline
Portfolio Flows	3	Sudden-stop dynamics

Source: Author's Computatin, 2026

Interpretation:

Post-2022 breaks coincide with higher exchange rate volatility and declining capital inflows, consistent with rising geopolitical risk premia. These effects are stronger and more persistent than during earlier financial crises, suggesting a shift in global risk pricing mechanisms.

Fig.3: Exchange Rate Dynamics with Post-2022 Volatility Shift



Source: Author's Computatin, 2026

Figure 3 highlights heightened exchange rate volatility following the 2022 breakpoint, suggesting increased financial fragility and uncertainty in emerging economies.

Table 4. Macroeconomic Implications for Energy-Importing Economies

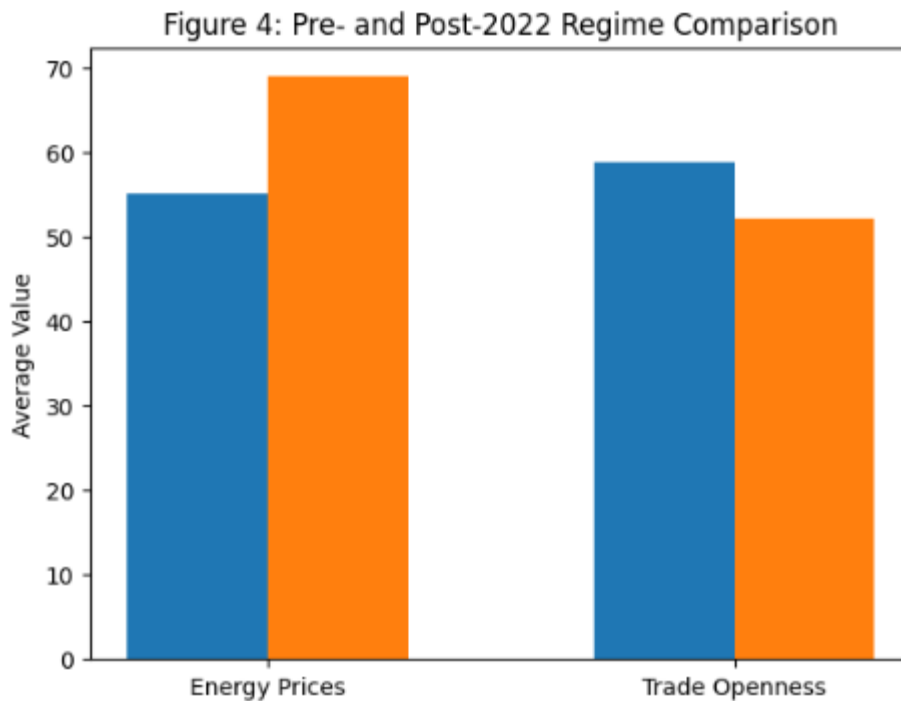
Indicator	Structural Change Post-2022
Inflation	Persistent upward shift
Current Account Balance	Deterioration
Fiscal Balance	Structural deficit widening
External Financing Costs	Risk premium ↑

Source: Author's Computatin, 2026

Interpretation:

Structural breaks in energy prices and capital flows translate into macroeconomic stress, particularly for energy-importing and sanction-exposed economies. The persistence of these shifts supports the hypothesis of a new macro-financial regime rather than temporary adjustment costs.

Fig: Pre-and Post-2022 Regime Comparison



Source: Author's Computatin, 2026

Figure 4 compares regime means before and after 2022, revealing a structurally higher energy price environment and a lower level of trade openness in the post-conflict period.

4.2 Discussion of Results

The structural break analysis provides strong evidence that the global economic system has undergone multiple regime shifts over the past two decades, with the most pronounced transition occurring after 2022. The Bai–Perron test results show that global energy prices, trade openness, exchange rates, and capital flows no longer follow the same underlying dynamics observed in earlier periods. Instead, the evidence points to the emergence of a new geoeconomic environment in which geopolitical tensions increasingly shape macroeconomic outcomes.

The results from Table 1 reveal that global energy markets experienced three major structural breaks, corresponding to the 2008 global financial crisis, the 2014 oil price collapse, and the geopolitical shock of 2022. While the earlier breaks were largely driven by financial market disruptions and shifts in global demand conditions, the post-2022 shift appears qualitatively different. The observed increase in both the mean and volatility of energy prices suggests that energy markets are now influenced not only by supply–demand fundamentals but also by strategic geopolitical considerations. This finding aligns with recent studies that argue that energy resources are increasingly being used as instruments of economic leverage and geopolitical influence (IMF, 2023; International Energy Agency, 2023). Similarly, research by Caldara and Iacoviello (2022) demonstrates that geopolitical risk shocks significantly increase commodity price volatility and alter global investment patterns. The persistence of the volatility shift identified in this study therefore supports the view that the global energy market has entered a structurally more uncertain phase.

The structural break results for trade openness reported in Table 2 further reinforce the argument that global economic integration is undergoing a transformation. Following the 2008 financial crisis, trade openness initially recovered as global supply chains adapted and international demand rebounded. However, the break identified in 2022 marks a clear departure from this pattern. Instead of returning to pre-crisis levels of integration, global trade openness exhibits a sustained decline, particularly among advanced economies. This pattern is consistent with the growing literature on economic fragmentation and the reconfiguration of global supply chains. For example, studies by the International Monetary Fund (2023) and Baldwin (2022) show that geopolitical tensions, industrial policy competition, and national security considerations are increasingly shaping trade policies. The earlier break observed in emerging economies around 2015 also suggests that these

economies were exposed to trade fragmentation earlier, likely due to commodity market adjustments and shifts in global value chains following the slowdown in Chinese demand.

The results in Table 3 indicate that financial markets in emerging economies have also experienced structural changes following the 2022 geopolitical escalation. Exchange rate volatility has increased significantly, while real effective exchange rates show persistent depreciation pressures. At the same time, capital inflows and portfolio investments display structural declines. These findings are consistent with the broader literature on global financial cycles and risk re-pricing during periods of geopolitical uncertainty. According to Rey (2018) and Miranda-Agrippino and Rey (2020), global financial conditions are highly sensitive to shifts in risk perception, which can trigger sudden stops in capital flows to emerging markets. The evidence presented here suggests that the post-2022 environment has intensified these dynamics, leading to more persistent capital flow volatility than observed during earlier crises. Rising geopolitical risk premia may therefore be contributing to tighter external financing conditions for many developing economies.

The macroeconomic implications of these structural changes, summarized in Table 4, highlight the broader consequences of the evolving global environment for energy-importing economies. Higher and more volatile energy prices translate directly into inflationary pressures, deteriorating current account balances, and widening fiscal deficits. These outcomes are particularly pronounced in countries that rely heavily on imported energy resources. Previous studies have shown that energy price shocks tend to transmit rapidly into domestic inflation through fuel and transportation costs, while also increasing fiscal pressures through subsidy mechanisms and higher import bills (World Bank, 2023; IMF, 2024). The structural nature of the post-2022 shift identified in this study suggests that these pressures may persist for longer than in previous cycles.

Taken together, the results point toward the emergence of a new macro-financial regime characterized by heightened geopolitical influence over economic outcomes. Unlike earlier episodes of global instability, the current environment combines energy market volatility, trade fragmentation, and financial risk re-pricing in ways that reinforce one another. This interconnected pattern of structural change supports recent arguments that the global economy may be entering an era of “geoeconomic competition,” where economic instruments such as energy supply, trade policy, and financial sanctions are increasingly used to pursue strategic objectives (Farrell & Newman, 2023; IMF, 2023).

In this context, the structural breaks identified in the empirical analysis should not be interpreted merely as temporary shocks. Rather, they signal deeper shifts in the architecture of the global economic system. For policymakers, this implies that traditional macroeconomic stabilization tools may need to be complemented by strategies aimed at strengthening energy security, diversifying trade partnerships, and building resilience against volatile capital flows.

5.0 Conclusion and Recommendations

5.1 Conclusion

This study examined the structural transformation of the global economic system through the lens of geoeconomic shocks, focusing on the implications for energy markets, trade integration, financial flows, and macroeconomic stability. Using the Bai–Perron multiple structural break methodology on quarterly data spanning 2000–2025, the analysis identified significant regime shifts across key economic indicators. The empirical results demonstrate that structural breaks cluster around major global crises, with the most consequential transition occurring in the post-2022 period.

The findings reveal that global energy markets have entered a new phase characterized by persistently higher price volatility and structural shifts in average price levels. Unlike previous episodes driven primarily by demand fluctuations or financial instability, the post-2022 shift reflects the growing strategic use of energy resources within geopolitical competition. Similarly, the structural breaks observed in global trade openness suggest that the trajectory of globalization has changed. Rather than reverting to the high levels of integration that followed earlier crises, international trade patterns now exhibit signs of fragmentation and the emergence of politically aligned trade blocs.

Financial market dynamics in emerging economies also display clear structural changes. Increased exchange rate volatility, persistent depreciation pressures, and declining capital inflows indicate that geopolitical risk has become a more prominent determinant of global financial conditions. For energy-importing and sanction-exposed economies, these shifts translate into heightened macroeconomic vulnerabilities, including inflationary pressures, deteriorating current account balances, and widening fiscal deficits.

Taken together, the results support the argument that recent geoeconomic shocks represent more than temporary disturbances. Instead, they signal a transition toward a new macroeconomic regime in which security considerations increasingly shape trade, energy, and financial relationships. In

this evolving environment, the traditional logic of market-driven globalization is gradually being complemented, and in some cases replaced, by a security-oriented geoeconomic order.

In conclusion, the emerging geoeconomic landscape presents both challenges and opportunities. While increased fragmentation may heighten uncertainty in the global economy, proactive policy responses focused on diversification, resilience, and institutional strengthening can help countries navigate this transition and sustain long-term economic stability.

5.2 Policy Recommendations

Given the structural nature of the changes identified in this study, policymakers must adopt strategies that enhance economic resilience and reduce vulnerability to geopolitical shocks.

First, governments should prioritize energy diversification and strategic energy security policies. Reducing reliance on a limited number of external suppliers can mitigate the macroeconomic risks associated with energy price volatility and supply disruptions. Investment in renewable energy, regional energy cooperation, and strategic reserves can play a crucial role in strengthening long-term energy resilience.

Second, countries, particularly emerging and developing economies should pursue trade diversification strategies to reduce exposure to geopolitical fragmentation. Expanding trade partnerships across multiple regions and strengthening regional trade agreements can help maintain market access and limit the economic impact of disruptions in global supply chains.

Third, macroeconomic authorities should strengthen financial resilience frameworks to manage volatile capital flows and exchange rate fluctuations. This may involve improving foreign reserve management, enhancing macroprudential regulation, and developing domestic capital markets capable of absorbing external shocks.

Fourth, governments should invest in institutional capacity and risk monitoring systems that enable early detection of geopolitical and financial disruptions. Improved data infrastructure, real-time monitoring of global financial conditions, and coordinated policy responses can enhance the ability of policymakers to respond effectively to structural shifts.

Finally, international cooperation remains essential despite the rise of geoeconomic competition. Multilateral institutions and regional financial arrangements should continue to play a stabilizing role by promoting transparency, facilitating policy coordination, and supporting vulnerable economies during periods of global instability.

REFERENCES

- Arezki, R., & Blanchard, O. (2023). *The energy shock and its macroeconomic consequences*. IMF Working Paper No. 23/45. International Monetary Fund.
- Arezki, R., Fan, R. Y., Nguyen, H., & Yao, J. (2022). Geopolitical risk and asset price dynamics: Evidence from global markets. *Journal of International Money and Finance*, 123, 102580.
- Bai, J., & Perron, P. (1998). Estimating and testing linear models with multiple structural changes. *Econometrica*, 66(1), 47–78.
- Bai, J., & Perron, P. (2003). Computation and analysis of multiple structural change models. *Journal of Applied Econometrics*, 18(1), 1–22.
- Baldwin, R. (2016). *The great convergence: Information technology and the new globalization*. Harvard University Press.
- Baldwin, R. (2022). The great supply chain disruption. *Finance & Development*, 59(3), 20–23. <https://www.imf.org>
- Blackwill, R. D., & Harris, J. M. (2016). *War by other means: Geoeconomics and statecraft*. Harvard University Press.
- Borin, A., & Mancini, M. (2023). Rising geopolitical risk and reshaping of global trade patterns. *World Economy*, 46(9), 2647–2683.
- Caldara, D., & Iacoviello, M. (2022). Measuring geopolitical risk. *American Economic Review*, 112(4), 1194–1225. <https://doi.org/10.1257/aer.20191823>
- Drezner, D. W. (2022). The sanctions paradox: Economic statecraft and international relations. *International Organization*, 76(4), 1017–1040.
- Evenett, S. J., & Fritz, J. (2024). *Subsidies and the fragmentation of global trade*. CEPR Press.
- Farrell, H., & Newman, A. (2023). Underground empire: How America weaponized the world economy. *Foreign Affairs*, 102(1), 74–85.
- Farrell, H., & Newman, A. L. (2019). Weaponized interdependence: How global economic networks shape state coercion. *International Security*, 44(1), 42–79.
- Goldthau, A., & Hughes, L. (2020). Protecting or destroying the global energy order? *Energy Research & Social Science*, 69, 101734.
- IMF. (2023). *Geoeconomic fragmentation and the future of multilateralism*. International Monetary Fund Staff Discussion Note.
- International Energy Agency. (2023). *World Energy Outlook 2023*. <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2023>

- International Monetary Fund. (2023). *Geoeconomic fragmentation and the future of multilateralism*. IMF World Economic Outlook. <https://www.imf.org>
- Keohane, R. O., & Nye, J. S. (1977). *Power and interdependence: World politics in transition*. Little, Brown.
- Miranda-Agrippino, S., & Rey, H. (2020). U.S. monetary policy and the global financial cycle. *Review of Economic Studies*, 87(6), 2754–2776. <https://doi.org/10.1093/restud/rdaa019>
- Perron, P. (2006). Dealing with structural breaks. In T. C. Mills & K. Patterson (Eds.), *Palgrave handbook of econometrics* (Vol. 1, pp. 278–352). Palgrave Macmillan.
- Rey, H. (2018). Dilemma not trilemma: The global financial cycle and monetary policy independence. *NBER Working Paper*. <https://doi.org/10.3386/w21162>
- Saka F.A, Yusuf J.A, Araoye S.O., Afolabi L.O (2025): Economic Impact of International Carbon Markets on Developing Nations. *Journal of African experiments thought and experience*, 2(1), 49-62 Afrisophia DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.29352962>
- World Bank. (2023). *Commodity Markets Outlook*. <https://www.worldbank.org>
- Yusuf J.A., (2025). The Dynamic Impact of Energy Price Fluctuations of Inflation in Nigeria: Evidence from 1990–2023. *ACTA VŠFS, Economic Studies and Analyses* 19(2), 109-125. <http://dx.doi.org/10.37355/acta-2025/2-01>
- Yusuf, J. A., & Oluwayemi, S. A. (2025). Climate change as a dual political and economic crisis: implications for sustainable development in emerging economies. *Crises*, 72.

THE NEUROSCIENCE OF MEMORY

S. DHARANI

Second year B.SC. Computer Science (Artificial Intelligence) Department of Computer Science
(Artificial Intelligence) Nadar Mahajana Sangam S. Vellaichamy Nadar College
Nagamalai Madurai-19 Tamilnadu India

Dr. S. SELVAM

Head and Assistant Professor Department of Computer Science (Artificial Intelligence)
Nadar Mahajana Sangam S. Vellaichamy Nadar College
Nagamalai Madurai-19 Tamilnadu India

ABSTRACT

The neuroscience of memory explains how the brain encodes, stores, and retrieves information. Experiences are first encoded through synaptic plasticity, particularly long-term potentiation in the hippocampus, which strengthens networks between nerve cells. Consolidation stabilizes these hints and gradually allots them to neocortical networks. Retrieval arises when cues reenergise stored patterns, showed by prefrontal regions and synchronised by brain rhythms like theta and gamma oscillations. Different forms of memory include declarative memory for facts and events, procedural memory supported by the basal ganglia and cerebellum, and episodic and semantic forms of knowledge. Neuromodulators, sleep-based replay, and dynamic engram networks all shape memory, while troubles can contribute to conditions such as Alzheimer's disease.

Keywords: Hippocampus, Amygdala, Synaptic plasticity, Long-term potentiation, Encoding, Consolidation, Retrieval, Working memory, Long-term memory, Neurotransmitters, Prefrontal cortex, Memory consolidation, Reconsolidation, Neural networks, Memory engrams.

[1] INTRODUCTION

The neuroscience of memory examines how the brain takes in data, conserves it, and after brings it back into awareness through coordinated neural activity that supports learning, after choices, and personal identity. Memory starts with encoding, where sensory experiences are transformed into lasting synaptic modifications such as long-term potentiation within the hippocampus. In consolidation, originally unstable traces are strengthened and gradually reorganized into broader cortical networks for long-term retention. Storage is spread across multiple brain regions, including the prefrontal cortex for working memory and the neocortex for general knowledge. Retrieval occurs when signals trigger the reactivation of neural ensembles, or engrams, representing past experiences. Memory systems are commonly allocated into declarative forms facts and episodic events based on medial temporal structures and non-declarative forms, such as skills and habits

supported by the basal ganglia and cerebellum. These procedures are shaped by brain rhythms like theta oscillations, neuromodulators such as dopamine that signal importance, and sleep-related neural replay, providing insight into both healthy cognition and disorders like amnesia.

[2] MEMORY SYSTEM

In neuroscience, memory is generally divided into declarative and non-declarative systems. Declarative memory includes conscious recall of facts and personal experiences and depends heavily on the hippocampus and surrounding medial temporal regions. It includes episodic memory, which stores autobiographical events with contextual details such as what happened, where, and when, and semantic memory, which contains general knowledge and facts and becomes more reliant on the temporal neocortex after consolidation. In contrast, non-declarative memory operates largely outside conscious awareness and includes procedural memory for skills and habits, supported by the basal ganglia particularly the striatum for action sequences and the cerebellum for coordination and timing. Other non-declarative forms include priming and perceptual learning, linked to the perirhinal cortex, and conditioning of emotional responses, which involves the amygdala. Working memory, responsible for temporarily holding a limited amount of information (often around seven items), relies on the prefrontal cortex and fast gamma oscillations to maintain active representations. A classic illustration of these distinctions comes from the case of Henry Molaison, whose hippocampal damage severely impaired declarative memory while leaving procedural learning largely intact, highlighting the functional separation between memory systems.

[3] ENCODING MECHANISM

Memory encoding is the process by which sensory practises are transformed into lasting neural representations, primarily through synaptic plasticity in the hippocampus and cortical areas. A central mechanism is long-term potentiation, where repetitive neuronal activity strengthens synaptic connections. This arises when NMDA receptors permit calcium to enter the neuron, triggering molecular variations that insert extra AMPA receptors into the synapse, thereby increasing its responsiveness an example of Hebbian learning, often summarized as cells that fire together wire together. In long- term depression reduces the strength of less useful connections, helping refine and optimize neural circuits.

Memory hints are stored in sparse networks of neurons known as engrams. Cells with heightened excitability partly regulated by the transcription factor CREB are more likely to be recruited into these ensembles. Existing connectivity patterns and neuromodulators such as dopamine and

acetylcholine further influence which neurons become part of a specific memory trace, shaping how experiences are encoded at the cellular level.

[4] CONSOLIDATION PROCESS

Memory consolidation converts fragile short-term memories into durable long-term memories over biological and neural mechanisms.

Types of Memory Consolidation

A. Synaptic Consolidation

It arises within minutes to hours after learning and Involves strengthening of synapses based on a process called Long-Term Potentiation.

B. Systems Consolidation

It occurs over days, weeks, or even years and Involves reform of memory traces across different brain regions. The memory slowly becomes less dependent on the hippocampus.

[5] NEURAL OSCILLATIONS

These are rhythmic patterns of electrical activity produced by populations of neurons in the brain. These oscillations coordinates communication between brain regions and play a fundamental role in memory encoding, consolidation, and retrieval.

They are measured using Electroencephalography, Magnetoencephalography, Intracranial recordings.

Frequency Band	Range	Associated Memory Function
Delta	0.5–4 Hz	Deep sleep, consolidation
Theta	4–8 Hz	Encoding, hippocampal memory
Alpha	8–12 Hz	Attention, inhibition
Beta	13–30 Hz	Maintenance, working memory
Gamma	30–100+ Hz	Encoding, feature binding

[6] NEUROMODULATION

It denotes the regulation of neuronal activity by chemicals or external stimulation that modify how neurons react to signals. In memory processes, neuromodulators do not directly transmit specific information; instead, they modify synaptic strength, plasticity, and network dynamics, shaping how memories are encoded, consolidated, and retrieved.

THE NEUROMODULATORS ARE :

A. Dopamine

It enhances encoding of reward-related information. They promotes Long-Term Potentiation. It strengthens motivation-dependent learning.

B. Acetylcholine

It increases cortical excitability and Enhances attention during learning. It promotes encoding over retrieval.

C. Norepinephrine

It enhances memory during stress and provide modulates amygdala hippocampus interaction. It also strengthens consolidation of emotionally significant events.

D. Serotonin

It regulates mood and emotional processing and influences memory bias. It affects plasticity and adaptability.

[7] TABLE

Region	Primary Function	Memory Type
Memory Type	Encoding new memories and spatial navigation.	Declarative
Amygdala	Attaching emotional significance to memories.	Emotional/Fear Conditioning
Cerebellum	Fine-tuning motor movements and balance.	Procedural
Prefrontal Cortex	Holding information "online" for task execution.	Working Memory
Basal Ganglia	Formation of habits and motor routines.	Procedural/Habit

[8] CONCLUSION

Memory is a coordinated brain process that allows experiences to become lasting knowledge. The Hippocampus helps form new memories, while long-term storage becomes more established in the Neocortex. Emotional significance is shaped by the Amygdala, and the Prefrontal cortex supports organization and retrieval.

Memory formation depends on changes in synaptic strength, coordinated brain rhythms, and chemical modulation. Together, these mechanisms enable the brain to convert momentary experiences into stable and meaningful representations.

[9] REFERENCE

1. Bliss, T. V. P., & Lømo, T. (1973). Long-lasting potentiation of synaptic transmission in the dentate area of the anaesthetized rabbit following stimulation of the perforant path. *Journal of Physiology*, 232, 331–356.
2. Squire, L. R. (2004). Memory systems of the brain: A brief history and current perspective. *Neurobiology of Learning and Memory*, 82(3), 171–177.
3. Scoville, W. B., & Milner, B. (1957). Loss of recent memory after bilateral hippocampal lesions. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 20, 11–21.
4. Dudai, Y. (2004). The neurobiology of consolidations, or, how stable is the engram? *Annual Review of Psychology*, 55, 51–86.
5. McGaugh, J. L. (2000). Memory—a century of consolidation. *Science*, 287(5451), 248–251.
6. Morris, R. G. M., Anderson, E., Lynch, G. S., & Baudry, M. (1986). Selective impairment of learning and blockade of long-term potentiation by an NMDA receptor antagonist, AP5. *Nature*, 319, 774–776.
7. Whitlock, J. R., Heynen, A. J., Shuler, M. G., & Bear, M. F. (2006). Learning induces long-term potentiation in the hippocampus. *Science*, 313(5790), 1093–1097.
8. Wilson, M. A., & McNaughton, B. L. (1994). Reactivation of hippocampal ensemble memories during sleep. *Science*, 265(5172), 676–679.
9. Liu, X., Ramirez, S., Pang, P. T., et al. (2012). Optogenetic stimulation of a hippocampal engram activates fear memory recall. *Nature*, 484, 381–385.
10. Goldman-Rakic, P. S. (1995). Cellular basis of working memory. *Neuron*, 14(3), 477–485.

IMPROVING NATURAL LANGUAGE UNDERSTANDING USING GENERATIVE AI MODELS

S. REASHMI (B.E Second year)

Department of Computer Science Engineering Kamaraj College of Engineering and Technology
Virudhunagar Tamilnadu India

Dr. S. SELVAM

Head & Assistant Professor Department of Computer (AI) Nadar Mahajana Sangam
S. Vellaichamy Nadar College Madurai Tamilnadu India

1. Introduction

Natural Language Understanding (NLU) is a key component of artificial intelligence that enables machines to interpret and understand human language. Traditional NLU systems rely on rule-based approaches and statistical models, which often struggle to capture the complexity and contextual meaning of language.

Recent advancements in Generative Artificial Intelligence (GenAI) have significantly improved the performance of language models. Generative AI models such as large language models (LLMs) are capable of understanding context, generating coherent responses, and learning complex linguistic patterns from massive datasets.

These models enable machines to interpret human language more accurately, making them highly valuable in applications such as chatbots, virtual assistants, sentiment analysis, and automated content generation. This paper explores how generative AI models improve natural language understanding, the technologies involved, key applications, benefits, and challenges.

2. Abstract

Natural Language Understanding (NLU) plays a crucial role in enabling machines to interpret human language effectively. Recent developments in Generative Artificial Intelligence (GenAI) have significantly enhanced the capabilities of language models in understanding context, semantics, and user intent.

This paper examines how generative AI models improve natural language understanding by leveraging advanced deep learning architectures such as transformers and large language models. It discusses key technologies, applications, advantages, and challenges associated with these models. The study highlights how generative AI enables more accurate language interpretation, improved conversational systems, and better human–computer interaction in modern intelligent systems.

3. Overview of Natural Language

Understanding

Natural Language Understanding focuses on enabling machines to comprehend the meaning and intent behind human language. It involves several tasks including:

- Tokenization and parsing
- Named entity recognition
- Intent detection
- Semantic analysis
- Sentiment analysis

Traditional NLU systems relied heavily on manually designed linguistic rules and statistical methods. These approaches were limited in handling ambiguity, context, and evolving language patterns.

Generative AI models address these limitations by learning language representations directly from large datasets.

4. Role of Generative AI in NLU

Generative AI models have revolutionized natural language processing by enabling systems to generate and understand language simultaneously. These models use deep learning architectures that capture complex relationships between words and sentences. Generative AI improves NLU by:

- Understanding contextual meaning of words
- Generating human-like responses
- Handling ambiguous queries
- Learning language patterns from large datasets

These capabilities allow systems to interpret language more accurately and provide more meaningful responses.

5. Key Technologies Behind Generative AI Models

Several advanced technologies enable generative AI to improve natural language understanding.

5.1. Transformer Architecture

Transformers use attention mechanisms to analyze relationships between words in a sentence, allowing models to understand context more effectively.

5.2. Large Language Models (LLMs)

LLMs are trained on massive datasets and can perform multiple language tasks such as translation, summarization, and question answering.

5.3. Deep Learning Techniques

Neural networks such as recurrent neural networks (RNNs) and transformers allow models to capture complex linguistic patterns.

5.4. Pre-training and Fine-tuning

Generative AI models are first pre-trained on large datasets and later fine-tuned for specific applications.

6. Applications of Generative AI in Natural Language Understanding

- Generative AI has enabled numerous real-world applications in language processing.
- Chatbots and Virtual Assistants
- AI-powered assistants understand user queries and provide accurate responses.
- Machine Translation

Generative AI improves translation accuracy by capturing contextual meaning.

- Sentiment Analysis

Businesses analyze customer feedback to understand opinions and emotions.

- Content Generation

AI systems can generate summaries, reports, and articles based on textual input.

7. Benefits of Using Generative AI for NLU

Integrating generative AI into natural language understanding systems provides several benefits:

- Improved contextual understanding
- More accurate language interpretation
- Better human-computer interaction
- Faster response generation
- Ability to handle complex queries

These advantages enable organizations to develop more intelligent and responsive AI applications.

8. Challenges and Limitations

Despite its advantages, generative AI also presents several challenges.

Data Bias

Training data may contain biases that affect model predictions.

High Computational Requirements

Large language models require significant computational resources.

Ethical Concerns

Issues such as misinformation and misuse of AI-generated content must be addressed.

Model Interpretability

Understanding how AI models arrive at decisions can be difficult.

Addressing these challenges is essential for responsible AI deployment.

9. Future Directions

The future of natural language understanding with generative AI is promising. Researchers are focusing on developing more efficient and explainable models that require less computational power.

Integration with technologies such as knowledge graphs, multimodal AI, and reinforcement learning will further enhance language understanding capabilities. These advancements will enable more intelligent conversational systems and improved human–AI collaboration.

10. Conclusion

Generative AI models have significantly improved natural language understanding by enabling machines to interpret context, semantics, and intent more effectively. The integration of transformer-based models and large language models has transformed traditional NLU systems into highly intelligent language processing platforms.

Although challenges such as bias, computational cost, and ethical concerns remain, ongoing research and technological advancements continue to improve the reliability and efficiency of generative AI systems. As these models evolve, they will play a crucial role in enhancing communication between humans and intelligent machines.

FUTURE OF ELECTRICITY SYSTEM WITH ARTIFICIAL INTELLIGENCE

R. KAMALAM Second B.SC.CS(AI)

Department Of Artificial Intelligence NMS S. Vellaichamy Nadar College

M.DEVIBALA Second B.SC. CS(AI)

Department Of Artificial Intelligence NMS S. Vellaichamy Nadar College

Dr. S. SELVAM

Head Of The Department Department Of Artificial Intelligence NMS S.Vellaichamy Nadar College

ABSTRACT

The future of the global electricity system is undergoing a radical paradigm shift as artificial intelligence (AI) evolves from a peripheral analytical tool into the foundational operating system for a decentralized and decarbonized grid. By 2026, the traditional model of predictable, centralized power distribution is being replaced by an "energy-intelligent" ecosystem capable of managing the dual pressures of explosive demand from AI data centers and the inherent volatility of renewable energy sources. This transition is characterized by the deployment of agentic AI and digital twins that orchestrate real-time balancing between distributed energy resources (DERs), such as rooftop solar and battery storage, and the traditional grid. Advanced machine learning algorithms now provide hyper-accurate, short-term forecasting—reducing system imbalances by over 40% in leading networks—while AI-driven predictive maintenance significantly lowers operational downtime by identifying infrastructure

fatigue before it leads to failure. Furthermore, the rise of Virtual Power Plants (VPPs) and automated demand-response programs is democratizing grid flexibility, allowing commercial and residential "prosumers" to contribute dynamically to grid stability. As the "chip-to-grid" approach becomes the industry standard, AI serves as the critical catalyst for a resilient, self-healing infrastructure that aligns economic growth with aggressive sustainability targets, ensuring that the electricity system can absorb the massive energy requirements of the digital age without compromising reliability or climate commitments.

Keywords: Smart Grid 2.0, Virtual Power Plants (VPP), Distributed Energy Resources (DERs), Predictive Maintenance, Hyper-accurate Forecasting, Demand Response Optimization, Decarbonization Algorithms, Prosumer Economy, Tokens per Watt.

1.INTRODUCTION

The integration of artificial intelligence into the global electricity system represents the most significant architectural shift since the inception of the Edison-style centralized grid. As we navigate 2026, the transition toward a "Cognitive Grid" is no longer a theoretical pursuit but a functional necessity driven by the concurrent rise of carbon-neutral mandates and the unprecedented energy appetite of massive AI compute clusters. This new era of power systems leverages deep learning and neural networks to transform the grid from a passive conduit of electrons into a dynamic, self-optimizing organism. By synthesizing trillions of data points from smart meters, weather sensors, and internet-of-things (IoT) devices, AI facilitates a seamless handoff between traditional baseload power and volatile, weather-dependent renewables. This evolution effectively solves the "intermittency problem" that has historically hindered green energy adoption, allowing for a resilient infrastructure that can predict surges, automate load shedding, and manage complex bidirectional energy flows. Ultimately, the future of electricity is being defined by a move away from rigid, human-led dispatch toward an autonomous, decentralized framework where software-driven intelligence ensures that the delivery of power is as efficient, scalable, and responsive as the digital world it supports.

2.ADVANTAGES

The future of the electricity system is rapidly transitioning from a rigid, one-way delivery model to a dynamic, multi-directional "smart" ecosystem powered by Artificial Intelligence (AI). This transformation is essential to handle the increasing complexity of modern grids, which now include unpredictable renewable energy sources, electric vehicle (EV) charging demands, and high-intensity loads from data centers. AI serves as the "brain" of this system, processing millions of data points from smart meters and sensors to make micro-second decisions that human operators simply cannot. By moving from reactive management—where we fix things after they break—to predictive governance, AI ensures that electricity remains stable, affordable, and sustainable.

Advantages of AI in Future Electricity Systems

Precise Demand and Supply Forecasting: AI utilizes advanced machine learning to analyze weather patterns, satellite data, and historical usage to predict renewable energy output (like solar and wind) with over 95% accuracy. This allows grid operators to balance intermittent power sources perfectly with consumer demand, preventing both energy waste and blackouts.

Proactive Predictive Maintenance: Instead of waiting for a transformer to blow or a line to fail, AI-driven sensors detect "silent" signs of wear and tear. By predicting failures before they happen, utilities can reduce unplanned outages by up to 40% and extend the lifespan of aging infrastructure, saving billions in repair costs.

Dynamic Load Balancing and Peak Shaving: During heatwaves or high-demand periods, AI can automatically "shave" the peak by shifting non-essential loads (like industrial cooling or EV charging) to off-peak hours. This levels the load curve, reducing the need for expensive and polluting "peaker" power plants.

Integration of "Prosumers": The future grid is bidirectional, where homes with solar panels act as both consumers and producers (prosumers). AI facilitates peer-to-peer energy trading, allowing neighbors to sell excess power to each other via automated blockchain platforms, decentralizing the energy market and increasing local resilience.

Enhanced Grid Self-Healing: In the event of a physical fault, such as a fallen tree on a power line, AI-driven systems can instantly isolate the affected area and reroute electricity through alternative paths. This "self-healing" capability ensures that most customers never even notice a flicker, even during significant system stress.

Optimized Energy Storage: AI manages battery systems by determining the exact millisecond to store energy (when it's cheap and plentiful) and when to discharge it (when the grid is strained). This maximizes battery health and ensures that stored green energy is used when it has the highest environmental and economic impact.

3. ARCHITECTURE

The architecture of an AI-driven electricity system represents a fundamental shift from a centralized, "top-down" hierarchy to a distributed, "edge-to-cloud" network. This modern framework is built on a multi-layered digital fabric where the Physical Layer (turbines, solar panels, and smart meters) is tightly coupled with a Data Sensing Layer that feeds real-time telemetry into a cloud-based "Grid Brain." In this architecture, AI does not sit in a single central office; instead, it is distributed through Edge Computing, where local controllers at the neighborhood level make instantaneous decisions to balance voltage. This decentralization ensures that even if a central server fails, local microgrids can continue to function autonomously. By utilizing high-speed 5G or fiber-optic communication protocols, the architecture synchronizes the "Internet of Energy"

(IoE), allowing millions of intermittent devices to act as a single, coherent machine that self-adjusts based on market prices, weather patterns, and carbon intensity.

The Sensing & IoT Layer: This foundational layer consists of millions of high-fidelity sensors, Phasor Measurement Units (PMUs), and smart meters. These devices capture granular data on current, voltage, and phase angles at millisecond intervals, providing the "eyes" for the AI to see the grid's health.

The Communication Fabric: A low-latency network (utilizing 5G or private LTE) serves as the nervous system. It ensures that data from a solar farm in a remote area reaches the control algorithm fast enough to trigger a response if a cloud suddenly blocks the sun.

Edge Intelligence Nodes: To avoid data bottlenecks, AI "micro-agents" are placed at local substations and EV charging hubs. These nodes process data locally to provide Real-time Frequency Regulation, allowing for sub-second responses that prevent localized blackouts without waiting for cloud processing.

The Digital Twin Layer: This is a virtual, real-time replica of the entire physical grid. AI runs "what-if" simulations on this digital twin—predicting how a predicted hurricane or a massive sporting event will impact load—allowing operators to test solutions in a safe, virtual environment before deploying them to the physical wires.

The AI Orchestration & Analytics Engine: Located in the cloud or a secure data center, this "central brain" performs long-term optimization. It uses Deep Learning to manage the Energy Management System (EMS), deciding when to charge massive utility-scale batteries and how to dispatch power from various geographical regions to ensure the lowest possible carbon footprint.

The Cyber-Security Shield Layer: Because an AI grid is hyper-connected, it is vulnerable to cyber-attacks. The architecture includes an integrated AI security layer that uses Anomaly Detection to identify "non-human" traffic patterns, automatically isolating compromised segments of the grid before an intrusion can spread.

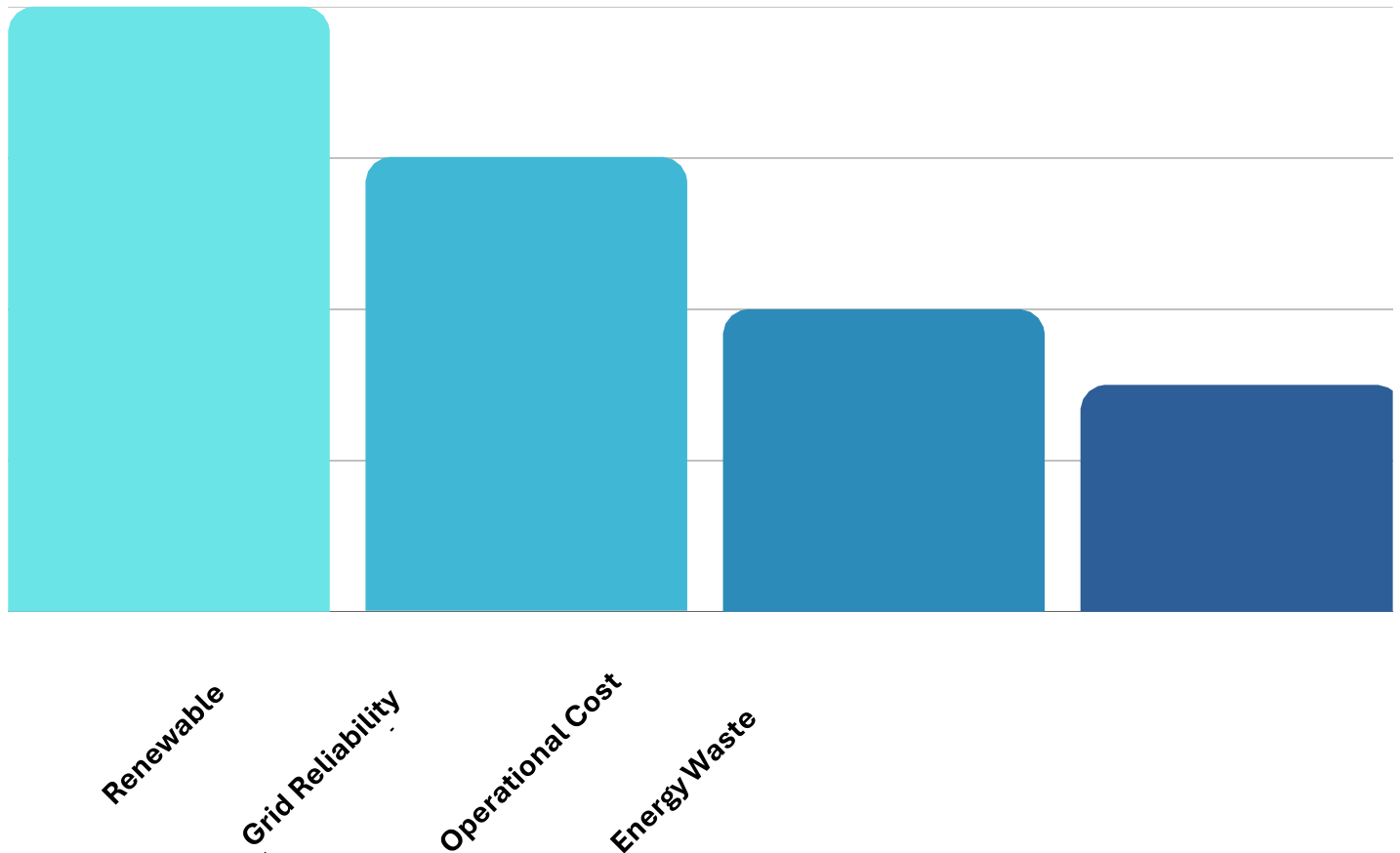
4. TABLES

Feature	Traditional Grid (20th Century)	AI-Enabled Future Grid (2026+)
Power Flow	One-way (Plant to Consumer)	Multi-directional (Prosumer to Grid)
Generation	Centralized (Coal, Gas, Nuclear)	Decentralized (Solar, Wind, Microgrids)
Maintenance	Reactive (Fix after failure)	Predictive (Fix before failure)
Demand Response	Manual/Limited (Phone calls to industry)	Automated (Real-time IoT adjustments)
Data Usage	Monthly billing reads	Millisecond-level telemetry
Restoration	Manual dispatch of repair crews	Self-Healing automated rerouting

The Comparison Table: Traditional Grid & AI Enabled Future Grid

5.BAR CHART

● Renewable Integration ● Grid Reliability Improvement ● Operational Cost Savings
● Energy Waste Reduction



6.CONCLUSION

The integration of Artificial Intelligence into the future of the electricity system marks a definitive shift from a rigid, centralized utility model toward a highly decentralized and self-optimizing ecosystem that is capable of managing the immense complexity of a zero-carbon economy. By serving as the digital "nervous system" for the grid, AI effectively bridges the gap between the intermittent nature of renewable energy sources—like wind and solar—and the surging, unpredictable demands of electric vehicle fleets and industrial automation. This transition ensures that the power grid is no longer a passive delivery pipe but a proactive participant that can anticipate

equipment failures before they happen, reroute power during emergencies via self-healing protocols, and balance micro-transactions between "prosumer" households in real-time. Ultimately, the synergy between AI and electrical infrastructure resolves the historical conflict between sustainability and reliability; it allows for the massive scaling of green energy without compromising the stability of the grid, ensuring that energy remains an affordable, resilient, and virtually invisible foundation for modern society.

7.REFERENCES

- 1.Artificial intelligence-based methods for renewable power system operation" by Y. Lin et al. (Nature Energy, 2024).
- 2.Artificial Intelligence in Power System Security and Stability Analysis: A Comprehensive Review" by M. A. Hassan et al. (arXiv, 2024).
- 3.Present and Future of AI in Renewable Energy Domain" by A. K. Singh et al. (arXiv, 2024).
- 4.AI in Power System" by S. K. R. et al. (IJREEICE, 2025).
- 5.AI Technologies and Their Applications in Small-Scale Electric Power Systems" by J. Wang et al. (IEEE, 2024).
- 6.Opportunities and Challenges in AI Based Modern Power Systems Transient Stability Assessment" by R. Kumar et al. (IJFMR, 2024).
- .7.AI in electric power systems protection and Control" by M. A. H. Elsayed et al. (PAC World, 2024).
- 8.Article on AI for dynamic security in renewables-heavy grids (Clean Energy, Oxford Academic, 2023).
- 9.Advancements and future outlook of Artificial Intelligence in energy systems" (ScienceDirect, 2025).
- 10.Artificial Intelligence/Machine Learning Technology in Power System Applications" (PNNL, 2024).
- 9.Advances in AI for energy interconnection by Guest Editors: Mohamed Ahmed Hassan Elsayed, Sherine M. Abd El-Kader, Yu Mei, Zhang Pei, Zhang Jin (Global Energy Interconnection, 2026).
- 10.Artificial Intelligence's Energy Paradox: Balancing Challenges and Opportunities" by World Economic Forum Team (WEF Report, 2025).
- 11.Artificial Intelligence for Power Systems with Renewable Energy Sources" by Engineering Journal Authors (Engineering.org.cn, 2025).
- 12.Optimizing renewable energy systems through artificial intelligence: Review and future prospects" by Kingsley Ukoba, Kehinde O. Olatunji, Eyitayo Adeoye, Tien-Chien Jen, Daniel M. Madyira (SAGE Journals, 2024).
- 13.Artificial Intelligence/Machine Learning Technology in Power System Applications" by Pacific Northwest National Laboratory (PNNL) Team (PNNL Report, 2024).

IF BUYING ISN'T OWNING, THEN PIRACY ISN'T STEALING: A DEBATE ON DIGITAL RIGHTS

S. Suresh KRISHNA

Second year B.Sc. Computer Science (Artificial Intelligence) Department of Computer Science (Artificial Intelligence) Nadar Mahajana Sangam S. Vellaichamy Nadar College, Nagamalai, Madurai-19

R. MUGESH

Second year B.Sc. Computer Science (Artificial Intelligence) Department of Computer Science (Artificial Intelligence) Nadar Mahajana Sangam S. Vellaichamy Nadar College, Nagamalai, Madurai-19

Dr. S. SELVAM

Head and Assistant Professor Department of Computer Science (Artificial Intelligence) Nadar Mahajana Sangam S. Vellaichamy Nadar College, Nagamalai, Madurai-19

ABSTRACT

The rapid expansion of digital platforms has significantly changed the way people access and purchase media such as video games, movies, and software. In the past, consumers owned physical copies of these products, but in the digital era, purchases usually provide only a license to use the product rather than full ownership. This change has created ongoing discussions about consumer rights, digital ownership, and the ethics of piracy. This research paper examines the argument that when consumers do not have true ownership of the digital products they buy, labeling piracy strictly as theft becomes ethically questionable. The study evaluates digital licensing agreements, restrictions imposed by online platforms, and the role of Digital Rights Management (DRM) technologies. It also considers the viewpoints of consumers, developers, and digital distribution platforms in order to better understand the meaning of ownership in the modern digital environment.

[1] INTRODUCTION

Digital distribution has become the primary way people access video games, software, movies, and other forms of digital media. Online platforms such as Steam, Epic Games Store, and various streaming services enable users to quickly purchase and download digital content. However, these transactions are usually governed by licensing agreements that restrict how users can access, share, or retain the products they have bought.

[2] DIGITAL OWNERSHIP VS DIGITAL LICENSING

Digital ownership is quite different from the traditional ownership of physical goods. When a person buys a physical copy of a game or movie, they usually have full control over that item,

including the ability to keep it, sell it, or lend it to others. In contrast, digital purchases function through licensing systems rather than providing complete ownership.

Most digital platforms require users to agree to End User License Agreements (EULAs), which outline the rules for using the product. These agreements often place restrictions on actions such as copying, transferring, or modifying the digital content, limiting the level of control consumers have over their purchases.

2.1 Limited user rights

Users are granted permission to use digital content rather than full ownership.

2.2 Platform dependency

Access to purchased content often depends on active digital platforms.

2.3 Restricted transfers

Unlike physical products, digital purchases usually cannot be resold or transferred.

[3] DIGITAL RIGHTS MANAGEMENT (DRM)

Digital Rights Management (DRM) is a collection of technological measures used by software creators, publishers, and digital distribution platforms to regulate access to digital content and prevent unauthorized copying, alteration, or distribution. These systems are commonly applied in video games, software programs, films, music, and electronic books. The main purpose of DRM is to protect intellectual property and minimize the economic losses caused by digital piracy.

Within modern digital environments, DRM functions as a technological safeguard that allows only authorized users to access and use purchased digital products. When a consumer buys a digital game or software, the DRM mechanism verifies the legitimacy of the purchase through methods such as online authentication or platform-based license validation. This verification process ensures that only genuine and licensed copies of the product are used.

Despite its role in protecting developers and publishers, DRM can also create certain challenges for consumers. Many DRM-protected products require an internet connection, platform login, or account verification even after the product has been legally purchased. These restrictions have led to ongoing debates about long-term access to digital products and whether consumers truly possess ownership over the content they buy in digital marketplaces.

[3.1] PURPOSE OF DRM

The main goal of Digital Rights Management is to protect copyrighted digital material from illegal copying and unauthorized distribution. In the video game industry, DRM systems are used to stop users from duplicating game files and sharing them without proper permission. By limiting unauthorized access, these systems help ensure that developers and publishers earn revenue through legitimate purchases.

DRM also allows publishers to regulate how their digital products are used. For instance, some companies restrict modifications, unofficial updates, or redistribution of game files. Such restrictions are designed to preserve intellectual property rights and maintain the original structure and security of digital products.

[3.2] Types of DRM Systems

Different types of DRM technologies are used by digital distribution platforms to manage and protect digital content.

3.2.1 Online Authentication DRM:

This method requires users to confirm their license through an online server before they can access a game or software. Many digital distribution platforms rely on this system to verify whether the user owns a valid copy of the product.

3.2.2 Always-Online DRM:

Some games require a continuous internet connection while playing. The software regularly communicates with the developer's servers to verify that the copy being used is legitimate.

3.2.3 Account-Based DRM:

In this approach, digital purchases are connected to a user's online account instead of a physical copy. To access the purchased content, users must log into the account linked to the purchase.

DRM and Consumer Concerns:

Many consumers assume that buying a digital product guarantees permanent access. However, DRM systems often challenge this expectation by imposing restrictions on how the product can be accessed or used.

As a result, debates about digital ownership and consumer rights have become increasingly common. Critics claim that strict DRM systems prioritize corporate control over user freedom,

while supporters argue that such measures are necessary to protect creative industries from financial losses caused by piracy.

Overall, DRM reflects an ongoing challenge in the digital world: balancing the protection of intellectual property with fair and reliable access for consumers.

[4] The Ethical Debate on Piracy

Piracy is commonly defined as the unauthorized copying, sharing, or use of copyrighted digital materials. In industries such as video games, movies, software, and other digital media, piracy is typically considered illegal because it violates intellectual property laws and may lead to financial losses for developers, publishers, and content creators. However, the expansion of digital distribution platforms and licensing-based access models has made the ethical discussion about piracy more complicated.

In modern digital markets, consumers usually obtain media through online platforms instead of purchasing physical copies. Unlike traditional ownership, these purchases often provide users with limited usage rights rather than complete ownership. Access to digital products can depend on platform rules, internet authentication, or the continued operation of online services. Because of these conditions, some consumers question whether piracy should always be viewed in the same way as traditional theft when true ownership is not provided.

This issue is particularly visible in the gaming industry. In certain situations, users may lose access to games due to platform closures, revoked licenses, or discontinued services. These circumstances raise concerns about whether consumers should have alternative methods to access digital content that they previously purchased.

4.1 Consumer Perspective

From a consumer standpoint, purchasing digital content often creates the expectation of permanent access and continued usability. Many individuals believe that paying for a game, application, or other digital media should provide a level of control like owning a physical product.

However, licensing agreements and DRM technologies frequently limit this level of control. Users may not be able to transfer their purchases to other people, alter the content, or access the product if the digital platform ceases operation. Due to these restrictions, some consumers perceive piracy as a reaction to restrictive digital systems rather than purely unethical behaviour.

Accessibility issues also contribute to this perspective. In some regions, certain games or digital media may be unavailable, heavily restricted, or priced significantly higher than local purchasing power allows. In these cases, piracy sometimes becomes a way for individuals to access content that would otherwise be difficult to obtain.

4.2.Developer Perspective

From the viewpoint of developers and publishers, piracy continues to represent a significant challenge to the stability of digital industries. Creating video games, software, and other digital products requires substantial investment, time, and technical expertise. When pirated versions of these products spread widely, companies may lose revenue that could have been used to support future development.

Many developers argue that piracy reduces the value of creative work and may discourage innovation. Independent developers, who often operate with smaller budgets and limited resources, may be particularly affected if a substantial portion of their potential audience chooses pirated copies instead of legitimate purchases.

For this reason, companies frequently implement protective measures such as DRM systems, online verification methods, and licensing agreements to safeguard their intellectual property and maintain fair compensation for their work.

4.3Platform Perspective

Digital distribution platforms also play a crucial role in the discussion about piracy. Online marketplaces, streaming services, and digital game stores manage user accounts, digital libraries, payment systems, and access permissions.

These platforms must attempt to balance the interests of both creators and consumers. On one side, they are responsible for protecting copyrighted materials and ensuring that developers receive appropriate revenue. On the other side, they must provide consumers with stable and reliable access to the digital products they purchase.

Strict anti-piracy technologies can sometimes create difficulties for legitimate users. For instance, authentication errors or mandatory internet connections may prevent access to legally purchased content. As a result, critics argue that overly restrictive protection systems may unintentionally encourage piracy instead of effectively preventing it.

4.4.Ethical Complexity of Digital Piracy

The ethical evaluation of piracy cannot be simplified into a purely legal issue. Although piracy is illegal according to copyright laws, broader ethical discussions involve questions related to ownership rights, fairness, accessibility, and digital preservation.

In some circumstances, piracy has contributed to preserving older video games and software that are no longer sold or supported by their original publishers. Digital archivists and preservation advocates often argue that without community-driven efforts or unofficial archives, many historically significant digital works could disappear over time.

Therefore, the debate about piracy reflects a broader challenge within the digital economy: finding a balance between protecting intellectual property and ensuring consumer rights and long-term access to digital culture.

The ethical interpretation of piracy depends on multiple factors, including legal regulations, consumer expectations, and the changing nature of ownership in the digital age

5.Impact on Game Preservation

An important concern related to digital ownership is the long-term preservation of video games and other forms of digital media. As technology evolves, many older games become difficult or impossible to access when online services are discontinued, or licensing agreements expire. Unlike physical copies that can be stored and used independently, digital products often rely on online infrastructure, which can disappear over time.

5.1.Discontinued Digital Stores

One major challenge arises when digital marketplaces shut down. When a digital store closes, users may lose the ability to download or reinstall content they previously purchased. In some cases, the digital libraries associated with those platforms also become inaccessible, preventing consumers from accessing games they legally bought.

5.2.Loss of Cultural Media

Video games are increasingly recognized as important cultural and historical works. Like films, literature, and music, games reflect the technological, artistic, and social trends of their time. If older games disappear due to platform shutdowns or licensing restrictions, valuable pieces of digital culture may be permanently lost.

5.3.Role of Piracy in Preservation

Some communities and researchers argue that piracy has unintentionally contributed to the preservation of games that are no longer commercially available. Through unofficial archives and community efforts, players have been able to maintain access to titles that would otherwise disappear from public access.

These situations raise significant questions about how digital media should be preserved for future generations and whether current digital distribution models adequately support long-term preservation.

6.CONSUMER RIGHTS IN THE DIGITAL AGE

As digital distribution continues to grow, the protection of consumer rights has become an increasingly important topic. Governments, policymakers, and regulatory organizations are beginning to examine how digital ownership policies affect consumers in modern digital markets.

6.1.Transparency in Digital Purchases

One important issue is transparency in digital transactions. Consumers should clearly understand whether they are buying full ownership of a product or simply receiving a limited license to use it. Providing clear and accessible information about licensing terms can help users make informed purchasing decisions.

6.2.Digital Resale Rights

Some scholars and legal experts have suggested that digital products should allow resale in a manner like physical goods. If implemented, this approach would enable users to transfer or sell their digital purchases to other consumers, potentially creating a more balanced digital marketplace.

6.3.Platform Accountability

Digital distribution platforms also have a responsibility to ensure reliable and long-term access to purchased content. Since users depend on these platforms to store and manage their digital libraries, companies should implement policies that protect consumer access even if services change or evolve over time.

Improving consumer protection policies may help address ongoing concerns related to digital ownership and create a fairer relationship between users, platforms, and content creators.

7.RESULTS AND COMPARATIVE ANALYSIS

System Type	Ownership Level	User Restrictions	Accessibility	Long-Term Availability	Key Observation
Physical Media	Full Ownership	Minimal	Offline Access	Very High	Users can keep, resell, or lend products
DRM-Protected Digital Purchase	Limited License	High Restrictions	Platform Dependent	Moderate	Access depends on platform and account
Always-Online DRM	Limited License	Very High	Internet Required	Low	Game becomes unusable if servers shut down
Pirated Version	Unrestricted Copy	No Platform Restrictions	Offline Access	High	No restrictions but legally prohibited

Table 1: Comparison of Physical Ownership, DRM-Protected Digital Purchases, and Pirated Versions

8.CONCLUSION

The shift from physical media to digital distribution has changed the traditional concept of ownership. Most digital purchases provide users with limited licenses instead of full ownership rights, leading to debates about piracy, consumer rights, and digital preservation.

Although piracy remains illegal, concerns about digital ownership highlight the need for fair licensing policies and stronger consumer protections in the evolving digital marketplace.

REFERENCE

LESSIG, L. (2004). Free Culture: How Big Media Uses Technology and the Law to Lock Down Culture and Control Creativity.

GILLESPIE, T. (2018). Custodians of the Internet: Platforms, Content Moderation, and the Hidden Decisions That Shape Social Media.

STALLMAN, R. (2015). Free Software, Free Society: Selected Essays.

SMITH, J. (2022). Digital Ownership and Consumer Rights in Online Platforms.

INNOVATIVE STRATEGIES FOR NITROGEN MANAGEMENT IN SUSTAINABLE AGRICULTURE

**ELABBARI Chaimaa, Pr. Labjar Najoua, Ouijdane El ouali,
EL BOUZIDI Ahmed, ZINAUI Badre, Pr. EL Hajjaji souad**
LS3MN2E-CERNE2D, Faculty of Sciences, Mohammed V University in Rabat

ABSTRACT

In agriculture, soil and water pollution by nitrates is significantly exacerbated by the excessive use of nitrogen fertilizers, which can lead to major environmental impacts such as eutrophication, groundwater contamination, and health risks.

Several strategies have been developed to address these issues by reducing nitrogen inputs while improving nitrogen use efficiency and maintaining agricultural productivity.

These strategies include adjusting fertilizer application rates, using slow-release fertilizers, applying precision fertilization tailored to crop needs, introducing nitrogen-fixing crops such as legumes, practicing crop rotation, and improving agricultural techniques.

These approaches not only help limit nitrogen losses to the environment but also enhance the quality of agricultural products and reduce costs for farmers. They form part of a broader effort to ensure the sustainability of agricultural systems in the face of climate change, balancing productivity, environmental protection, and resilience.

Keywords: Nitrate pollution, Nitrogen fertilizers, Groundwater contamination, Eutrophication, Precision fertilization, Sustainable agricultura, Environmental protection, Climate change resilience

ORIGIN AND EVOLUTION OF THE TERM EPISTEMOLOGY

Hassan ZARIOUH

Department of Mathematics (CRMEFO), Oujda 60000, Morocco.

Mounia MOUZOURI

Director of Regional Academy of Education and Training of the Oriental, Oujda 60000, Morocco

ABSTRACT

Origin and Evolution of the Term Epistemology

“Epistemology is the study of the circumstances that enabled the production of scientific knowledge. It seeks to describe and explain the development of the intellectual tools that allow humankind to decipher, understand, and transform nature: language, symbolic thought, formal thought, the hypothetico-deductive method, and the experimental method, in connection with the evolution of techniques and technologies.” (Glaeser, 1979).

In a more succinct style, the *Petit Larousse Illustré* (1980 edition) restricts itself to “the study of the sciences, whose object is to assess their value for the human mind.”

From these definitions, it emerges that epistemology comprises two aspects that are, however, inseparable:

- seeking “positive knowledge” (what is the scientist talking about? how do they talk about it?)
- making scientific practice the object of judgment (what is a scientific truth? under what conditions is there truth? within what limits can we speak of scientific truth?)

It seems, nevertheless, that the meaning of the word has broadened in recent years. This evolution owes much to the development of fields such as the history of science and/or cognitive science, which maintain close ties with epistemology.

The usage introduced by Piaget in the expression “genetic epistemology” testifies to this broadening.

REFERENCES

- [1] **H. Besse** : Remarques sur le statut de la didactique des langues étrangères dans le champ des sciences humaines et sociales. *Bulletin de l'ACLA*, 7, 7–27. (1985)
- [2] **M.Artigue – R.Douady** : La didactique des mathématiques en France. *Revue Française de Pédagogie* N° 76 (1986) P.69-88.
- [3] **G.Brousseau** : Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques. *Recherche en Didactique des Mathématiques*, Vol 7 n°2 (1986) P33-115.
- [4] **E.N.Ivantsyna** : Achieving skill in solving geometry problems – in : soviet studies in the psychology of learning mathematics – vol/4 : problem solving in geometry – University of Chicago, 1970.

THE ROLE OF PHARMACIST IN MEDICATION SAFETY

Vanisri M., Dr. R. SRINIVASAN, Dr. R. SARAVANAN

Bharath Institute Of Higher Education And Research, Tambaram, Chennai, India

ABSTARCT

Pharmacists play a crucial role in ensuring medication safety. They assist other healthcare professionals to prevent medication errors and adverse drug reactions. One of the main responsibilities of pharmacists is to verify and review prescriptions to ensure that the correct medication, dosage, and instructions are provided. They are trained to identify potential drug interactions, allergies, and contraindications that may pose a risk to patients. Pharmacists also play a significant role in medication reconciliation, which involves comparing a patient's current prescription to the prescribed medication information. Furthermore, pharmacists instruct patients about how to use medications properly, including how much to take, possible adverse effects, and how to store them. Patients can receive resources to help them remember to take their prescribed prescriptions on time, as well as counseling on medication adherence. When patients have queries or concerns about their prescriptions, pharmacists are available to assist them. Pharmacists work with healthcare organizations to ensure pharmaceutical safety in addition to their direct patient care obligations. In the process of reporting and analyzing pharmaceutical errors, they assist in identifying flaws in the system and putting preventative measures in place. Pharmacists ensure that best practices in medication management are followed by contributing to medication safety guidelines and regulations. Ultimately, by guaranteeing precise dispensing, educating patients, and actively taking part in pharmaceutical safety activities.

BIOECONOMY: PROSPECTS FOR IMPLEMENTATION AT PHARMACEUTICAL ENTERPRISES

Olena BUDIAKOVA

PhD in Economics, Associate Professor of the Department Smart Economics, Kyiv National University of Technologies and Design, Kyiv, str. Nemirovicha-Danchenko, 2, 01011, Ukraine

ORCID ID: 0000-0001-6028-2650

Diana PRYHARSKA

The Department Smart Economics, Kyiv National University of Technologies and Design, Kyiv, str. Nemirovicha-Danchenko, 2, 01011, Ukraine

ABSTRACT

The bioeconomy has a great potential to increase the productivity, innovation and competitiveness of the pharmaceutical industry, as well as to ensure the health and well-being of the population. It promotes the development of new medicines, vaccines, diagnostic tests, medical devices and services based on biological resources and biotechnology.

Pharmaceuticals are an industry that deals with the research, development, production and marketing of medicines for the diagnosis, prevention and treatment of diseases. However, it cannot exist without proper coordination in the business sector.

However, the bioeconomy also faces some challenges and disadvantages, such as limited availability and quality of biological resources, high research and development costs, complexity of regulation and standardisation of bioproducts, ethical and social issues related to the use of biological material and genetic information.

The bioeconomy in a pharmaceutical company is the ability to use biological resources, processes and principles to create innovative medicines, vaccines, diagnostic tests and other products and services that contribute to the preservation and improvement of human health. The bioeconomy in a pharmaceutical company is the ability to use biological resources, processes and principles to create innovative medicines, vaccines, diagnostic tests and other products and services that contribute to the preservation and improvement of human health.

Keywords: Economics, bioeconomy, bioeconomy, bioeconomy in pharmaceuticals, circular economy, Sustainable development, pharmaceutical businesses, biotechnology.

THE PROCESS OF TURNING VEGETABLE BIO-WASTE INTO ACTIVATED CARBONS AND USING THEM IN ENVIRONMENTAL APPLICATIONS

Djellouli AMIR

Université mohammed chérif mesaadia de Souk-Ahras, Algeria 2Badji Mokhtar-Annaba University, Algeria.

Center for Scientific and Technical Research on Arid regions CRSTRA, Biskra, 07000, Algeria
Laboratory of Physics of Matter and Radiation (LPMR)

Berredjem YAMINA

Center for Scientific and Technical Research on Arid regions CRSTRA, Biskra, 07000, Algeria

Hattab ZHOUR

Center for Scientific and Technical Research on Arid regions CRSTRA, Biskra, 07000, Algeria

Guesmia HADJER

Laboratory of Physics of Matter and Radiation (LPMR)

Mehenni MOKTHAR

Laboratory of Physics of Matter and Radiation (LPMR)

ORCID ID: 0000-0001-5092-2212

ABSTRACT

In this work, we prepared biochar from the organic residues of pepper stems from the Biskra region and studied its morphological and structural properties. Then, we tested its efficiency in the elimination of pharmaceutical residues in aqueous solutions; several parametric conditions were studied, including pH, contact time, initial concentration, and temperature to obtain optimal conditions. PS-biochar was a carbonaceous mesoporous adsorbent with well-developed textural properties ($SBET = 727.5 \text{ m}^2/\text{g}$ and $V_{Total} = 0.36 \text{ cm}^3/\text{g}$). The adsorption mechanism contributes to π - π interaction, pore filling, and hydrogen bonding. FTIR analysis showed both qualitative and quantitative decreases in the functional groups of the raw material after adsorption. The results obtained in this study demonstrate that PS-biochar is a very effective adsorbent for Diclofenac and Paracetamol adsorbates and has a high adsorption capacity for these contaminants in the single system. Moreover, a relatively higher capacity for Paracetamol and Diclofenac than for in the binary system. The nonlinear isothermal Temkin and Langmuir models adequately described the equilibrium adsorption data. Although the adsorption kinetics followed the pseudo-second-order model, the thermodynamic study revealed that the adsorption process was spontaneous and exothermic. The adsorption values for both sulfonamides indicated that the adsorption mechanism was physical in nature.

Keywords: Biochar, adsorption, isotherms, Binary system, single system, mechanism, pharmaceutical product.

EMPLOY INEXPENSIVE BIOADSORBENTS TO ELIMINATE COLORANTS, MEDICATIONS, AND HEAVY METALS

Djellouli AMIR

Université mohammed chérif mesaadia de Souk-Ahras, Algeria 2Badji Mokhtar-Annaba University,
Algeria.

Center for Scientific and Technical Research on Arid regions CRSTRA, Biskra, 07000, Algeria
Laboratory of Physics of Matter and Radiation (LPMR)

Berredjem YAMINA

Center for Scientific and Technical Research on Arid regions CRSTRA, Biskra, 07000, Algeria

Hattab ZHOUR

Center for Scientific and Technical Research on Arid regions CRSTRA, Biskra, 07000, Algeria

Guesmia HADJER

Laboratory of Physics of Matter and Radiation (LPMR)

Mehenni MOKTHAR

Laboratory of Physics of Matter and Radiation (LPMR)

ORCID ID : 0000-0001-5092-2212

ABSTRACT

The synthesis and production of biomaterials of the cationic and anionic types was the main goal of this investigation. These substances were employed as adsorbents in waters contaminated by various adsorbates that were probably found in the surrounding area. Several approaches (IRTF, DRX, MEB, BET, and ATG/DTA) will be used to characterize the various materials. The adsorption tests using these materials will be conducted by adjusting several parameters, including pH, mass, concentration, and temperature.

Elimination of effluents in aqueous media, with a focus on the adsorption technique, which appears to be particularly well-suited to remove pollutants due to its shown effectiveness and cost-effectiveness in using inexpensive adsorbents like industrial and agricultural wastes.

Keywords: Adsorption, bio adsorbents, water treatment, various materials, and characterization

ELEVATING GLOBAL UNDERSTANDING AND EDUCATION TO CONFRONT THE CRITICAL CHALLENGE OF ANTIMICROBIAL RESISTANCE

T. THENMOZHI
Dr. R. SARAVANAN*
Dr. R. SRINIVASAN

Faculty of Pharmacy, Bharath Institute of higher education and Research;Selaipur, Tambaram, Chennai
Tamilnadu 600073 India

ABSTRACT

This abstract proposes a strategic approach to address the urgent and critical challenge of antimicrobial resistance (AMR) by prioritizing global understanding and education. To effectively confront AMR, it advocates for a multifaceted educational strategy spanning community awareness initiatives to advanced training for healthcare professionals. The emphasis is on creating globally accessible educational resources, leveraging technology, and fostering international collaboration. Special attention is given to addressing educational gaps in low-resource settings. The initiative aims to cultivate a nuanced understanding of AMR, incorporating diverse perspectives and encouraging interdisciplinary collaboration. By empowering individuals and communities through education, this approach seeks to mobilize a united global front against AMR, safeguarding the efficacy of antimicrobial treatments for current and future generations.

THE ROLE OF GENETICS AND IMMUNE RESPONSE IN LEPROSY SUSCEPTIBILITY

K. POOJA
Dr. M. K. VIJAYALAKSHMI
Puniparthi SUNITHA

Bharath Institute of Higher Education and Research Faculty of pharmacy Chennai

ABSTRACT

Leprosy, caused by *Mycobacterium leprae*, remains a significant public health concern in certain regions despite the availability of effective treatments. Not all individuals exposed to the bacterium develop the disease, highlighting the critical role of host genetics and immune response in determining susceptibility. Genetic studies have identified several susceptibility loci, including variants in genes such as PARK2, LRRK2, HLA-DR, and TNF, which influence innate and adaptive immune responses. These genetic factors affect antigen presentation, macrophage activation, and cytokine production, ultimately impacting the host's ability to contain or eliminate the pathogen. Additionally, the clinical spectrum of leprosy—from the localized tuberculoid form to the disseminated lepromatous form—is strongly influenced by the host's immune profile. A robust cell-mediated Th1 response tends to control infection effectively, while a dominant Th2 response leads to disease progression. Understanding these genetic and immunological mechanisms is essential for improving diagnostic tools, developing vaccines, and tailoring treatment strategies. Furthermore, identifying at-risk populations through genetic screening may enable early intervention and reduce transmission. This article reviews the current knowledge on genetic and immunological determinants of leprosy susceptibility and discusses their implications for disease control and personalized medicine.

Keywords: Leprosy, *Mycobacterium leprae*, Personalized medicine, Immune Response, Cytokines

Introduction

Leprosy, also known as Hansen's disease, is a chronic infectious disease caused by *Mycobacterium leprae*, primarily affecting the skin, peripheral nerves, and mucous membranes. Despite global efforts to eliminate leprosy, new cases continue to emerge, particularly in regions with limited healthcare access. Interestingly, not all individuals exposed to *M. leprae* develop clinical disease, suggesting that host-related factors, especially genetic and immunological, play a crucial role in

determining susceptibility. The disease presents across a spectrum, from the localized tuberculoid form with strong cell-mediated immunity to the widespread lepromatous form characterized by a weak immune response. This variation underscores the importance of the host's immune system in disease progression and outcomes. Recent research has increasingly focused on the role of genetics and immune responses in leprosy susceptibility. Genome-wide association studies (GWAS) and candidate gene analyses have identified several genetic markers linked to increased risk, including variants in immune-regulating genes such as HLA, PARK2, and LRRK2. These findings, combined with advances in immunology, offer valuable insights into the complex interaction between host genetics and immune function in the context of *M. leprae* infection. Understanding these mechanisms is essential for improving early detection, developing targeted therapies, and designing preventive strategies to control the disease more effectively.

Genetic Factors Influencing Leprosy Susceptibility

Leprosy susceptibility is strongly influenced by host genetic factors, as evidenced by familial clustering of cases and studies in monozygotic twins. While *Mycobacterium leprae* is the causative pathogen, not all exposed individuals develop the disease, highlighting the importance of genetic predisposition in determining who becomes infected and the severity of clinical manifestations. Several key genes have been identified in association with leprosy susceptibility through genome-wide association studies (GWAS) and candidate gene approaches. One of the most significant loci is the HLA (Human Leukocyte Antigen) region, particularly HLA-DR and HLA-DQ alleles, which play crucial roles in antigen presentation and T-cell activation. Variations in these genes may impair the ability to mount an effective immune response against *M. leprae*. Other important genes include PARK2 and PARK2/PRKN, which are involved in ubiquitination and autophagy, essential processes for cellular defense and pathogen clearance. Mutations in LRRK2, a gene also associated with Parkinson's disease, have been linked to altered immune responses and increased leprosy susceptibility. Additionally, polymorphisms in TNF (tumor necrosis factor) and IL10 (interleukin-10) genes influence cytokine production, further modulating the host's immune environment.

Genetic predisposition also affects the type of immune response triggered after exposure. Individuals with certain genotypes are more likely to mount a Th1-dominated response, leading to tuberculoid leprosy, while others may exhibit a Th2-skewed response, resulting in lepromatous disease. Understanding these genetic factors is crucial for identifying high-risk individuals,

improving diagnostic accuracy, and guiding future research into vaccine development and personalized therapeutic strategies. As genetic research progresses, it offers promising avenues for breaking the chain of transmission and ultimately achieving better control of leprosy.

Immune Mechanism in Leprosy

The immune response plays a pivotal role in determining the clinical outcome of *Mycobacterium leprae* infection. Leprosy presents as a spectrum, primarily governed by the host's immune profile. In tuberculoid leprosy, a strong cell-mediated Th1 immune response activates macrophages and leads to localized infection with granuloma formation, effectively limiting bacterial spread. Key cytokines such as IFN- γ and IL-2 dominate this response, promoting bacterial clearance. In contrast, lepromatous leprosy is associated with a Th2-skewed humoral response, marked by elevated IL-4, IL-10, and IL-5 levels. This response is ineffective at controlling the intracellular pathogen, resulting in widespread bacterial dissemination and high bacillary load. The Innate immune system also contributes through pattern recognition receptors like TLRs (Toll-like receptors), which detect *M. leprae* and trigger cytokine production. Dysfunction or imbalance in these immune mechanisms can determine susceptibility, disease progression, and severity of clinical manifestations.

Implications for Diagnosis and Risk Prediction

Understanding the genetic and immune factors that influence leprosy susceptibility has important implications for improving diagnosis and predicting risk. Traditional diagnostic methods rely on clinical signs, skin smears, and biopsies, which may not detect early or subclinical infections. However, identifying genetic markers associated with leprosy susceptibility—such as variations in HLA, PARK2, LRRK2, and cytokine genes—opens the door to genetic screening tools that can identify individuals at higher risk before symptoms appear. Furthermore, profiling immune responses, including cytokine levels and T-cell activity, may help distinguish between tuberculoid and lepromatous forms early in the disease course. Such immune biomarkers can also aid in monitoring treatment response and disease progression. These advancements enable personalized medicine approaches, where individuals with high-risk genetic profiles or weakened immune responses can receive targeted surveillance, early interventions, and preventive therapy. In endemic regions, integrating genetic and immunological screening into public health strategies could significantly reduce disease burden, facilitate early detection, and help break the chain of transmission. Ultimately, the incorporation of host-based biomarkers into diagnostic protocols represents a major step toward more effective leprosy control and improved patient outcomes.

Therapeutic and Preventive Strategies

The integration of genetic and immunological insights into leprosy has opened new avenues for improving both therapeutic and preventive strategies. Current treatment for leprosy primarily involves multi-drug therapy (MDT), typically combining dapsone, rifampicin, and clofazimine. While effective in curing the disease and reducing transmission, MDT does not address the underlying immune dysfunction or genetic predisposition that can influence treatment outcomes and relapse rates. Recent research suggests that host-directed therapies, which modulate immune responses, may enhance the effectiveness of conventional treatments. For instance, the use of immunomodulators or cytokine-based therapies could help rebalance Th1/Th2 responses, especially in lepromatous leprosy cases with impaired cellular immunity.

Understanding individual genetic profiles could also allow for personalized treatment regimens, minimizing adverse effects and maximizing therapeutic efficacy. On the preventive front, early identification of high-risk individuals through genetic screening can facilitate targeted prophylaxis and close monitoring. Post-exposure prophylaxis (PEP) using single-dose rifampicin is already in practice and could be enhanced by selecting individuals based on genetic susceptibility. Vaccine development remains a promising strategy. The BCG vaccine offers partial protection, but newer vaccines specifically targeting *M. leprae* antigens, guided by knowledge of immune correlates, are in development. Public health education, stigma reduction, and improved access to diagnostic and treatment services also remain essential to prevention. Combining biomedical innovations with community-based strategies promises a comprehensive approach to reducing incidence, improving outcomes, and ultimately achieving global leprosy control and eventual eradication.

Future Directions in Research

Future research in leprosy is increasingly focused on leveraging genetic, immunological, and technological advancements to improve disease control, early detection, and patient outcomes. One key direction is the development of predictive genetic screening tools that identify individuals at high risk of developing leprosy, enabling early intervention and targeted surveillance in endemic areas. Advances in genomics, transcriptomics, and proteomics are also expected to uncover novel biomarkers for early diagnosis, disease progression, and treatment response. These molecular signatures could help differentiate between subclinical infection, active disease, and relapse, allowing for more precise and personalized treatment strategies.

Another important area is the exploration of host-directed therapies, which aim to enhance the immune response to *M. leprae* or correct immune imbalances. Combining these with traditional multi-drug therapy may reduce treatment duration and improve outcomes. In vaccine development, research is progressing toward more effective, *M. leprae*-specific vaccines, informed by improved understanding of immune correlates of protection. Additionally, investigating environmental and epigenetic factors that interact with genetic predisposition may provide a more comprehensive view of disease susceptibility. Ultimately, interdisciplinary and global collaboration will be essential to translate these research findings into practical tools for diagnosis, prevention, and treatment.

Conclusion

Leprosy remains a complex infectious disease where host genetics and immune response play critical roles in determining susceptibility, clinical presentation, and treatment outcomes. While *Mycobacterium leprae* is the causative agent, not all exposed individuals develop the disease, highlighting the influence of genetic variations and immune mechanisms. Key genes such as HLA, PARK2, LRRK2, and cytokine-related genes modulate immune pathways that either protect against or predispose individuals to infection. The immune response, particularly the balance between Th1 and Th2 activity, further dictates the form and severity of the disease. Understanding these genetic and immunological factors has important implications for improving diagnosis, enabling risk prediction, and guiding personalized treatment strategies. It also informs the development of more effective vaccines and host-targeted therapies. As research continues to uncover new biomarkers and genetic links, the potential for earlier detection, targeted interventions, and improved disease management grows significantly. Moreover, integrating these scientific advances into public health strategies—through education, screening, and early treatment—can accelerate progress toward leprosy control and eventual eradication. In conclusion, a multidisciplinary approach that combines biomedical innovation with community health efforts offers the most promising path to overcoming the burden of leprosy and eliminating its impact on affected populations.

References

1. Alter, A., Grant, A., Abel, L., & Schurr, E. (2011). Leprosy as a genetic model for susceptibility to common infectious diseases. *Human Genetics*, 130(2), 123–131. <https://doi.org/10.1007/s00439-011-1033-3>

2. Mira, M. T., Alcais, A., Nguyen, V. T., Moraes, M. O., Di Flumeri, C., Vu, H. T., ... & Abel, L. (2004). Susceptibility to leprosy is associated with PARK2 and PACRG. *Nature*, 427(6975), 636–640. <https://doi.org/10.1038/nature02326>
3. Zhang, F. R., Huang, W., Chen, S. M., Sun, L. D., Liu, H., Li, Y., ... & Zhang, X. J. (2009). Genomewide association study of leprosy. *New England Journal of Medicine*, 361(27), 2609–2618. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa0903753>
4. Liu, H., Irwanto, A., Fu, X., Yu, G., Yu, Y., Sun, Y., ... & Liu, J. J. (2015). Discovery of six new susceptibility loci and analysis of pleiotropic effects in leprosy. *Nature Genetics*, 47(3), 267–271. <https://doi.org/10.1038/ng.3212>
5. Modlin, R. L. (2010). The innate immune response in leprosy. *Current Opinion in Immunology*, 22(1), 48–54. <https://doi.org/10.1016/j.coi.2009.12.003>
6. Ridley, D. S., & Jopling, W. H. (1966). Classification of leprosy according to immunity. *International Journal of Leprosy and Other Mycobacterial Diseases*, 34(3), 255–273.
7. Tió-Coma, M., Avanzi, C., Verhard, E. M., Pierneef, L., Schilling, A. K., Spijker, K., ... & Ottenhoff, T. H. M. (2021). Blood RNA signature RISK4LEP predicts leprosy years before clinical onset. *EBioMedicine*, 68, 103379. <https://doi.org/10.1016/j.ebiom.2021.103379>
8. Scollard, D. M., Adams, L. B., Gillis, T. P., Krahenbuhl, J. L., Truman, R. W., & Williams, D. L. (2006). The continuing challenges of leprosy. *Clinical Microbiology Reviews*, 19(2), 338–381. <https://doi.org/10.1128/CMR.19.2.338-381.2006>
9. Walker, S. L., & Lockwood, D. N. (2006). Leprosy. *Clinical Dermatology*, 24(3), 256–262. <https://doi.org/10.1016/j.clindermatol.2005.11.018>
10. World Health Organization (WHO). (2023). Leprosy (Hansen’s disease). <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/leprosy>

MODERATING EFFECT OF SALES GROWTH ON THE RELATIONSHIP BETWEEN LIQUIDITY MANAGEMENT AND FINANCIAL PERFORMANCE OF LISTED OIL AND GAS COMPANIES IN NIGERIA

LAWAL, Amiru Balarabe

Department of Business Administration Faculty of Management Sciences Kaduna State University

JAMILU Abdulkadir

Distance Learning Centre Ahmadu Bello University, Zaria

ABSTRACT

This study examines the effect of liquidity management and financial performance of listed oil and gas companies in Nigeria for a period of eight years from 2013-2020, taking sales growth as moderator. The study adopted ex post facto research design and data were collected from secondary source. The population of the study is twelve (12) listed oil and gas Companies on the Nigerian Stock Exchange and purposive sampling technique was adopted and eight (8) companies whose data was available and complete for the years under review were selected. Liquidity as independent variable was measured by current ratio, sales growth as moderating variable while profitability dependent variable was measured by return on equity. Result revealed that current ratio has significant effect on return on equity while sales growth has a significant moderating effect on the relationship between liquidity management and profitability. It is recommended that the oil and gas companies work hard to continue to have optimum level of current ratio to avoid liquidity risks and continue to monitor their sales growth rate and general liquidity positions.

Keywords: Liquidity Management, Financial Performance, Profitability, Sales Growth

ZAKAT DISTRIBUTION AND ITS IMPACT ON POVERTY ALLEVIATION

Nabila Meca ASRI

K.H. Abdurrahman Wahid State Islamic University of Pekalongan, Indonesia, Faculty of Islamic
Economic and Business Islam, Department of Syariah Banking, Indonesia

ORCID ID: 0009-0001-3184-1828

Nabila Suci RAHMADANI

K.H. Abdurrahman Wahid State Islamic University of Pekalongan, Indonesia, Faculty of Islamic
Economic and Business Islam, Department of Syariah Banking, Indonesia

ORCID ID: 0009-0000-2283-8769

Arina MANASIKANA

K.H. Abdurrahman Wahid State Islamic University of Pekalongan, Indonesia, Faculty of Islamic
Economic and Business Islam, Department of Syariah Banking, Indonesia

ORCID ID: 0009-0002-9784-4033

ABSTRACT

Introduction and Purpose: Zakat is one of the most important instruments in the Islamic financial system, serving a dual role as a religious obligation and an economic distribution mechanism to reduce social inequality. In Indonesia, with its Muslim-majority population, the potential of zakat is highly significant and can be a strategic tool for poverty alleviation. However, the effectiveness of zakat distribution is often influenced by management, governance, and public awareness. The purpose of this study is to analyze how well-targeted zakat distribution can generate a real impact on poverty alleviation, as well as to identify the supporting and inhibiting factors that affect its effectiveness.

Materials and Methods: This study adopts a qualitative approach through literature review based on journals, scientific articles, reports from zakat institutions, and official statistical data related to zakat distribution and poverty rates in Indonesia. The analysis was carried out using a descriptive-analytical method to illustrate the distribution patterns of zakat and their impacts on beneficiaries. A comparative approach was also employed by examining the differences between consumptive zakat distribution and productive zakat distribution.

Results: The findings indicate that well-managed zakat distribution significantly contributes to the improvement of beneficiaries' welfare. Consumptive zakat distribution is proven to fulfill basic needs, but its impact tends to be short-term. Meanwhile, productive zakat distribution, in the form of business capital, skills training, and economic empowerment, has a more sustainable long-term effect. Data from several national zakat institutions show that the implementation of productive

zakat programs has succeeded in increasing beneficiaries' income and even transforming some recipients from mustahik (beneficiaries) into muzakki (zakat payers).

Discussion and Conclusion: These findings affirm that zakat distribution plays a crucial role in reducing poverty levels when managed with the right strategy. Key supporting factors include transparency, accountability, innovative empowerment programs, and collaboration between zakat institutions, the government, and society. However, challenges remain, such as low zakat literacy, limited mustahik data, and a lack of public participation in channeling zakat through official institutions. Therefore, it is necessary to strengthen zakat governance through digital technology to ensure more accurate targeting, as well as to enhance public awareness about the importance of organized zakat distribution. Consequently, zakat should not only function as temporary social assistance but also as a sustainable economic transformation instrument for poverty alleviation.

Keywords: Zakat, Distribution, Poverty Alleviation, Islamic Economics, Empowerment

FACTORS INFLUENCING THE INTENTION TO USE FUNCTIONAL FOODS AMONG YOUNG CONSUMERS IN VIETNAM

Vu Thi Hoa

The Faculty of Economics, Nha Trang University

ABSTRACT

Based on the theoretical models of TRA and TPB, a survey was conducted with 168 consumers using convenience sampling to assess the factors influencing the intention to use functional foods (FF) among young consumers in Vietnam. The results indicate that factors such as perceived utility, consumer attitude, consumer trust, consumer awareness, and perceived convenience benefit significantly impact the intention to use functional foods among young consumers in Vietnam.

Keywords: functional foods, using intention, young consumers.

ABILITY OF SLOVAK STUDENTS TO USE CRITICAL THINKING IN PHYSICS

Andrea KLUČAROVÁ

ORCID NO: 0000-0001-7500-715X

The University of Prešov in Prešov, Faculty of Humanities and Natural Sciences, Department of Physics,
Mathematics and Technologies, Prešov, Slovakia

Vladimír ŠEBEŇ

ORCID NO: 0000-0002-7836-4125

The University of Prešov in Prešov, Faculty of Humanities and Natural Sciences, Department of Physics,
Mathematics and Technologies, Prešov, Slovakia

ABSTRACT

In this research paper, authors deal with the topic of critical thinking that is currently considered one of the most important skills for people living in the 21st century. They focus especially on critical thinking of students as a matter of fact that critical thinking has been incorporated into the strategic educational document called *Slovak National Curriculum of Education* in which it represents one of the main learning objectives that should be reached in educational process. As the title suggests, the ability of Slovak primary-school students to think critically when solving physics tasks is being investigated. To this purpose, authors of the paper have created a set of qualitative physics tasks, solving of which requires activation of specific critical thinking cognitive processes. Several of those problem-solving tasks of various difficulty were implemented into the research didactic test from physics that was given to students. Test was created in order to identify students' individual abilities to apply critical thinking in finding solutions for certain physics tasks. Subsequently, based on students' success rate, the highest developed level of critical thinking has been determined for each student individually. Levels of critical thinking correspond with the three levels of Kolláriková's critical thinking model. Moreover, the authors study influence of such factors as gender or year of study on students' critical thinking and determine the level of their statistical significance. The main goal of the paper is to present the preliminary results from the running dissertation thesis research.

Keywords: Critical thinking, Problem-solving, Physics, Education

1. INTRODUCTION

Development of critical thinking has become one of the general goals of modern teaching and has been implemented into the *Slovak National Curriculum of Education*. Didactic educational theories explain the term of critical thinking as a cognitive ability of students to think about the relevance of new information, an ability to assess it after a careful and detailed examination from multiple

points of view (Grecmanová, Urbanovská and Novotný 2000). Critical thinking skills are sometimes referred to as higher-level skills. They differ from simpler-level ones, such as mechanical repetition of study material provided in order to memorize new information.

However, they are based on them (King, Goodson and Rohani 2013). Critical thinking skills do not exist immediately, but they have to be developed. Moreover, even if they have already been developed, they get activated just when an unknown problem needs to be solved (Paul, Elder and Bartell 1997). In case that critical thinking is used in new contexts inappropriately, it does not always have to be successful. Therefore, application of specific strategies is usually required to activate this form of cognitive processes. We can give students examples or select some basic hints that can act as a trigger key in retrieving some specific information from memory. Making judgments, doing problem solving physics tasks as well as learning itself depend on the capacity to code and process related knowledge. The goal of structural training is to teach the individual to realize when he can validly use his abilities (Ruisel et al. 2008). Current modernization trends in education emphasize the need for developing the highest cognitive abilities of students. For this reason, one of the key tasks of modernizing the educational process has become the effort to provide students with problem-solving tasks, inquiry-based learning and activities focused on independent students' thinking (Šebeň 2017). The process of critical thinking involves three main levels of thinking named after the key cognitive processes being used. The first, simplest one, is related to the analytical way of thinking. Therefore, this level is called Analysis. The higher level, Synthesis, requires the ability to combine and synergistically synthesize knowledge. Finally, the highest level of critical thinking includes the assessment. The Assessment level is about choosing true and false conclusions (Paul and Elder 2005).

2. STUDY AREA

2.1. Aims and Methodology

The main aim of this study was to confirm the ability of primary-school students to think critically when solving physics tasks. This includes finding out students' success rate achieved in physics-based didactic test of critical thinking and then also to determine individual levels of students' critical thinking. Finally, the research was aimed at determining the most frequent level of students' critical thinking. A research method of a didactic test has been applied. Research test consisted of ten specific qualitative physics tasks which had been carefully designed by the authors of this paper. Prepared tasks were of three types referring to three possible levels of critical thinking, namely:

Analysis, Synthesis and Assessment. Each level is associated with several specific cognitive processes. The whole test had a forced-choice item format.

This pedagogical research was conducted in order to find answers for the following research questions:

Question I: Can Slovak primary-school students think critically?

Question II: What level of critical thinking do they have most frequently developed?

In addition, the provided research served to confirm two main research hypotheses:

Hypothesis I: Boys' critical thinking is developed more than the girls' one.

Hypothesis II: Levels of critical thinking increase simultaneously with increasing year of pupils' study.

The research was carried out during the months of January and February 2020 at selected primary schools in Slovak republic. Research sample consisted of almost 200 pupils in their 7th, 8th and 9th year of study. While filling in the research form, students were supposed to work individually. For this reason, research was conducted under the pedagogical supervision during formal physics lessons of standard duration, meaning 45 minutes. Given this fact, the return on tests was almost 100 %. The obtained data have been graphically visualized and statistically processed by applying methods of descriptive and inductive statistics.

2.2. Findings and Discussion

Maximum possible score that could be reached in didactic research test equals 47 points. However, no student managed to reach it. Students' score ranges from 21 to 46. Score mean is of 35.4 points and it is represented by the red line in Figure 2.2.1.

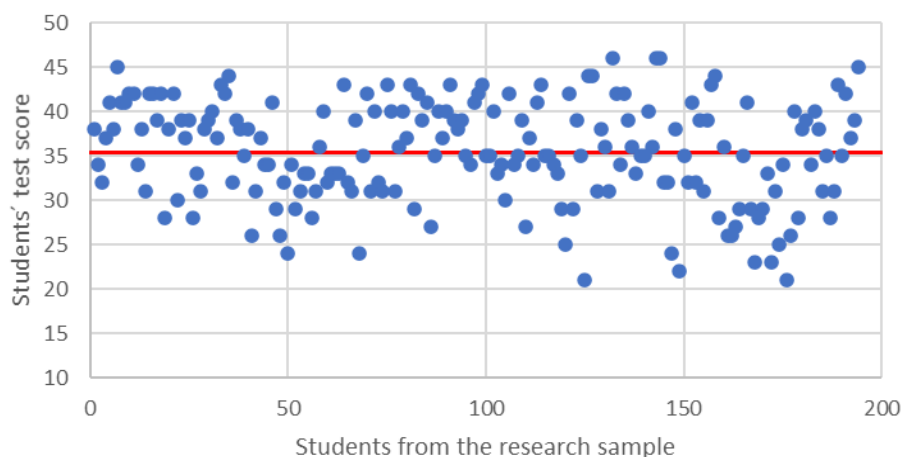


Figure 2.2.1. Graph of students' total score in Critical thinking test

In this picture it is possible to see that students' score is quite equally distributed in the area above the mean and the area below the mean value. This suggests that research data are normally distributed. Students' average success rate in the physics-based didactic test of critical think is of 75 %.

Research test was divided into three subtest associated with three possible levels of critical thinking. The lowest level of critical thinking is usually used in solving analytical physics tasks. According to students' score reached in this part we can say that analytical thinking is developed most frequently. In this part of the test students were the most successful. Their average score in analytical thinking is of 88 %. Medium level of critical thinking was tested by so called synthetic types of physics tasks. In Figure 2.2.1 we can see that this part of the test was more difficult for students.

Their success rate ranges from 60 % 80 % with an average equalling the value of 74 %. Such decreasing trend in success rate continues simultaneously with increasing level of critical thinking. Physics tasks focused on evaluating or assessing information required active applying of the highest cognitive processes. As is shown in graphical representation below, not many students were able to solve them. An average success rate in this subtest is only 60 %.

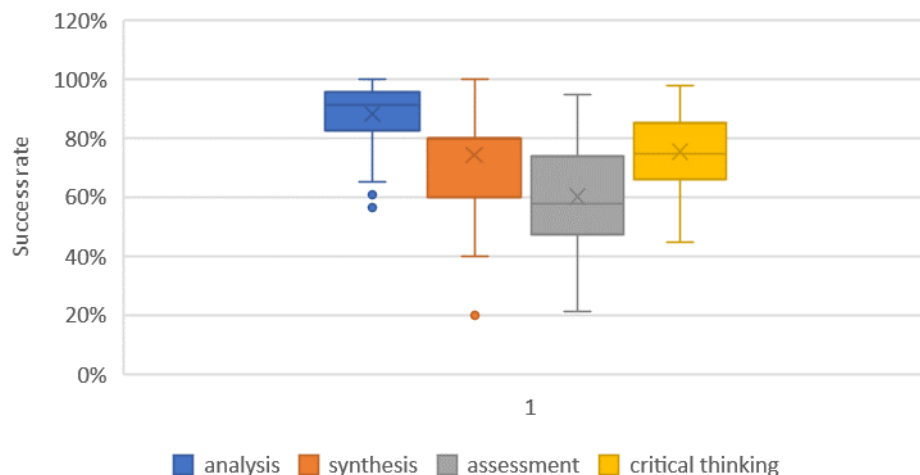


Figure 2.2.1. Graph of students' score in specific parts of Critical thinking test

Afterwards we wanted to determine statistically significant relationships between gender and critical thinking levels as well as between students' year of study and critical thinking levels. For this reason, we have provided several statistical tests, such as F-test (Two sample for variances) and a paired t-test. In case of gender, statistical p-value equals 0.13. However, standardized α level

of significance in pedagogical research equals 0.05. As a matter of fact, that test p-value is bigger than the standardized one, we can conclude there is no statistically significant relationship between the tested parameters. On the other hand, when we studied the relationship between students' year of study and critical thinking, we found out that statistical p-value was of 0.033. In this case, p-value is smaller than the standardized one ($\alpha = 0.05$). This means that statistical significance between the tested parameters have been statistically proven.

3. RESEARCH RESULTS SUMMARY

- Slovak pupils attending primary schools can apply critical thinking when solving physics tasks.
- All three possible levels of critical thinking are developed.
- Most frequent critical thinking level is the level of analysis.
- Students' average success rate in each part of Critical thinking test was not lower than 60 %.
- There is a statistically significant relationship between the students' year of study and their level of critical thinking.
- Levels of critical thinking increase simultaneously with increasing year of pupils' study.
- There is no statistically significant relationship between the gender and levels of critical thinking.

REFERENCES

Grecmanová, H., Urbanovská, E. and P. Novotný. 2000. Podporujeme aktivní myšlení a samostatné učení žáků. Olomouc: HANEX, 159p. ISBN 80-85783-28-2.

King, F.J., Goodson, L. and Rohani, F. 2013. Higher order thinking skills. [online]. [cit. 20th May 2021] Center for Advancement of Learning and Assessment..Retrieved from: http://www.cala.fsu.edu/files/higher_order_thinking_skills.pdf

Paul, R., Elder, L. 2005. Critical Thinking: Tools for Taking Charge of Your Learning and Your Life. 2nd ed. Prentice Hall. 544 pp. ISBN-10: 0131149628.

Paul, R. W., Elder, L. a T. Bartell. 1997. California teacher preparation for instruction in Critical Thinking: Research findings and policy recommendations.[online]. [cit. 22nd May 2021]. Retrieved from: <<http://eric.ed.gov/?id=ED437379>>

Ruisel, I. et al. 2008. Myslenie – Osobnost' – Múdrosť. Bratislava: Slovak academic press. 276 pp. ISBN 978-80-88910-25-1.

Šebeň, V. 2017. Modernization of physics classrooms in the current school environment. In: 19th Conference of Czech and Slovak physicists. 1. edition. Košice: Slovak physical society, p. 9-13. ISBN 978-80-89855-04-09.

A REVIEW ON METHODS OF MEASURING THERMAL CONDUCTIVITY

Sujeet SINGH

Department of Mechanical Engineering National Institute of Technology Silchar, Assam

Sarken KAPAYEVA

Department of Mechanical Engineering, D. Serikbayev East Kazakhstan State Technical University,
Ust-Kamenogorsk, 070004, Kazakhstan

Prof. Dr. Krishna MURARI PANDEY

ORCID NO: <https://orcid.org/0000-0001-7885-0353>

Department of Mechanical Engineering National Institute of Technology Silchar, Assam

ABSTRACT

The thermal conductivity is calculated using Fourier's law based on the measured temperature gradient and heat flow through the sample until the temperature of each point in the sample has become constant in steady-state measurements. There are many methods for the measurement of the thermal conductivity of a material, every single method is suitable for a certain range of the materials depending on the temperature of the medium and other thermal properties. This paper provides a thorough review of the different approaches for measuring thermal conductivity. As stated in this study, since there were no thermal conductivity measuring parameters, there were several variations in measurement methodology, measurement instruments, and sample preparation. As a result of these differences, the thermal conductivity values become ambiguous, leading to a distorted understanding that can be used by other researchers for possible comparisons. An extensive literature review was undertaken in order to provide the researchers with a concise summary and recommendations. Transient plane source method, transient hotwire, laser flash, guarded hot plate, thermo pairs, heat flow metre, modulated DSC, and 3ω method were used for measurement purpose. Repetition and ambiguity analyses are necessary to comprehend the differences in findings obtained by the various approaches discussed in this study. Researchers remain divided on which technique is best for various TES materials, and several techniques are yet to be thoroughly explored. Depending on the substance tested within the same technique, the sample size, uncertainty, and temperature range of the measurement differ greatly.

Key words- Thermal conductivity, measuring techniques, transient hot wire, hot plate, temperature gradient.

FORENSIC SCIENCE AND CRIMINOLOGICAL INSIGHTS: TRANSFORMING CRIMINAL INVESTIGATION

Ms. Khushbu SHARMA

Ph.D. Research Scholar, School of Law, UPES, Dehradun, India.

ORCID: 0009-0004-6978-164X

Dr. Kanchal GUPTA

Associate Professor, School of Law, UPES, Dehradun, India.

ORCID: 0000-0003-4889-5934

ABSTRACT

The fields of criminology and forensic science together provide a strong framework for comprehending and dealing with criminal conduct. They are complementary but separate disciplines. Applying scientific techniques to examine physical evidence from crime scenes and provide vital information for inquiries and court cases to aid in delivering justice is the main goal of forensic science. In contrast, criminology explores the psychological and sociological aspects of crime and provides insights into criminal conduct, its causes, and the effects it has on society. This research paper looks at how criminology and forensic science work together, highlighting how they might improve criminal investigations and the administration of justice. Through an examination of the convergence between criminological theory and scientific evidence analysis, the research demonstrates how a multidisciplinary approach might result in more efficient methods for investigating crimes. Important subjects include the use of criminological ideas to analyze criminal intentions and motives, the function of forensic techniques in crime scene investigation, and the cooperation of criminologists and forensic scientists in criminal profiling. In addition, the study addresses the technological developments in forensic science and how they affect criminological research, arguing that continual innovation and interprofessional collaboration are necessary to meet the ever-changing difficulties of contemporary crime.

Keywords: crime; criminology; forensic science; investigation.

PRIVACY AND PROTECTION OF BIG DATA VIS-À-VIS ARTIFICIAL INTELLIGENCE: A CRITICAL ANALYSIS

Assist. Prof. Dr. Rajesh KUMAR
School, of Law, UPES, Dehradun
ORCID: 0000-0002-4338-5639

ABSTRACT

The concepts of privacy and data protection pertain to the preservation of individual privacy and private information in an era where everything is going exponentially digitized. Big Data encompasses large, varied, and quickly produced collections of organized and unorganized data that beyond the capabilities of conventional data processing technologies to efficiently capture, handle, and evaluate. Big Data refers to the collection of large volumes of information that are continuously generated from various sources like Artificial Intelligence (AI) and Internet of Things (IoT). Artificial intellect (AI) refers to the replication of human intellect in machines, allowing them to carry out tasks, acquire knowledge from past encounters, and adjust to new data. AI systems employ data analysis and interaction to produce novel insights, forecasts, and patterns, hence facilitating the growth of Big Data repositories. Machine learning algorithms, which are a subset of artificial intelligence (AI), iteratively improve their models by assimilating new data, hence augmenting the amount of information accessible for analysis. The extensive accumulation, manipulation, and examination of immense datasets by AI systems give rise to issues over privacy, potentially resulting in breaches of data protection legislation. The emergence of transparency and accountability issues is particularly evident in the intricate decision-making processes of AI algorithms, posing challenges in assigning responsibility for the resulting consequences. The task of lawmakers, regulators, and legal experts in dealing with the intricate field of AI and Big Data involves the continuous difficulty of maintaining a balance between fostering innovation, safeguarding individual rights, and adhering to changing legal norms. This paper examines the various uses of Artificial Intelligence and the role of AI in producing Big Data. Additionally, the challenges pertaining to safeguarding and storing large-scale datasets. Finally, the strategy used by the developed countries such as Europe and the United States to address the regulation of safeguarding the privacy and security of Big Data. Finally, the Indian framework is lacking in ensuring the privacy and security of data.

Ultimately, this paper consolidates essential observations and puts forth suggestions to India for a thorough and flexible strategy regarding privacy and safeguarding in the age of Big Data-powered AI.

Keywords: Big Data, Technology, Artificial Intelligence (AI), India, EU, US

DETERMINANTS OF BANGLADESH'S LOW TAX-TO-GDP RATIO: AN EMPIRICAL ASSESSMENT

Md.Mizanur RAHMAN

Research Fellow, Department of Political Science, Gopalganj Science and Technology
University, Bangladesh

ABSTRACT

Bangladesh has consistently exhibited a low tax-to-GDP ratio compared to other developing economies, posing significant challenges to sustainable economic growth, fiscal stability, and public service delivery. This study aims to identify and analyze the determinants contributing to Bangladesh's persistently low tax-to-GDP ratio by employing both qualitative and quantitative methodologies. Using a mixed-method approach, the study integrates secondary macroeconomic data with primary insights from key stakeholders, including policymakers, tax officials, and business representatives. Quantitatively, the research applies econometric modeling, specifically a multiple regression analysis, to examine the impact of variables such as GDP growth, tax policy structure, sectoral contributions, inflation, corruption, and informality on tax revenue collection. The study uses time-series data from 1990 to 2023 sourced from the Bangladesh Bureau of Statistics (BBS), National Board of Revenue (NBR), World Bank, and International Monetary Fund (IMF). Preliminary findings indicate that structural inefficiencies in tax administration, widespread tax evasion, and a large informal economy significantly hinder tax revenue collection. Additionally, the prevalence of tax exemptions and an overreliance on indirect taxation contribute to revenue shortfalls. Qualitative insights, gathered through expert interviews and content analysis of policy documents, reveal several institutional and behavioral factors affecting tax compliance. Weak enforcement mechanisms, bureaucratic inefficiencies, lack of digitalization, and the perception of corruption deter voluntary tax payments. Furthermore, a culture of tax avoidance, coupled with insufficient taxpayer education, exacerbates the issue. The study also explores the role of political economy factors, including policy inconsistency and vested interests that influence tax policy reforms. The findings underscore the need for comprehensive tax reforms, focusing on broadening the tax base, improving enforcement mechanisms, and enhancing transparency through digital governance. Policy recommendations include strengthening institutional capacity, incentivizing formalization of businesses, reducing tax exemptions, and fostering public trust in the tax system through improved governance. Additionally, lessons from successful tax regimes in

similar economies are analyzed to propose context-specific strategies for Bangladesh. By providing empirical evidence on the key determinants of Bangladesh's low tax-to-GDP ratio, this study contributes to the broader discourse on fiscal sustainability and economic development. The research has significant policy implications for tax authorities, policymakers, and development partners aiming to enhance domestic revenue mobilization. Future research could further explore the behavioral aspects of tax compliance and the effectiveness of digital taxation in addressing revenue gaps.

Keywords: Tax-to-GDP Ratio, Fiscal Policy, Tax Compliance, Informal Economy, Corruption, Tax Reforms, Bangladesh

STUDY ON PET HANDLING EQUIPMENT DURING MEDICAL TREATMENT

**Abhijeet MALI, Sanket MHETRE,
Pratik DAFALE, Raj KAKADE**
Under the guidance of Prof. Dr. Jyoti S. YADAV

ABSTRACT

Pet handling equipment plays a crucial role in ensuring the safety, comfort, and efficiency of medical treatments for animals. This research explores the various types of pet handling equipment used in veterinary care, including restraint devices, supportive harnesses, and diagnostic aids. The study examines their effectiveness in reducing stress and injury to both animals and veterinary staff while enhancing procedural accuracy. Additionally, advancements in technology, such as automated restraints and ergonomic designs, are analyzed for their impact on improving treatment outcomes. Challenges such as ethical concerns, animal comfort, and cost implications are also discussed. Findings suggest that the development of innovative, animal-friendly handling equipment can significantly enhance veterinary care, making procedures less invasive and more efficient. Future research should focus on improving materials, integrating smart technologies, and ensuring equipment adaptability for diverse species.

CLIMATE CHANGE AND ITS EFFECTS ON POLAR WILDLIFE

Rushikesh JADHAV, Vaishnavi PATIL
Sanika Yadav, Pranoti JADHAV
Under the guidance of Prof. Dr. Jyoti S. YADAV

ABSTRACT

In this article, we review the effects on polar bears of global warming that have already been observed, and try to evaluate what may happen to the polar bears in the future. Many researchers have predicted a wide range of impacts of climate change on polar bear demography and conditions. A predicted major reduction in sea ice habitat will reduce the availability of ice associated seals, the main prey of polar bears, and a loss and fragmentation of polar bear habitat will ultimately lead to large future reductions in most subpopulations. It is likely that polar bears will be lost from many areas where they are common today and also that the total population will change into a few more distinctly isolated populations.

EVALUATION OF THE MICROBIOLOGICAL AND PHYSICAL-CHEMICAL QUALITY OF WATER SUPPLY IN THE Oujda REGION

Soukaina El KHALKI
Abdellatif LAMHAMDİ
Rachida ELBARGHMİ

Laboratory of Applied Sciences, National School of Applied Sciences (ENSAH), Abdelmalek Essaadi
University, Tanger, Morocco.

ABSTRACT

The consumption of drinking water is a key factor in the prevention of water-borne diseases, and requires special attention. Guaranteeing the safety and quality of tap water represents a major challenge for water supply systems.

Against this backdrop, this study aims to assess tap water's bacteriological and physico-chemical quality in the Oujda region. To this end, 46 sampling sites were selected, where spot samples were taken from drinking water supply systems.

Physical-chemical parameters analyzed included pH, temperature, electrical conductivity, free residual chlorine and turbidity. Microbiological analyses identified and quantified total and faecal coliforms, intestinal enterococci and *Pseudomonas aeruginosa*, using the membrane filtration method and with reference to Moroccan standards.

Results showed bacteriological quality in line with Moroccan standards and WHO recommended thresholds. However, one sampling site showed turbidity exceeding the regulatory limit (>5 NTU), requiring increased monitoring and the implementation of appropriate mitigation strategies.

Key words: Water, bacteriological quality, physical chemical quality, distribution network, Oujda.

INNOVATIVE HARD CARBON ANODES DERIVED FROM LIGNOCELLULOSIC BIOMASS FOR HIGH-PERFORMANCE SODIUM-ION BATTERIES

Lamiae OULBAZ, Meriem KASBAJI
Zineb KASSAB, Abdelwahed CHARI
Jones ALAMI, Mouad DAHBI
Mounir EL ACHABY

Materials Science, Energy and Nanoengineering (MSN) Department, Mohammed VI Polytechnic University, Lot 660 – Hay Moulay Rachid, 43150, Ben Guerir, Morocco.

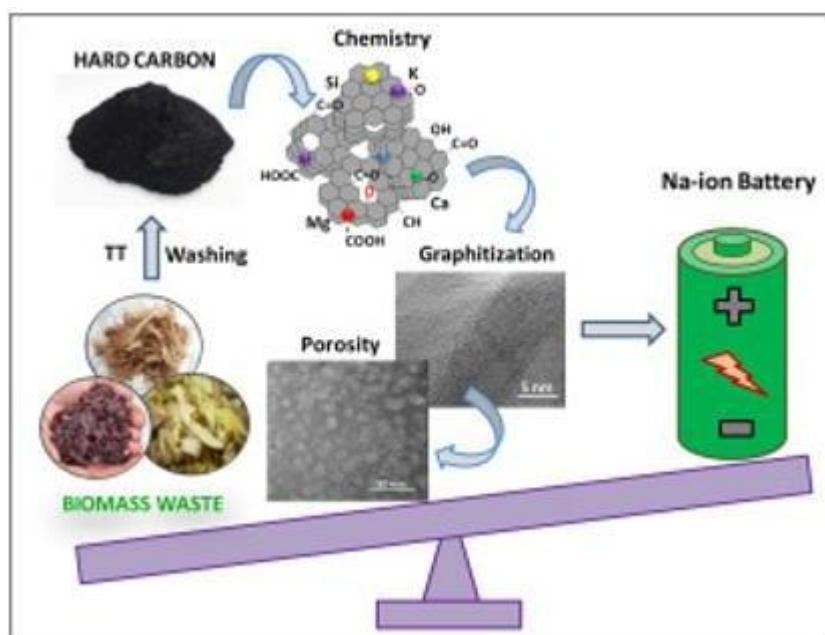
ABSTRACT

As the demand for eco-friendly energy storage solutions increases, sodium-ion batteries are emerging as a promising alternative to lithium-ion batteries. This study explores the production of hard carbon from lignocellulosic biomass via pyrolysis to enhance the performance of anodes in these batteries. Acid and base treatments were also applied before pyrolysis to assess their impact on the performance of the resulting hard carbon. Characterization techniques such as SEM, TGA, XRD, and FTIR were used to evaluate the properties of the produced hard carbons. Initial results are promising: the structures exhibit significant sodium storage capacity, influenced by both the carbonization conditions and the pre-treatment methods. The study also highlights the importance of micropore size and the degree of graphitization in storage performance. Additionally, a life cycle analysis was conducted to assess the environmental and economic feasibility of these materials. This approach not only ensures excellent capacity stability after multiple cycles but also promotes the sustainability of energy storage systems, paving the way for further research into greener energy technologies.

Keywords: Lignocellulosic Biomass; Hard Carbon; Sodium-Ion Batteries; Sustainable Materials; Energy Storage; Pyrolysis; Electrochemical Performance.

1. Results: The lignocellulosic biomass sample treated with HCl and pyrolyzed at 1000°C demonstrated the highest charge storage capacity, reaching 266.10 mA·h/g. This remarkable performance highlights its potential as a highly efficient anode material for sodium-ion batteries. The acid treatment with HCl played a critical role in removing mineral impurities and promoting the formation of a more uniform carbon matrix, which is essential for improved electrochemical behavior. Additionally, the high temperature pyrolysis at 1000°C facilitated the development of a well-organized carbon structure, including enhanced graphitization and porosity, which significantly contributed to better sodium-ion adsorption and diffusion. Furthermore, the material exhibited excellent cyclic stability, retaining a substantial portion of its capacity over repeated

charge-discharge cycles. This stability can be attributed to the robust and interconnected carbon network formed during the pyrolysis process. The sustainable nature of lignocellulosic biomass, combined with its ability to produce high-performance hard carbon, positions it as a promising candidate for large-scale energy storage applications. Future work could explore the effects of varying acid concentrations, pyrolysis temperatures, and precursor types to further optimize the material's properties and performance.



DETECTION OF RED TRAFFIC SIGNS UNDER VARIABLE LIGHTING AND WEATHER CONDITIONS

Manal EL BAZ

Universiapolis - International University of Agadir, Polytechnic School of Agadir, Smart Grid and Artificial Intelligence Laboratory (SGIA), Agadir-Morocco
Ibn Zohr University, Faculty of Applied Sciences of Ait Melloul, Innovation in Mathematics and Intelligent Systems (IMIS) Laboratory, Agadir-Morocco
ORCID: 0000-0003-1066-7813

Taher ZAKI

Ibn Zohr University, Faculty of Applied Sciences of Ait Melloul, Innovation in Mathematics and Intelligent Systems (IMIS) Laboratory, Agadir-Morocco
ORCID: 0000-0002-3117-1334

Hassan DOUZI

Ibn Zohr University, Faculty of Sciences of Agadir, Image and Pattern Recognition-Intelligent and Communicating Systems (IRF-SIC) Laboratory, Agadir-Morocco
ORCID: 0000-0002-2756-1399

ABSTRACT

Detecting the color of traffic signs presents a significant challenge due to the wide range of illumination and climate conditions encountered in real-world environments. These variations, including changes caused by sunlight, rain, fog, or nighttime scenarios, notably impact the accuracy of detection techniques particularly when using the RGB color space, which is highly sensitive to lighting changes. To address this issue, the normalized RGB model is often applied in order to decrease the effects of lighting changes. However, this approach has a disadvantage: while it enhances robustness to illumination changes, it also minimizes the image contrast, which can negatively affect the effectiveness of object detection, specifically when trying to differentiate red traffic signs from difficult backgrounds. In this study, we focus on enhancing the detection of red traffic signs under different weather and lighting conditions. We propose two segmentation methods. The first works in RGB space, where we calculate a variable threshold based on both the minimum and average values of the red channel. The second approach operates in HSV space, where a constant threshold is applied. Large experiments were managed on images captured under different climate and lighting scenarios. The results illustrate that both proposed techniques perform successfully and keep a high detection precision when compared with existing methods, demonstrating their potential in real-world traffic sign detection.

Keywords: Computer Vision, Weather Conditions, Red Color Segmentation, Traffic Sign Detection.

INTEGRATED ANALYSIS OF THE PHYTOCHEMICAL PROFILE, ANTIOXIDANT AND ANTIMICROBIAL ACTIVITIES, AND SAFETY OF EPHEDRA FRAGILIS INFUSED EXTRACT

Fatima ABDOU-ALLAH

Health and Environment Laboratory, Faculty of Sciences Ain Chock, Hassan II University, Casablanca, Morocco

Fouzia HMIMID

Health and Environment Laboratory, Faculty of Sciences Ain Chock, Hassan II University, Casablanca, Morocco

Phycology, Blue Biodiversity and Biotechnology RU, Laboratory on Plant Biotechnology, Ecology and Ecosystem Valorization – CNRST Labeled Research, Faculty of Sciences, University Chouaib Doukkali, El Jadida, Morocco

Meryem SOUDEK

Department of Biology, Laboratory of Bio-Geosciences and Materials Engineering Laboratory, Higher Normal School, Hassan II University of Casablanca, Casablanca, Morocco

Lamiaa AIT SI, Ismail GUENAOU

Fatima Ez-zahraa OUSAID, Imane Nait IRAHAL

Kabine MOSTAFA, Noureddine BOURHIM

Health and Environment Laboratory, Faculty of Sciences Ain Chock, Hassan II University, Casablanca, Morocco

ABSTRACT

Introduction: *Ephedra fragilis* is a member of *Ephedraceae* family is a medicinal plant widely distributed across Asia, America, Europe, and North Africa. It has been traditionally used in Chinese medicine for its therapeutic properties, including cytotoxic, hypoglycemic, and antimicrobial effects.

Methods: This study aimed to evaluate the chemical composition, antioxidant, antibacterial, and antifungal activities of *Ephedra fragilis* infused extracts. The total polyphenols, flavonoids, and tannins were quantified, and antioxidant activity was assessed using DPPH and ABTS assays. The antimicrobial activity was tested against selected bacterial (*Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*) and fungal (*Aspergillus niger*, *Candida albicans*) strains using the disk-diffusion method, minimum inhibitory concentration (MIC), and minimum bactericidal/fungicidal concentration (MBC/MFC) assays. Additionally, acute toxicity was assessed by administering oral doses of the extract to Wistar rats over 14 days to determine the median lethal dose (LD50).

Results: The phytochemical analysis confirmed that *Ephedra fragilis* is rich in flavonoids, tannins, and phenolic compounds. The antioxidant assays demonstrated a significant free radical scavenging capacity. The antibacterial tests showed strong inhibition against both *S. aureus* and *E. coli*. Similarly, antifungal assays revealed that the aqueous extract exhibited high inhibition zones

against *A. niger* and *C. albicans*, along with low MIC and MFC values. Furthermore, the acute toxicity study showed no signs of toxicity, confirming the safety of the extract.

Conclusion: These findings provide scientific support for the traditional use of *Ephedra fragilis* in herbal medicine, highlighting its potent antioxidant and antimicrobial properties, particularly against bacterial and fungal pathogens, while also demonstrating its safety in acute toxicity assessments.

Keywords: *Ephedra fragilis*, antioxidant activity, antibacterial activity, antifungal activity, acute toxicity, infused extract.

**PHYTOCHEMICAL COMPOSITION, ANTIOXIDANT POTENTIAL, AND
PHARMACOLOGICAL ACTIVITIES OF THE AQUEOUS EXTRACT OF *Cynara
cardunculus* L. (Asteraceae) FROM MOROCCO**

Meryem SOUDEK

Department of Biology, Laboratory of Bio-Geosciences and Materials Engineering Laboratory, Higher
Normal School, Hassan II University of Casablanca, Casablanca, Morocco

Fouzia HMIMID

Health and Environment Laboratory, Faculty of Sciences Ain Chock, Hassan II University,
Casablanca, Morocco

Phycology, Blue Biodiversity and Biotechnology RU, Laboratory on Plant Biotechnology, Ecology and
Ecosystem Valorization – CNRST Labeled Research, Faculty of Sciences, University Chouaïb Doukkali,
El Jadida, Morocco

Fatima ABDOL-ALLAH

Health and Environment Laboratory, Faculty of Sciences Ain Chock, Hassan II University,
Casablanca, Morocco

Lamiaa AIT SI, Fatima Ez-zahraa OUSAID

Faiza CHBEL, Houssine AZEDDOUG

Health and Environment Laboratory, Faculty of Sciences Ain Chock, Hassan II University,
Casablanca, Morocco

ABSTRACT

INTRODUCTION

Cynara cardunculus L., commonly known as cardoon, belongs to the Asteraceae family and is a species of significant economic interest due to its diverse industrial potential (Ferioli & D'Antuono, 2021). Cardoon has been used since ancient times as both a food and medicinal plant. It is commonly added to soups, salads, and sweets and is used in traditional medicine for its anti-diabetic, choleric, diuretic, cardiotonic, and anti-hemorrhoidal properties (Gostin & Waisundara, 2019 ; Ramos et al., 2017 ; Salem et al., 2017).

METHODS

This study aimed to evaluate the antioxidant potential of *Cynara cardunculus* and to characterize its phenolic composition. The aqueous extract was investigated for its antimicrobial properties using agar diffusion and broth microdilution assays to determine the minimum inhibitory concentration (MIC) and minimum bactericidal concentration (MBC) against a panel of Gram-positive and Gram-negative bacterial strains. Furthermore, its antifungal activity was evaluated against *Candida albicans* and *Aspergillus niger* to explore its broader pharmacological potential.

RESULTS

This study demonstrates that aqueous extracts of *Cynara cardunculus* are rich in flavonoids and polyphenols, which contribute significantly to their strong antioxidant properties. The extract also exhibited a bacteriostatic effect against all tested bacterial strains, indicating its potential to inhibit bacterial proliferation without exerting bactericidal activity. Moreover, a fungistatic effect was observed against *Candida albicans* and *Aspergillus niger*, suggesting its ability to suppress fungal growth and reinforcing its broader antimicrobial potential.

CONCLUSION

The safety of *C. cardunculus* makes it an appealing source of active biomolecules for use as therapeutic agents, moreover, the plant stands out for its diverse applications in food and medicine, as well as its strategic importance in the bioenergy and agri-food industries.

Keyword: Antioxidant activity, phenolic compounds, pharmacological activity, *Cynara cardunculus*.

REFERENCES

- Ferioli, F., & D'Antuono, L. F. (2021). *Cynara cardunculus* : A potential source of bioactive compounds. Journal of Industrial Crops, 28(3), 233-240. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.11.001>
- Gostin, R., & Waisundara, V. Y. (2019). *Traditional uses of Cynara cardunculus* : A review of its medicinal properties. International Journal of Medicinal Plants, 15(2), 98-105.
- Ramos, A., et al. (2017). *Bioactive compounds of Cynara cardunculus L. and their health benefits*. Food Chemistry, 208, 94-102.
- Salem, H. S., et al. (2017). *Phytochemical and pharmacological properties of Cynara cardunculus*. Journal of Ethnopharmacology, 196, 150-161.

INSIDE THE RABBIT'S EAR: A FOCUS ON OTITIS MEDIA

Yasmine Malak ZERARKA

Mohamed khaidar University of Biskra, Faculty of Natural and Life Sciences, Department of Veterinary Medicine, 07000 Biskra, Algeria
ORCID: 0009-0004-4990-3937

ABSTRACT

Otitis in rabbits is an inflammatory condition that could involve the external, middle, or inner ear. Among these, otitis media holds particular clinical importance due to its frequent underdiagnoses and tendency to progress chronically. This presentation provides an overview of otitis media in rabbits, Starting with a description of the rabbit ear anatomy , followed by the main causes and risk factors, including infectious agents and environmental conditions. The most relevant clinical signs will be mentioned , as well as the diagnostic approaches available, such as imaging techniques. Finally, treatment strategies and prognosis will be discussed. The objective of this presentation is to raise awareness of this condition among veterinary students and practitioners.

Key Words: Otitis media, rabbits, veterinary, condition ,anatomy.

PHYSIOLOGICAL CHANGES IN THE BLOOD OF BLACK AND SPERM COWS AT THE END OF PREGNANCY AND AT THE BEGINNING OF LACTATION

Il'nura Ibragimovna FAYZULLINA

Ilya Nikolayevich MEDVEDEV

Russian Biotechnological University, Moscow, Russia

ABSTRACT

Metabolic and oxidative processes in black-and-brown cows after the first and after the second calving were evaluated. Fully healthy 47 calving cows were selected for the study 3 weeks before the expected calving. They included first-calf and recalf cows of purebred black-and-brown breed. The animals were divided into two groups according to their lifetime number of pregnancy: the first-calf group consisted of 22 heifers and the recalving group included 25 heifers. The survey was conducted 3 weeks before calving and 3 weeks after calving. First-calving cows after calving showed a decrease in glucose, total protein and albumin concentrations with a significant increase in malonic dialdehyde, non-esterified fatty acids and globulin concentrations compared to the first examination. Re-calving cows showed a significant decrease in blood glucose, total protein and albumin, combined with a significant increase in cholesterol and malonic dialdehyde levels compared to their pre-calving values. There was a significant decrease in non-esterified fatty acids in recalving cows compared to calving first-calf cows. The composition of general hematological profiles of separated first-calf heifers and recalving cows was characterized by a significant decrease in the number of erythrocytes and an increase in the level of lymphocytes compared to the level before calving. Changes in metabolic and oxidative indices are inevitable in first-calf and recalving cows during the transition phase. At the same time, first-calf heifers demonstrate greater sensitivity of hematologic profile to negative environmental influences.

Key words: cows, heifers, pregnancy, calving, beginning of lactation, oxidative process, hematological parameters.

THE IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON THE DISTRIBUTION AND DIVERSITY OF BUTTERFLIES IN INDIA

Vidya PADMAKUMAR

Department of Zoology, Bangalore University, Bangalore, India

ORCID ID: 0000-0002-3830-4232

Murugan SHANTHAKUMAR

Department of Zoology, Bangalore University, Bangalore, India

ORCID ID: 0000-0002-6132-6288

ABSTRACT

Butterflies are important indicators of environmental change and biodiversity loss. They are sensitive to changes in temperature, precipitation, and habitat quality, and can provide valuable information on the effects of climate change on other taxa. In this study, we assessed the impact of climate change on the distribution and diversity of butterflies in India, using species distribution models and bioclimatic variables. We used occurrence data of 1,024 butterfly species from various sources and projected their potential distribution under current and future climate scenarios for 2050 and 2070. We also calculated species richness, endemism, and turnover for different biogeographic zones and elevation gradients. We found that climate change will have significant impacts on the distribution and diversity of butterflies in India, with varying effects across regions and elevations. Overall, we predicted a decrease in suitable habitat area for 65% of the species, and an increase for 35% of the species. Species richness and endemism will decline in most regions, especially in the Western Ghats and the Himalayas, which are biodiversity hotspots. Species turnover will increase in all regions, indicating high rates of species replacement and potential loss of ecological interactions. Our results suggest that climate change poses a serious threat to the conservation of butterflies and their associated ecosystems in India, and that urgent actions are needed to mitigate its impacts.

Keywords: butterflies; climate change; species distribution models; bioclimatic variables; biodiversity

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

National Institute of Plant Genome Research, Aruna Asaf Ali Marg, New Delhi

Abhinav GROVER

Banaras Hindu University, Banaras, Uttar Pradesh-221005, India

ABSTRACT

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 IC₅₀ values of 2.1-4.7 μ M for Echinacoside, Doxorubicin, Epirubicin, and Idarubicin. Among these compounds, the least MIC₉₀ of 6.3 μ M and 12 μ M 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, Petrella 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.

EFFECTS OF FARMER -PASTORALIST CONFLICTS ON EXTENSION SERVICE DELIVERY NIGER STATE, NIGERIA

Jibrin S., Ibrahim M., Abdullahi, A. Mohammed Y., Ahmed, I. I., Mustapha, M.

Department of Agricultural Extension and Rural Development, Federal University of Technology Minna,
Niger State, Nigeria

ABSTRACT

This study examined the effects of farmer's pastoralist conflicts on extension service delivery in Zone 11 Niger state. The aim of the study was to investigate the effects of farmer-pastoralist conflict on agricultural service delivery in the study area. Its objectives were to describe the socio-economic characteristic of the respondents, identify the respondents' perceived causes of conflicts in the study area, identify extension services rendered by the respondents, determine the effects of farmer-pastoralist conflicts on extension service delivering in the study area, and identify constraints respondents face in delivering extension services in the study area. Data were collected primarily by administering questionnaire to 50 respondents. The data were analyzed using descriptive statistics. Results of the study shows that average age and years spent in school were 35years and 10years while the major perceived causes of conflicts include increased pressure on land ($\bar{X}=4.56$), Search for water and pastures ($\bar{X}=4.10$), population growth ($\bar{X}=3.96$), extortion by community leaders ($\bar{X}=3.88$), and inadequate grazing reserves. Services rendered by the respondents include educating the farmers ($\bar{X}=4.62$), Training farmers on new practices ($\bar{X}=4.54$) Teach farmers to improve productivity ($\bar{X}=4.50$), Creating awareness on new farming techniques ($\bar{X}=4.48$) and Provision of advisory services ($\bar{X}=4.46$). More so, results from the study also shows that effects of farmer-pastoralist makes extension work difficult ($\bar{X}=4.42$, delay in completion of extension work ($\bar{X}=4.38$), monitoring farmers progress becomes difficult $\bar{X}=3.32$), destruction of mutual trust ($\bar{X}=3.92$) and difficulty in programme evaluation. Furthermore, constraints face by extension agent were bad road ($\bar{X}=4.34$), Reoccurrences of conflicts ($\bar{X}=4.1$) high cost of transportation ($\bar{X}=3.86$) and inadequate cooperation from community leaders ($\bar{X}=3.22$). The study recommends that government should adopt policies that would tackle the causes of farmer-pastoralist conflict in the study area especially in the case of land control measures, provision of basic infrastructural facilities such as roads, water points and ranches in the study area in order to facilitate effective communication, implementation and functioning of extension workers. Government should also set up reconciliation committee.

THE EFFECT OF NUTRIENTS FROM VERMICOMPOST EXTRACT AS A NUTRITIONAL SUPPLEMENT AB MIX ON THE GROWTH AND YIELD OF MUSTARD PLANTS (*Brassica juncea* L.) ON NFT HYDROPONIC SYSTEMS

Pangaribuan Darwin H.

The Student of department of Agronomy and horticulture, Faculty of Agriculture,
Universitas Lampung

Ginting Yohanes C.

The Student of department of Agronomy and horticulture, Faculty of Agriculture,
Universitas Lampung

Widyastuti DIANA

The Student of department of Agronomy and horticulture, Faculty of Agriculture,
Universitas Lampung

Rawesi Ratih R.

Lecturer of department of Agronomy and horticulture, Faculty of Agriculture, Universitas Lampung,

ABSTRACT

Hydroponic system cultivation techniques usually use inorganic nutrients such as AB-Mix but inorganic nutrients have the disadvantage of being relatively expensive, less environmentally friendly than the absence of hormones and organic amino acids that can help plants absorb nutrients from the growing media. One solution in reducing excessive use of inorganic fertilizers is to find sources of fertilizer base materials that have not been optimally utilized such as POC vermicompost extract. POC vermicompost extract itself has advantages such as environmentally friendly, the presence of growth hormones such as auxin, cytokinins, gibberellins and rich in micronutrients. This study aims to (1) determine the effect of organic nutrition of vermicompost extract on mustard plants. (2) knowing the best treatment concentration of vermicompost extract organic nutrients in NFT hydroponic systems. This research will be carried out from January 2023 to February 2023. Located at Field Garden, Harapan street, Sepang City Village, Bandar Lampung. This study used 4 kinds of treatments, namely: (1) 100% AB-mix (P0), (2) AB-mix 75% and 25% vermicompost extract (P1), (3) AB-mix 50% and 50% vermicompost extract (P2), (4) 100% vermicompost extract (P3). The treatment was prepared using a Complete Randomized Design (RAL) consisting of 4 treatments and 6 repeats so that 24 experimental units were obtained. The results showed that all observed variables in the AB-Mix 75% + POC treatment of 25% vermicompost extract gave results that were not significantly different from AB-Mix 100%.

Keywords: AB-Mix, hydroponics, POC vermicompost, mustard plant.

YIELD AND BIOCHEMICAL FEATURES OF FIG IN SOME *Ficus Carica* L. VARIETIES UNDER WATER STRESS

Nouha HAOUDİ

National Institute for Agricultural Research (INRA), BO 578, Meknes, Morocco
Laboratory of Biotechnology, Conservation and Valorisation of Naturals Resources (LBCVNR), Faculty
of Sciences Dhar El Mehraz, Sidi Mohamed Ben Abdellah University, BP 1796 Atlas, Fez 30000,
Morocco

Mohammed KARA

Laboratory of Biotechnology, Conservation and Valorisation of Naturals Resources (LBCVNR), Faculty
of Sciences Dhar El Mehraz, Sidi Mohamed Ben Abdellah University, BP 1796 Atlas, Fez 30000,
Morocco

Jamila BAHOU

Laboratory of Biotechnology, Conservation and Valorisation of Naturals Resources (LBCVNR), Faculty
of Sciences Dhar El Mehraz, Sidi Mohamed Ben Abdellah University, BP 1796 Atlas, Fez 30000,
Morocco

Lahcen Hssaini¹ National Institute for Agricultural Research (INRA), BO 578, Meknes, Morocco

Razouk RACHİD

National Institute for Agricultural Research (INRA), BO 578, Meknes, Morocco

ABSTRACT

Today, water stress is the major constraint influencing the majority of agricultural crops, food security and economic development in Morocco. Among the research approaches to meet this challenge, the selection of drought-tolerant planting material appears to be a promising and sustainable option. . In this sense, this ongoing work aims to characterize an ex-situ collection of 30 fig tree genotypes with regard to certain morphological traits linked to the tree's water status. The experiment was carried out at the Ain Taoujdate station of INRA Meknes. Adaptation to drought was assessed by measuring yield of fruit, polyphenol content, flavonoid content and antocyanin content. Preliminary results showed significant genotypic differences evident for all traits. Based on the discriminating traits revealed by the principal component analysis (PCA), 'Bousbati 2880', 'Kadota 2278' were distinguished as the most drought tolerant varieties within the studied collection, while 'EL QOTI LEBIED 2263' variety was singled out as the most sensitive to drought.

Keywords: *Ficus carica* L., genetic resources, morphological traits, drought stress tolerance, phenotypic markers

THE RECONSTRUCTION OF AFRICAN AMERICANS' STRUGGLE FOR THE CIVIL RIGHTS: AN EXPLORATION OF ERNEST JAMES GAINES'S *THE AUTOBIOGRAPHY OF MISS JANE PITTMAN* AND ALEX HALEY'S *MAMA FLORA'S FAMILY*

N'ZAMBI-MIKOULOU Donald
EVAYOULOU Benjamin
Université Marien Ngouabi, Congo.

ABSTRACT

The exploration of Ernest James Gaines's *The Autobiography of Miss Jane Pittman* and Alex Haley's *Mama Flora's Family* makes the reader understand that white Americans' injustice and brutality over Blacks and the latter's non-consideration as full American citizens in the United States, urge some characters like Ned, Jimmy, Jane, Ruthana, and Reverend Hawkins, to quote only a few, to partake in the Civil Rights Movement so as to fight for their freedom. The signing of some Acts such as the Civil Rights Act of 1964 and the Voting Rights Act of 1965 by American authorities are referred to as the positive results of their struggle in this movement grounded in the American history. The contextualization of these achievements by the authors attests of the historical dimension of their works of fiction. It is indeed thanks to these achievements that the today's black American generations are enjoying the full fruition of the American democracy.

Key words: The United States, Whites, Blacks, Injustice, The Civil Rights Movement, Achievements.

Introduction

This article examines African Americans' Struggle for the Civil Rights and their achievements in Ernest James Gaines's *The Autobiography of Miss Jane Pittman* and Alex Haley's *Mama Flora's Family*. Published in 1971, *The Autobiography of Miss Jane Pittman* portrays Jane's episode of life in the American society. She is called "Ticey" during her days as a slave and has no parents; her mother died as a result of a beating when she was a child, and she did not know her father. *Mama Flora's Family* is, however, published in 1999. It deals with the poor conditions of African Americans in the United States. These conditions appear through Flora, who, despite her victimization of sexual abuses and all forms of rejections, tries to raise her family by her own with a miserable salary earned from Laundry.

The choice of Gaines's *The Autobiography of Miss Jane Pittman* and Haley's *Mama Flora's Family* for this paper is justified by the authors' reference to African Americans' struggle for freedom and equality in the United States during the Civil Rights Movement of 1950s and 1960s. Leonard Guerra who first scrutinized *The Autobiography of Miss Jane Pittman*, confesses that "there is in this novel a constant search for African American ethnic duality and an equalitarian American society".¹ As for Gualy Johnson who first explored *Mama Flora's Family*, states that "the position of second zone citizens given to Blacks by their white peers in the United States is the main cause of their massive participation in the Civil Rights Movement".² These quotations attest of the Blacks' desire to be recognized as full American citizens who deserve the full fruition of the American democracy. This desire urges us to focus on the answer to the following question: To what extent is the Civil Rights Movement contextualized in Gaines's *The Autobiography of Miss Jane Pittman* and Haley's *Mama Flora's Family*? We hypothesize that the portrayal of the black characters' civil rights struggle and achievements attests of the authors' reconstruction of the Civil Rights Movement of the 1950s and 1960s in the novels examined.

Being conscious of the fact that the novels studied contain a mixture of fictional facts grounded in the history of Blacks in the white man's world, we find it necessary to resort to the intertextuality, the historical and sociological approaches to better analyze them. The intertextuality helps us study the similar points of history that the novelists have included in their narratives, for Porter Abbott argues that "what intertextuality refers to is the fact that all texts are made out of other texts" (Abbott: 2003, 94). Marc Eigeldinger refers to the term as "an exchange, a dialogue existing between two or several texts" (Eigeldinger: 1987, 9). As for Gérard Genette, "there is intertextuality by the effective presence of a text in another" (Genette: 1982, 8). These definitions show that the study of the intertextuality consists in establishing the relationship between two or more than two texts in terms of space, plot, setting, story, etc. Our task is thus to determine not only the presence of history in both novels, but more the presence of each narrative in the other. The historical approach helps us demonstrate the encroachment between history and fiction in *The Autobiography of Miss Jane Pittman* and *Mama Flora's Family*. For, this approach is termed by Greenblatt and Gallagher as: "A theory applied to literature that suggests that literature must be studied and interpreted within the context of both the history of the author and the history of the critic" (Greenblatt and Gallagher: 2015, 119). The sociological approach, however, enables us to examine the social conflicts between Blacks and Whites in the American society, for according to

Krutch: “Art is not created in a vacuum; it is the work not simply of a person, but of an author fixed in time and space, answering to a community” (Krutch, quoted by Wilbur: 1962, 123).

Two main points are examined in this paper. The first is black characters’ fight for the civil rights denied to them for years by their white peers in the United States because of their blackness. The second refers to their achievements in the civil rights struggle.

1. Black characters’ fight for the civil rights in the United States

In the historical sense, the Civil Rights Movement began with Rosa Parks’s incident in Alabama in 1955. In *Mama Flora’s Family*, the author reconstructs this incident in these terms: “So when a black woman in Alabama refused to give up her seat on the bus to a white man, it had no meaning for them, although everyone they knew talked of it. It was a small thing that might have gone unnoticed, but it was an idea shared by millions of people...” (MFF, pp. 352-353). One sees how Haley presents this event as a small thing which cannot attract people’s attention through his sentence “a small thing that might have gone unnoticed”. This presentation shows that such events often happen without any impact in the American society. Rosa Parks’s rebellion against the white man is viewed as a way to fight for freedom needed by every black American, as stated by the historian Draper: “We want freedom; we want power to determine the destiny of our black community. We want land, bread, housing, education, clothing, justice, and peace. And our major political objective, a United Nations to be held throughout the black colony” (Draper: 1970, 100). This quotation shows that black Americans are not only deprived of freedom, but also of power and peace, because they live under the rules of people who, instead of leaving them alone, take them for granted and manipulate them at any time because of their black skin color.

Similarly, Gaines in *The Autobiography of Miss Jane Pittman*, contextualizes the beginning of the Civil Rights Movement through Rosa Parks’s incident which for him, has encouraged not only Martin Luther King, but more several black Americans to get involved in the fight for Blacks’ freedom in a country that they believe is also theirs because built up with the sweat and blood of their ancestors:

People and time bring forth leaders, I said. Leaders don’t bring forth people. The people and the time brought King; King didn’t bring people. What Miss Rosa Parks did, everybody wanted to do. They just needed one person to do it first because they all couldn’t do it at the same time; then they needed King to show them what to do next. But King couldn’t do a thing before Miss Rosa Parks refused to give that white man her seat (*TAMJP*, p. 228).

Rosa Parks's incident brings evidence that Blacks are no longer ready to accept any kind of manipulation inflicted on them by their white counterparts. It is exactly thanks to this incident that Martin Luther King finds his way to get involved in the Civil Rights Movement extolled by all black Americans who need change in the United States. In *Mama Flora's Family*, Haley reconstructs this involvement in these terms: "*He (King) had organized a protest against the bus line that had arrested the woman who had refused to give up her seat. There were protest marches by blacks and their friends everywhere, and counter protests, often violent by whites*" (MFF, pp. 353-354). This quotation attests not only of King's involvement in the struggle for the Blacks' civil rights, but also of the interplay between history and fiction in Haley's novel, for one sees how the author refers to the historical Rosa Parks to tell the story of Blacks in a world ruled by Whites.

In *The Autobiography of Miss Jane Pittman*, Gaines's efforts to account for the Blacks' struggle for the civil rights appear through the character of Ned. In fact, Ned is pictured as the double of Frederick Douglass at the beginning of the movement, and later as Booker T. Washington, because most of his actions mirror those of these great figures grounded in the history of the United States. It is indeed in this regard that he decides to be called "Ned Douglass" instead of Ned Brown:

He had changed his name now Ned Douglass. Before, he was Ned Brown after me. We didn't know his daddy's name, so he was Ned Brown. Then he changed it to Douglass, after Mr. Frederick Douglass. He was go'n be a great leader like Mr. Douglass was. He was Ned Douglass awhile, then he was Ned Stephen Douglass. Ned Stephen Douglass awhile, then he was Edward Stephen Douglass. All the rest of the young men round him was taking on names like that. Some Douglass, some Brown-after John Brown, not Jane Brown; some Turners, after Nat Turner... (TAMJP, pp. 73-74).

In this passage, Ned appears as the spokesman of his community. For, like Douglass who is known as a great figure in the history of Blacks in the United States, he is the one who takes the strongest actions denouncing discrimination and segregation between Blacks and Whites in this great nation. His similarities with Frederick Douglass appear when the author shows how he is determined to educate young Blacks in the South. It is clear that, under the political system of the Jim Crow Laws, Blacks are not allowed to be educated in the same schools as Whites to prevent them from having the same education. But when Ned finishes his studies six years later, he begins teaching his black fellows:

Ned was working on a farm in Kansas. He worked in the day: He rode a horse to school at night. This went on five, six years. When he finished, they gave him a job teaching there. He stayed there till that the war started in Cuba, and then he joined the army. After the war he came back here. He wanted to teach at home now (*TAMJP*, p. 80).

This passage evidences Ned's ambition to come home and educate his people despite the political system of the Jim Crow Laws which separates Blacks from Whites. The main purpose of his ambition is to help Blacks know how to read and write and integrate the American community which rejects them. It is indeed in this regard that Ned decides to go back to the South to build his own school so as to provide his black fellows with education denied to them by their white peers who are opposed to the conception of racial mixing: *"I will build my school. I will teach till they kill me"* (*TAMJP*, p. 160). Through this quotation, one sees how Ned expresses his rebellion against the Ku Klux Klan's ideology of keeping Blacks illiterate, as they warn him not to build it: *"They don't want him to build that school there, no, they say he just good to stir trouble among niggers. They want him to go back. Back where he comes from"* (*TAMJP*, pp. 104-105). This quotation shows that Ned is prohibited to build a school in the South so as to instruct Blacks. But being determined to reach his purpose, he rejects this prohibition which he considers as a way for white Americans to keep Blacks under their authority. This determination is viewed as a step to the struggle for the Blacks' civil rights:

This hearth is yours and don't let that man out take it from you, he said. It's yours because your people's bones leys in it; it's yours because their sweat and their blood done drenched this earth. The white man will use trick in the trade to take it from you. He will use every way he knows how to get you wool-gathered. He'll turn you 'gainst each other. But remember this, he said. Your people's bones and their dust make this place yours more than anything else (*TAMJP*, p. 107).

In this passage, Ned raises the problem of Blacks' citizenship in a world ruled by Whites. The sentence "this earth is yours" suggests that Blacks are aware of their belonging to the United States. This awareness makes it clear that they are no longer ready to accept any abuse from white Americans who consider America as their heritage and end up rejecting them. It is important to note that Ned's philosophy is opposed to that of Abraham Lincoln who wants Blacks to go back to Africa after their Emancipation: *"If all earthly power given me, I should not know what to do, as to the existing institution of slavery. My first impulse would be to free all slaves and send them to Liberia, to their own land"* (Lincoln: 1854, 222). In this quotation, Abraham Lincoln appears as a

racist authority who may create division between Blacks and Whites in the United States. It is clear that his desire to free Blacks in 1863 was not because he had mercy on them, but simply because he wanted to get rid of them, as he believed America was not their native land.

In Haley's *Mama Flora's Family*, Ruthana is viewed as the embodiment of Martin Luther King, because most of their actions in the Civil Rights Movement mirror each other. Like King who took part in the bus boycott in the 1950s, Ruthana also participates actively in the bus boycott movement to desegregate buses in all the spheres of the United States:

Ruthana had come back from the South in an old mood. She had boycotted bus lines and taken part in protest marches. She had been knocked to the ground by police with fire hoses. Whites had beaten up some of the marchers. She had been arrested twice and imprisoned once, overnight. When she spoke of the young minister Dr. King, who was leading the movement, she likened him to a saint, or to a man called Gandhi, of whom Flora had never heard (*MFF*, p. 356).

Ruthana is pictured as a committed militant in the struggle for the Blacks' civil rights, because her actions are really linked to those of King who has also been imprisoned for his leadership. This means that what the author tells in his novel is a depiction of the history of Blacks in the United States. This depiction is also evident through Haley's mention of King's famous speech "I have a dream":

I have a dream today. I have a dream that one day every valley shall be exalted, every hill and mountain shall be made low, the rough places will be made plain, and the crooked places will be made straight, and the glory of the Lord shall be revealed, and all flesh shall see it together (*MFF*, p. 403).

One sees how Haley reconstructs the speech made by King in 1963 at Lincoln Memorial in Washington D.C, before several personalities from different areas of the United States. This hopeful and pitiful speech leaves Blacks with the feeling that things will change one day, because King who is their leader believes in this change.

In *The autobiography of Miss Jane Pittman*, Ned's ambition of building a school is a way to express himself not as a subman, but as a full American citizen who wants his black fellows to be integrated in a world ruled by Whites regardless of the color of their skin: "*I want my children to be men (...). I want my children to fight. Fight for all – not just for a corner. The black man or white man who tells you to stay in a corner wants to keep your mind in a corner too. I'm building that school so you'll have a chance to get from out of that corner*" (*TAMJP*, p. 110). The sentence

“I want my children to be men” implies that Blacks are not considered as “men” in the American society, but as animals or beasts. This consideration urges Ned to persuade his brothers and sisters to be educated so as to fight for their rights and recognition as full American citizens. According to him, it is only by so acting that they can reject the inferior position given to them by their white peers. The policy which consists in emancipating Blacks through education is historical, for like Gaines who demonstrates it in his novel through Ned’s ambition, the historian Booker T. Washington also believes that instructing Blacks is one of the ways to help them escape from their inferior position before the white man. This belief pushed him to create his scientific institution:

The education that the American Negroes most need for the next fifty or one hundred years should be mostly, but not exclusively along scientific and industrial lines. When I say scientific, I mean science so applied that it will enable the black boy who comes from a plantation where ten bushels of corn were raised, to return to the farm and raise fifty bushels on the same acre (Washington: 1898, 71).

This passage shows not only the historical dimension of Gaines’s novel, but also how Washington challenges Whites who do not want Blacks to receive education, especially in the domains of science and technology. The creation of such an institution is a way for him to break the limit of Blacks’ illiteracy by giving them the possibility to learn in a country that rejects them. The similarities between Ned and Washington are so evident that in *The Autobiography of Miss Jane Pittman*, the author continues to demonstrate how Ned praises Washington’s conception of fighting against the wrong views of Whites over Blacks through education:

I agree with Mr. Washington on trade, he said. But trade is not all. I want to see some of my children become lawyers. I want to see some of my children to become ministers of the Bible; some write books; some to represent their people in the law. So trade is not all. Working with your hands while the white man writes all the rules and laws will not better your lot (*TAMJP*, p. 111).

It is clear that education is one of Blacks’ civil rights denied to them by their white peers whose aim is to keep them in a total ignorance of intellectual notions. Ned’s agreement with Washington about this point attests of Blacks’ participation in the fight for their civil rights in a country considered as democratic but crammed with discrimination. The sentence “I want to see my children write books” shows that Ned wants Blacks’ history to be found in books written by black writers. Unfortunately, he is later on shot dead by Albert Cluveau because of his idea of building a

school and his actions of protestation which are considered as a challenge to the white man. The author illustrates this mourning event through Alice Price and Bam Franklin who explain to Jane how it has happened:

They had just driven off after the second or third stop when they looked up and saw Albert Cluveau. He was on his mule at the end of a cane row with the gun already sighted at Ned. He told Ned to get down. Ned stopped the wagon, but nobody moved (...). Cluveau shot him in the leg – the white people had told Cluveau to make Ned crawl before killing him. When Cluveau shot him, he fell to one knee, then got back up. Cluveau shot again. This time he tore off half his chest. Albert Cluveau swung the mule around and rode away. Bam and Alice didn't go after Cluveau, they picked up Ned and laid him on top the lumber. (...). Blood dripped through the lumber on the ground. A trail of blood all the way from where Ned was shot clear up to his house (*TAMJP*, pp. 115-116).

As it can be seen, Ned is no longer alive. His death was predictable as he said it himself, because going against the rules established in a country where racism reigns, is attracting death to oneself. What is worth mentioning is that he is not dead for nothing, but for something which is very important and more valued by his black fellows in the United States. The fight for Blacks' integration and recognition as full American citizens is what has killed him. He is now regarded as "Jesus Christ" who accepted to be killed so that his blood saves the whole humanity forever. It is indeed in this regard that the author considers his blood as "*the precious blood of the South*" (*TAMJP*, p. 114). This consideration classifies Gaines into the category of integrationist writers, because one sees how he congratulates someone who has died for the defense of his race in the white man's world. Ned's blood is also viewed as a miracle, because it does not disappear for years even when the road is graveled: "*Even the rain couldn't wash the blood away. For years and years, even after they had graveled the road, you could still see little black spots where the blood had dripped*" (*TAMJP*, p. 116).

In *Mama Flora's Family*, the author also accounts for the Blacks' civil rights struggle through Martin Luther King's arrestation and imprisonment because of his sit-in movement in a lunch counter: "*Martin Luther King led a sit-in at a lunch counter in Atlanta. He was arrested, imprisoned, and sentenced to four years of hard labor, and was only released after Senator Kennedy, the presidential candidate, interceded*" (*MFF*, p. 397). This passage evidences the presence of history in Haley's novel, for Martin Luther King and Kennedy are actual personalities

deep rooted in the American history. The first is recognized as a preacher and one of the Blacks' leaders in the civil rights struggle who extolled non-violence. The second is a former Senator and a presidential candidate who released King when he was imprisoned:

The story of King's imprisonment during the election campaign, and of how Kennedy's response purportedly swayed black voters, has often been told. The irony of the whole affair is that King, round whom the events revolved, went to jail reluctantly and with little expectation that his act would have such weighty political repercussions (Adam: 1987, 73).

In *The Autobiography of Miss Jane Pittman*, after Ned's killing by a white man because of his position for the Civil Rights Movement, Jimmy, another black character is chosen to take great actions for the defense of the black cause: *"They wasn't about to give up without a fight (...). Jimmy, is not easily removed. Talk with them, Jimmy. Talk and talk and talk. But don't be mad if they don't listen. Some of them won't ever listen. Many won't even hear you"* (TAMJP, pp. 228-229). Through this passage, one understands that Ned is replaced by Jimmy who receives advice from Jane, showing him how difficult his task is in their movement. The sentence "they wasn't about to give up without a fight" suggests that Blacks reject the philosophy of non-violence extolled by Martin Luther King who only relies on protestations: *"We have no alternative but to protest. For many years we have shown an amazing patience... But we come here tonight to be saved from that patient with anything less than freedom and justice"*.³ For Martin Luther King, the only way to challenge the white man in order to be given the civil rights denied to them for years is to protest. The fact that he rejects violence does not mean he is weak or fearful, but it only means he is conscious that violence may make things worse than before.

Jane's piece of advice to Jimmy to cool down while persuading his black fellows to participate massively in the movement shows that they really need a leader, as they are determined to continue fighting until they obtain their civil rights: *"People always looking for somebody to lead them. Go to the Old Testament; go to the New Testament. They did it in slavery; after the war they did; they did it in the times..."* (TAMJP, p. 199). This quotation illustrates the similarity between Jimmy and Martin Luther King. For, like Jimmy who is selected as the leader of his people, King, too, was chosen as the leader of his black fellows during the Civil Rights Movement of the 1950s and 1960s. In fact, Jimmy is quite conscious of the risks all Blacks take when fighting for their civil rights. He believes that this fight is likely to make them obtain some rights, but prison and death have to be considered as inevitable things to them: *"Some of us might be killed, some of us going definitively*

to fail, and some of us might be killed, and some of us might be crippled the rest of life. But death and jail don't care us" (*TAMJP*, p. 22). This prophecy of being tortured, jailed, and killed made by Jimmy is accomplished by himself through his assassination by Whites because of his leadership in the Civil Rights Movement: "What you think you go'n find in Bayonne, boy? Robert says. "Jimmy" Alex said. "Jimmy is dead" Robert said" (*TAMJP*, p. 245). Similarly, in *And All Our Wounds Forgiven*, the author reconstructs the Blacks' fight for freedom and equality in the United States with reference to the long list not only of Blacks, but also of Whites who have died either for the defense of the Blacks' cause or for the sake of the American system:

June 21, 1964: Philadelphia, Mississippi- James Chaney, 21, Andrew Goodman, 21, and Michael Schwerner, 25, murder. July 11, 1964: Colbert, Georgia-LT. Col. Lemuel Penn, 49, murdered while returning from two weeks of army reserve training by Klansmen who wanted to kill a nigger. July 12, 1964: Meadville, Mississippi- a man fishing in the Mississippi river finds lower half of badly decomposed body. The following day a second body is found, decapitated, a piece of wire wrapped around its torso. Charles Eddie Moore, 20, and Henry Dee, 19, had been murdered by Klansmen who believed the two were black Muslims planning an armed uprising (Lester: 1994, 69).

This list of people killed during the Civil Rights Movement attests of the historical dimension of Lester's novel which intertwines with *The Autobiography of Miss Jane Pittman*, because one knows that these people have worked with Martin Luther King and other leaders of this movement in the 1950s and 1960s. These deaths are seen as the price all Blacks have paid for their freedom and integration in a country that rejects them.

White Americans' brutality over Blacks during the Civil Rights Movement also appears through the bombing of Martin Luther King's home. In *Mama Flora's Family*, Haley draws the reader back to this historical event in these terms: "Small fires of protest were burning all over the South. In Alabama, the first black students had been enrolled at the state university, and the home of the young minister Dr. King was bombed" (*MFF*, p. 353). In this quotation, one sees how Haley demonstrates the consequences of the Civil Rights Movement on Blacks in the South of the United States. The fact of bombing King's home by Whites does not mean they are jealous of it, but it only means they are against his position for this movement. What they want him to do is to stop fighting for the Blacks' civil rights.

In *Mama Flora's Family*, the author's endeavors to account for the Civil Rights Movement are also obvious through the character of Reverend Hawkins who persuades his brothers and sisters

to fight fearlessly against the wrongs of Whites over them so as to pave the way to the future generations: *“The night is far spent, the day is at hand. Hallelujah! Let us therefore cast off the works of darkness! And let us put on the armor of light (...). We have been sleeping, brothers and sisters, he said, but now it is time to awaken...”* (MFF, pp. 364-365). Reverend Hawkins’s motivation to take an active part in this movement is justified by the fact that he is a young black man who doubts about getting a job in a country that rejects Blacks because of the color of their skin. The desire to observe a positive change in the conditions of Blacks pushes him to convince his black fellows to take part in the movement: *“Will you be part of great battles before us? Or will you sleep? (...). Will you let others do your work for you? Will you leave it to the Government? But the Government is the people, the Government is you! Shout and ye shall be heard! Fight and ye win”* (MFF, pp. 365-366). Through this passage, Reverend Hawkins persuades Blacks not to give up, but to continue fighting so as to be considered as full American citizens with the rights to enjoy the full fruition of life in the United States. It is only by so acting that they are later given some civil rights denied to them in this democratic nation, as shown below.

2. Black characters’ achievements in the civil rights struggle

The Civil Rights Movement as echoed in the authors’ novels is pictured as one of the successful movements ever led by black Americans in the United States. This movement aims at mixing races and having equal rights in this great nation. It has enabled Blacks to obtain some of their civil rights denied to them for years by their white counterparts. Among these civil rights one may quote the Civil Rights Act of 1964, which bans discrimination based on race, color, religion, sex, or national origin and racial segregation in schools, workplaces, or in public accommodations. In *Mama Flora’s Family*, Haley’s efforts to account for Blacks’ victories in the Civil Rights Movement are evident through his reference to segregation on buses and trains which is said to be illegal by the American Court. The reference to this victory appears in the novel through the characters of Flora and Willie who tell evidence of what they observe when travelling by train: *“You wants sit at the front, Ma?” Willie asked her. ‘That where the colored car is?’ She asked. ‘Ain’t no colored cars anymo’, Ma,’ Willie told her. With a grin. ‘You sit anywhere on that ol’ train you want”* (MFF, p. 358). In this quotation, the author shows not only the success of Blacks in the Civil Rights Movement, but also the failure of white Americans’ policy based on racial segregation which was applied almost everywhere in the United States. Willie’s utterance “ain’t no colored cars anymo”

brings evidence that Blacks have succeeded in desegregating means of transport in all the spheres of the United States.

Haley's account for black Americans' victories in the Civil Rights Movement also appears through the character of Reverend Jackson who congratulates the efforts of the American Government and those of some great leaders of this movement in these terms: *"He praised the government, which was introducing slowly all sorts of legislation that protected the rights of blacks. He hailed the leaders of the movement, this Dr. Martin Luther King who had suddenly become so famous, and Ralph Abernathy and Medgar Evers and Asa Philip Randolph and a dozen others of whom Flora had never heard"* (MFF, p. 360). One understands that the improvement of black Americans' living conditions in the United States is the result of Blacks' efforts in the Civil Rights Movement. In *The Autobiography of Miss Jane Pitman*, the author's efforts to account for Blacks' victories in the civil rights struggle are also evident when he refers to the signing of the Voting Rights Act of 1965: *"The 1965 Voting Rights Act insured the franchise for the Negro"* (TAMJP, p. 88). This Act also shows the interplay between history and fiction in Gaines's novel, because the Voting Rights Act was effectively signed in 1965, three years before Martin Luther King's death. Thanks to their Blacks' efforts in the civil rights struggle, the Fair Housing Act of 1968 was signed to ban discrimination in the sale or rental housing: *"The Fair Housing Act of 1968 which banned discrimination in the sale or rental of housing was signed for Blacks' advantage"*.⁴

It is worth mentioning that Blacks' victories in the civil rights struggle do not derive from the authors' personal imagination, for in *And All Our Wounds Forgiven*, too, one sees how Lester reconstructs the signing of this Civil Rights Act through the character of John Calvin Marshall who feels no sense of victory at the White House: *"Near the end Andrea noticed a sadness in my eyes, a sadness that did not leave even when I laughed. She had wondered why I felt no sense of victory when I went to the white house for the signing of the 1964 civil rights act that effectively banned segregation"* (Lester: 1994, 102). This quotation draws the reader back to some aspects of the history of Blacks in the United States. For, it refers to the moment when Martin Luther King was invited to the White House by President Lyndon Johnson for the signing of the Civil Rights Act of 1964. The signing of such an Act by Marshall attests not only of Blacks' success in the civil rights struggle, but more of the narrator's merit as the leader of his black fellows.

As it can be seen, all the above-mentioned points show the success of African Americans in their struggle for freedom and equality in a world ruled by Whites. They are given the possibility

to elect a leader of their choice with the Voting Rights Act signed. They have succeeded in making segregation illegal in all the spheres of the United States, and are now free to sit everywhere they want on buses or trains. But one may still wonder whether this freedom is well enjoyed by them. Actually, the freedom given to Blacks is pictured as a nightmare, for they continue to be rejected by white Americans in various manners because of their black skin color. Such is the case of a young black American named Michael Brown who is recently shot dead by a white American policeman for an unfair reason.⁵

Conclusion

At the end of this analysis devoted to the Blacks' civil rights struggle, I have discovered that white Americans' racist system has been the main cause of Blacks' engagement in the Civil Rights Movement of the 1950s and 1960s, which has contributed to the signing of some Acts such as the Civil Rights Act of 1964, and the Voting Rights Act of 1965. These Acts are viewed as Blacks' achievements in their civil rights struggle. But this struggle has also resulted in the death of many black characters like Ned and Jimmy, to quote only two. The contextualization of these achievements by the authors shows the interplay which exists between history and fiction in their narratives. This interplay attests of their determination to denounce the wrongs of Whites over Blacks who are seen as second zone citizens because of their blackness. In this regard, one may argue that both novelists are integrationist writers, because they want Blacks to be integrated in the white man's world regardless of the color of their skin.

REFERENCES

- Abbott, Porter. *The Cambridge Introduction to Narrative*. Cambridge: Cambridge University Press, 2003.
- Adam, Fairclough. *To Redeem the Soul of America*. New York: Appleton Press, 1987.
- Draper, Theodore. *The Rediscovery of Black Nationalism*. New-York: The Viking Press, 1970.
- Eilgeldinger, Marc. *Mythology and Intertextuality*. Paris: Edition Slatkin, 1987.
- Gaines, Ernest J. *The Autobiography of Miss Jane Pittman*. New-York: The Dial Press, 1971.
- Genette, Gérard. *Palimpsestes*. Paris : Seuil, 1982.
- Greenblatt and Gallagher, "The New Historical Parameters: Genesis, Theory and Practice". *International Journal of English Language, Literature and Humanities*, Volume III, Issue V, July 2015 – ISSN-7065, pp. 111-127.
- Haley, Alex. *Mama Flora's Family*. New-York: Dell Publishing, 1999.
- Lester, Julius. *And All Our Wounds Forgiven*. New-York: Harvest Book, 1994.
- Lincoln, Abraham. *The Collective Works of Abraham Lincoln*. Edited by Roy P. Basler, Chicago (Illinois) Vol. II, 1854-1858.
- Washington, Booker T. *Black Belt Diamonds*. New- York: Negro University Press, 1898.
- Wilbur, Scott. *Five Approaches of Literary Criticism*. New-York: The Macmillan Company, 1962.

- ¹ <http://www.readingg.com/> Leonard Guerra / “The search for an equalitarian American society in The Autobiography of Miss Jane Pittman”, consulted on February 14th, 2023, 4 p.m.
- ² <http://www.en.Wikipedia.org/> Gualy Johnson / “Blacks’ engagement in the Civil Rights Movement”, consulted on March 19th 2023, 9 a.m.
- ³ <http://www.en.Wikipedia.org/wiki/King/Martin> “The philosophy of nonviolence in the Civil Rights Movement”, consulted on April 17th 2023, 3 p.m.
- ⁴ <http://www.en.Wikipedia.org/Mellon/Ken/> the Fair Housing Act of 1968, consulted on April 19th 2023, 4 p.m.
- ⁵ <http://www.census.gov/hhes/www/Greene/Lee/> Michael Brown’s killing in the United States, consulted on May 7th 2023, 2 p.m.

SYMPATHETIC SKIN RESPONSES DETERMINED BY MAXIMUM VOLUNTARY JAW CONTRACTION IN PATIENTS WITH AUTONOMOUS DISORDERS

Univ. Prof. Dr. Victor LACUSTA

ORCID ID: /0000-0002-5538-9370

State University of Medicine and Pharmacy, Faculty of Residency, Department of Alternative and
Complementary Medicine, Chişinău, Republic of Moldova

Univ. Prof. Dr. Valeriu FALA

ORCID ID: /0000-0002-1947-1844

State University of Medicine and Pharmacy, Faculty of Dentistry, Department of Therapeutic Dentistry,
Chişinău, Republic of Moldova

Univ. Asst. Gheorghe BORDENIUC

ORCID ID: /0000-0002-4013-9918

State University of Medicine and Pharmacy, Faculty of Dentistry, Department of Therapeutic Dentistry,
Chişinău, Republic of Moldova

Mihaela IVANOV

ORCID ID: /0000-0002-5990-320X

State University of Medicine and Pharmacy, Faculty of Medicine, Department of Urology and Surgical
Nephrology, Chişinău, Republic of Moldova

Corina GRÎU

ORCID ID: /0000-0002-5868-5298

State University of Medicine and Pharmacy, Faculty of Medicine, Department of Pediatrics, Chişinău,

ABSTRACT

There are various methods for determining the sympathetic skin responses, based on the electrical stimulation of various body regions, these being associated with an emotional anticipation stress, which influences the results of investigations in patients with autonomous suprasegmental disorders.

Comparative determination of the diagnostic value of the sympathetic skin responses in conditions of electrical stimulation and standardized maximum voluntary jaw contraction.

In this prospective analytical study, there were enrolled 45 patients (15 - cerebellar tumors in the postop period, 15 - facial myalgias, 15 - hyperactive bladder). There were determined the indices of Vein, Valkova questionnaires, sympathetic skin responses (Amax, mV) in various test conditions, with the analysis of the sensitivity (Se), specificity (Sp) and efficiency (Ef) of these methods.

Patients were diagnosed with autonomous suprasegmental clinical disorders of varying intensity. The Amax range was between 2.0 and 44 mV. The diagnostic value for percutaneous electrical

stimulation: $Se = 85\%$, $Sp = 78\%$, $Ef = 81.5\%$; for standardized maximum voluntary jaw contraction with cotton rolls between molars: $Se = 94\%$, $Sp = 90\%$, $Ef = 92\%$.

The determination of sympathetic skin responses in standardized conditions has a significant diagnostic value, it is performed in physiological conditions, in the absence of anticipation stress, thus optimizing the process of diagnosis and monitoring.

Key words: sympathetic skin response, autonomous disorders, maximum voluntary jaw contraction, suprasegmental disorders, diagnostic value

SCREENING OF MASTICATORY MUSCLE ACTIVITY DISORDERS BASED ON INFRARED THERMOGRAPHY

Univ. Prof. Victor LACUSTA
ORCID ID: 0000-0002-5538-9370

Univ. Prof. Valeriu FALA
ORCID ID: 0000-0002-1947-1844

Univ. Asst. Gheorghe BORDENIUC
ORCID ID: 0000-0002-4013-9918

Univ. Asst. Dumitru ROMANIUC
ORCID ID: 0000-0002-7284-1277

State University of Medicine and Pharmacy, Faculty of Dentistry, Department of Therapeutic Dentistry,
Chişinău, Republic of Moldova

ABSTRACT

Masticatory muscle disorders represent one of the most widespread pain conditions in the orofacial area; a deteriorated masticatory function has a functional, biological, social and cognitive impact. Currently there are several technologies available for a non-invasive evaluation of masticatory muscle activity and the degree of impairment; the most used being surface electromyography. The technology is sensible to imbalances in impedance that can lead to low reproducibility and decreased accuracy of EMG recordings.

A perspective technology is thermography that can assess holistically local microcirculation, tissue metabolism and inflammatory processes.

There was developed an integrative evaluation method that consists of two criteria: determination of mean temperature and evaluation of the thermal profile. During maximum voluntary clenching, based on ipsilateral landmarks – a line from the origin to the insertion of the temporalis anterior (TA) and masseter (MM) muscles – there was assessed the thermal profile – the mean temperature along the line. There were established 3 cutoffs based on difference between the TA and MM thermal profiles (TP): 1) higher than 0.4-0.7°C – no muscle activity disorders; 2) 0.2-0.4°C – borderline muscle activity disorders; 3) lower than 0.2°C or MM TP > TA TP – severe muscle activity disorders. Thermography was conducted on IRTIS2000 device and the recordings were analyzed in IRPreview software.

There were enrolled 130 patients in the study (30 healthy controls, 100 patients with various dysfunctional conditions – TMD, bruxism, myofascial pain). The mean temperature was the following: 1) control group: masseter muscle – 33.49±0.92°C, temporalis anterior – 34.78±0.44°C; 2) patient group: MM – 32.85±0.85°C; TA – 34.37±0.64°C.

In the patient group, based on the differences between thermal profiles there were determined patients with borderline disorders and severe disorders of masticatory muscle activity.

Thermographic imaging recording can provide a useful, non-invasive and non-ionizing evaluation for screening of masticatory muscle disorders and severity assessment.

Keywords: thermography, thermal profile, masticatory muscles, temporomandibular dysfunction, masticatory muscle disorder

1. FOREGROUND

Masticatory muscle activity disorders (MMAD)

Masticatory muscle activity disorders are part of the temporomandibular disorders (TMD) – a group of musculoskeletal disorders, primarily characterized by pain, joint sounds, and irregular/limited function, that represent a major cause of nondental pain in the orofacial region (McNeill, 1990). Currently, the diagnosis of dysfunctions is being continuously improved by the employment of the clinical protocol DC/TMD. Based on Diagnostic Criteria for TMD (DC/TMD) there are 3 major groups of TMD: (1) muscle disorders, (2) disc displacements, and (3) degenerative disorders (Dworkin, 1992). Pain is the main factor distinguishing subjects and patients with TMD. However, pain is not the standard pathognostic feature characterizing TMD. In addition to TMD, orofacial pain may also originate from dental, neurologic, otolaryngologic, vascular, metastatic, or infectious diseases (Mohl, 1999). The first condition for successful treatment therefore is to correctly diagnose the patient's complaints.

Current diagnostic options

Different objective criteria of dysfunction and pain are proposed based on methods that include stimulation (electrostimulation in the determination of occlusal reflex, electrostimulation in the determination of autonomic evoked potentials, electrostimulation in needle electromyography of the masticatory muscles etc.).

These methods have an essential disadvantage that in the process of investigation, different stimuli are used, which alter the patient's perception, modify the perception and self-assessment of pain, alter the psychological condition related to pain.

The second disadvantage is that the existing investigation methods largely reflect just local changes in the investigated area.

Currently, there are various diagnostic imaging methods used for the assessment of joints, namely radiography, arthroscopy, computed tomography (CT), and magnetic resonance imaging (MRI).

MRI is a noninvasive diagnostic method with no ionizing radiation risk and is considered as a standard method in evaluating the disc position (Gibbs 1998). Although there is a 95% compliance in determining the position and shape of the disc and MRI diagnosis, the identification of disc displacement does not necessarily correspond to the presence of TMD signs and symptoms. Haley et al. found no relationship between pain and disc displacement in MRI (Harley, 2001). Katzberg et al. (Katzberg, 1996) reported a 33% prevalence of disc displacement in asymptomatic volunteers. Due to a poor correlation between symptoms of TMD and findings in MRIs and radiographs, these imaging methods are not considered to be completely reliable for determining the need of treatment and for TMD monitoring.

Thermography imaging can identify signs of TMD disorders even in the absence of structural problems on CT/MRI. There is a current need of simple-to-use methods in dentistry for quantifying muscular and articular dysfunctions that can be interpreted easily, without referral to external specialists.

Based on these issues, there is a continuous search for other possibilities for diagnosis and monitoring of these dysfunctions, among which in recent years a special focus has been given to visualization methods, one of which is infrared thermography.

Infrared thermography technology

Infrared thermography is a diagnostic method, that provides information about normal and abnormal functioning of the sensory and sympathetic nervous systems, vascular dysfunction, myofascial trauma, and local inflammatory processes (Gratt, 1998, Anbar, 1998). Skin temperature is a function of blood flow, which is controlled by the autonomic nervous system. Central control of skin temperature affects both sides of the body uniformly and simultaneously, which results in a symmetry of thermal patterns. Quantitative and qualitative changes in symmetric thermal patterns have been reported as an indicator of aberrations in metabolism, hemodynamics, or in neuronal thermoregulatory processes (Jung, 1998, Anbar, 1998, Gratt, 1998, Bonezzi, 1996).

Infrared thermography systems measure the surface temperature of the skin without any contact with the target surface. The infrared detector of an infrared camera converts incoming thermal energy emitted by the human body into electronic video signals that are then amplified and transmitted to a display monitor. Computer-assisted image analysis facilitates individual mapping of any region of the face, measurement of absolute temperature, mean temperature of any region on the face, and temperature differences between the right and left sides of the face (the DT value).

Thermal accuracy and resolution of infrared thermographic devices have been improving in accordance with technical advances.

Infrared thermography displays physiological rather than anatomic changes and could be a new diagnostic tool for an objective assessment of TMD. The technology and diagnostic criteria with the application of infrared thermography in masticatory muscle disorders is not yet developed, and is researched currently.

The ontogenetic and phylogenetic evolutionary stomatognathic system has direct and indirect connections with other systems of the organism, especially with the locomotor system, the vestibular system, the psychic activity (psychic stress, tensions, etc.), the digestive system, and others.

Infrared thermography being a non-invasive physiological method is an optimal method for assessing muscle particles and the stomatognathic system in connection with other body systems because it allows to determine a thermographic snapshot of the stomatognathic region and other regions of the body at the same time. The implementation of infrared thermography would allow a deeper individualization of the diagnosis and correction of masticatory muscle disorders.

MMAD Cofactors

Currently, masticatory muscle activity disorders (MMAD) treatment aims at controlling stress-related events, thus knowledge of the action of daily cofactors is very important. It is important to highlight the weight of each factor involved in the appearance and aggravation of MMAD. It has been shown that in many cases the intensity and duration of action of these cofactors has more impact than the presence of cofactors alone (Shetty, 2010).

Different psychoactive substances by influencing the central nervous system will also have an important action on the pathogenetic mechanisms of MMAD (Rintakoski, 2013, Lobbezoo, 2012). In everyday life, psychoactive substances are usually used to create states of relaxation, pleasure and to reduce pain (Koob, 2006). Such of the most used psychoactive substances are nicotine, alcohol and caffeine.

2. MATERIAL AND METHODS

There were enrolled in the study 30 healthy controls and 100 patients with MMAD - masticatory muscle activity disorders (TMD, bruxism, myofascial pain).

Computerized infrared thermography.

In our investigations, we used the IRTIS2000 thermograph (Russia) (Fig. 1) with the following technical specifications: InSb (HgCdTe) infrared receiver; 3-5 (8-12) μm spectral range; 0.02°C sensitivity at 30°C . The thermograms were analyzed through the specialized software – IRPreview. The software allows thermoprofiles to be obtained in any area of interest (Fig. 2). The analysis of changes over time was based on indices of maximum, minimum and average temperatures. We determined the temperature difference between the reference region (the middle point between the inner edges of the eyebrows) and the analyzed region (anterior temporalis muscle, masseter muscle).



Figure 1. IRTIS2000 thermograph (Russia)

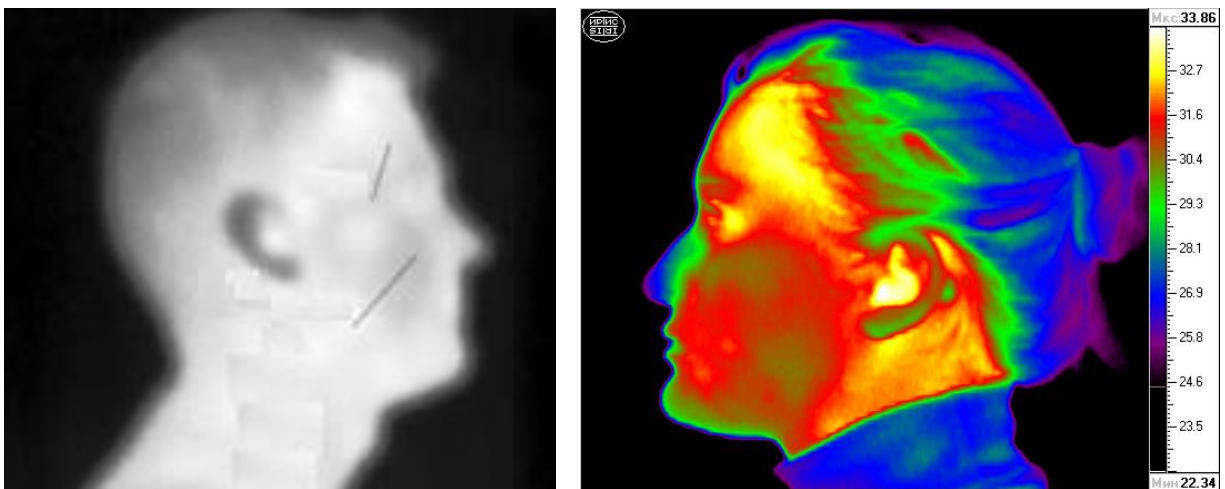


Figure 2. The *thermoprofile* recording areas in the projection of the anterior temporalis muscles and masseter and the integral thermographic image of the face

Several studies have been conducted to highlight the diagnostic value of infrared thermography in dental pathologies, most of which were based on recording temperature in points/areas of the face, arbitrarily or corresponding to most painful areas (Diba-Filho, 2013, Цимбалистов, 2012). This variant of investigations just partially uses the possibilities of infrared thermography. We consider

that in such cases it is necessary to determine the temperature not in some separate points, but in the whole projection of the masticatory muscles, with the integral analysis of the thermoprofile.

In assessing the infrared thermography indices, we took into account that the temperature value is determined by at least three factors: blood circulation, metabolism of the investigated tissues, thermal conductivity of the underlying tissues (Deb Sikdar, 2010). The investigations were performed at an air temperature of 20-22°C. Direct heat sources were excluded, all physiotherapeutic procedures and vasoactive medication were canceled, the patient did not smoke, did not consume coffee and alcohol before the procedure. 24-hour before thermography, no creams, powders and other cosmetic/medical remedies were to be applied to the face region, in order to avoid temperature changes. The patient adapts to the ambient temperature for 20 minutes.

We developed and implemented the diagnostic method of masticatory muscle activity disorders, which consists in performing a maximum voluntary clenching and drawing an imaginary oblique line on the trajectory of the muscle fibers to the edges of the muscles. Then, with the help of infrared thermography, the temperatures at each point on the drawn lines (thermoprofile) are determined, after which the temperature differences between temporalis anterior (TA) and masseter muscle (MM) are established. If on average the temperature of the thermoprofile of the TA muscle is 0.4-0.7°C higher than the MM thermoprofile, the absence of muscle disorders is determined, if the difference is 0.4-0.2°C, that establishes the presence of borderline disorders, and if the difference is less than 0.2°C or when the temperature of MM is higher compared to the temperature of the TA muscle, the presence of severe disorders is established.

3. RESULTS AND DISCUSSIONS

Another aspect in the assessment of MMAD disorders associated with the age of patients is the ratio of TA/MM muscle activity. It has been established that the values of TA biopotentials are approximately 0.3 μV higher compared to MM biopotentials (1.5 μV vs. 1.2 μV) (Scopel, 2005). This report reflects the greater role of TA in maintaining mandibular posture, changes in this ratio in patients with MMAD has a high diagnostic value. On the other hand, the application of EMG as a method of monodiagnosis MMAD has no great value, and the correlations of myogenous bioelectric activity with clinical manifestations of MMAD are very complex and require a special study (Mazzetto, 2014). The EMG technology is sensible to imbalances in impedance that can lead to low reproducibility and decreased accuracy of EMG recordings.

Normally in healthy people in 100% cases in the postural position of the mandible (state of relaxation) according to the infrared thermography data, the activity of the anterior temporalis muscles (TA>MM) predominates (Tab. 1, 2; Fig. 3). In patients with MMAD under 35 years of age in 11.4% of cases, the activity of the masseter muscles (TA<MM) predominates, which indicates the coordination of these processes towards healthy people. These pathological processes intensify with the advancing in age – after the age of 35, already in 23.3% of cases according to infrared thermography the activity of the masseter muscles (TA <MM) predominates.

Table 1. The values of the infrared thermography indices (°C) of the masticatory muscles in patients with masticatory muscle activity disorders vs. the age of the patients, compared to the indices observed in healthy controls

Muscle	Healthy controls (n = 30)	Masticatory Muscle Activity Disorders			<i>p</i> ₁₋₂	<i>p</i> ₃₋₄
		Whole group (n = 100)	Age ≤35 yrs (n = 70)	Age >35 yrs (n = 30)		
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>		
Left MM	31,01 ± 0,30	31,97 ± 0,28	32,42 ± 0,26	31,51 ± 0,31	NS	p < 0,05
Right MM	31,37 ± 0,31	32,32 ± 0,26	32,80 ± 0,26	31,84 ± 0,28	NS	p < 0,05
Mean MM	31,19 ± 0,30	32,15 ± 0,28	32,61 ± 0,26	31,68 ± 0,30	NS	p < 0,05
Left TA	31,71 ± 0,24	31,76 ± 0,24	32,18 ± 0,22	31,33 ± 0,26	NS	p < 0,05
Right TA	31,91 ± 0,27	31,89 ± 0,26	32,35 ± 0,28	31,42 ± 0,25	NS	p < 0,05
Mean TA	31,81 ± 0,25	31,83 ± 0,25	32,27 ± 0,26	31,38 ± 0,25	NS	p < 0,05

Note: NS – non-significant.

Table 2. Infrared termography TA/MM ratio based on age of the subjects (assessed during rest period with the mandible in the postural relation)

	TA/MM ratio
Healthy controls (n=30)	100%/0%
MMAD, general group (n=100)	85%/15%
MMAD, age ≤35 yrs (n=70)	88.6%/11.4%**
MMAD, age >35 yrs (n=30)	76.7%/23.3%**

Note: statistically significant differences vs. healthy controls (** – $p < 0,01$).

Figure 3 shows some examples of thermoprofiling in the region of TA and MM muscles in healthy controls and in patients with MMAD. Normally, in healthy controls, the average temperature of the thermoprofile TA is higher compared to MM.

In patients with MMAD, several pathological variants of the thermographic picture of TA/MM muscles can be highlighted: decreased temperature difference between TA and MM or practically their equalization (patient PA, Figure 3) and decreased TA temperature with a relative increase of MM temperature (patient SN). Note that these interrelationships are quite stable and reproducible – for their modification, it would take a long period (weeks, months). The activity ratio of TA/MM muscles according to infrared thermography is an objective index that can be used both in the process of diagnosis and treatment of MMAD.

According to the data in the literature (Haddad, 2014), the temperature in myogenous-arthrogeous disorders (TMD) in the masseter and anterior temporalis muscles corresponds to 32.85 ± 0.85 °C and 34.37 ± 0.64 °C, being statistically significantly ($p < 0.05$) lower compared to the control group – 33.49 ± 0.92 °C and 34.78 ± 0.44 °C, respectively. The difference between the temperature MM and TA was 1.4 °C.

The application of infrared thermography to highlight myogenous dysfunctions has a high diagnostic value: sensitivity for MM - 70.0%, specificity - 73.0%; for TA - 80.0% and 62.0% respectively (Haddad, 2014). Based on infrared thermography there can be differentiated pathological conditions such as hyperfunction and compensatory hypertrophy of masticatory muscles, pathological hypertrophy and functional decompensation (Жулев, 2015, Цимбалистов, 2012).

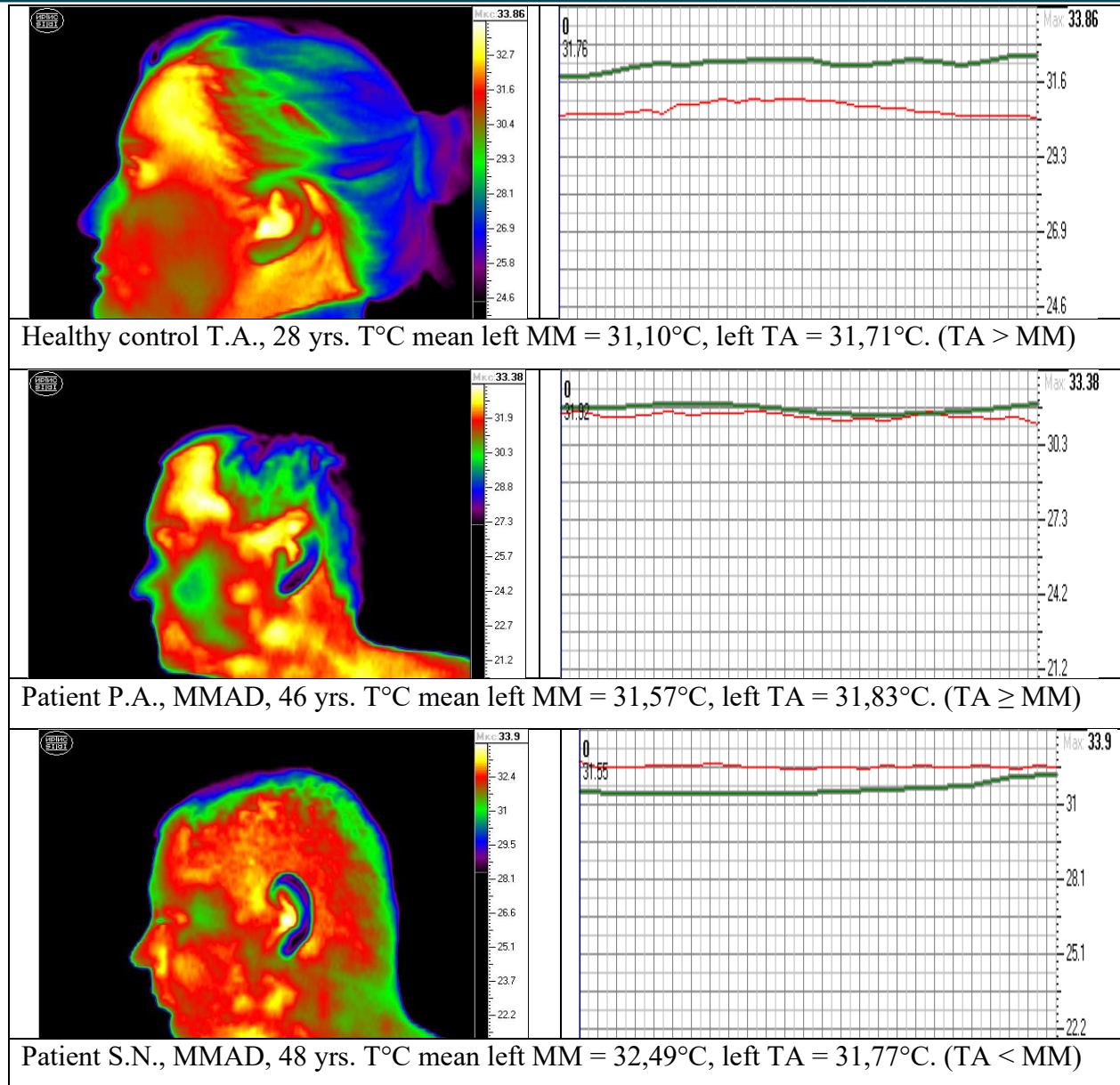


Figure 3. Infrared thermography images of the anterior temporalis/masseter muscles and the respective thermoprofiles in healthy controls and patients with masticatory muscle activity disorders

Note: green thermoprofile – anterior temporalis muscle, red thermoprofile – masseter muscle.

According to Deb Sikdar et al. (Deb Sikdar, 2010), based on the application of infrared thermography, pain dependent on the activity of the sympathetic nervous system can be differentiated from sympathetic-independent pain, trigeminal pain from psychogenic facial pain, maxillary sinusitis from trigeminal fiber damage. But these results are preliminary and require further study.

Our results broaden existing perspectives on the diagnostic possibilities of infrared thermography in patients with MMAD. Importantly, the method allows one-time investigation of the entire oromaxillofacial region, is non-invasive, can be performed repeatedly at different time intervals, has no side effects.

Thermographic evaluation of MMAD cofactors impact

One of the mostly used psychoactive substance is alcohol, which includes ethanol and is contained in various beverages (wine, beer, tonic drinks, etc.). Alcohol is used in daily life, medical, religious purposes, etc. Alcohol consumption can be various and attempts are made to classify the doses of alcohol consumed daily in order to minimize the harmful effects. In this aspect there appeared a series of terms (consumed dose, frequency of consumption, moderate consumption. sporadic consumption etc.).

The action of alcohol can be divided into 2 phases: in small doses it stimulates and reduces inhibition, and in high doses it causes depression of cognitive, perceptual and motor functions. The effect of alcohol on MMAD manifestations is dose-dependent (Rintakoski, 2013). According to the infrared thermography, with the increase of the amount of alcohol consumed, there is an increase in TA/MM ratio, with the worst disorders ($p < 0.001$) in patients who consume excessive amounts of alcohol (more than 3 un./24 hours) (Tab. 3).

Table 3. Infrared termography TA/MM ratio based on daily alcohol consumption (assessed during rest period with the mandible in the postural relation)

	TA/MM ratio
Healthy controls (n=30)	100%/0%
MMAD, abstinents (n=19)	94.7%/5.3%
MMAD, 1-3 alcohol units/24 h (n=59)	93.2%/6.8%*
MMAD, >3 alcohol units/24 h (n=22)	54.5%/45.5%***

Note: statistically significant differences vs. healthy controls (* – $p < 0,05$; *** – $p < 0,001$).

It has been established that people with MMAD tend to consume more alcohol (Bellini, 2011). MMAD was more common in people who consumed more than 8 units of alcohol per day compared to those who consumed less, the frequency of MMAD in excessive alcohol consumption was 7%; in moderate consumption - 4% and in abstinence 3% (Rintakoski, 2013). According to the authors, the correlation between the amount of alcohol consumed and the severity of MMAD showed statistically significant values. Separation of the action of other factors (smoking, etc.)

showed a stronger correlation of alcohol consumption compared to other cofactors (Rintakoski, 2013).

Caffeine has been thought to have a dose-dependent effect on MMAD (Rintakoski, 2013). Under the influence of coffee, sympathetic activity increased by 54.1%, but the problem studied becomes more complex in the light of investigations, according to which the administration of caffeine-free coffee also caused a significant increase in sympathetic muscle activity (Corti, 2002).

Tab 4. Infrared termography TA/MM ratio based on daily coffee consumption (assessed during rest period with the mandible in the postural relation)

	TA/MM ratio
Healthy controls (n=30)	100%/0%
MMAD, abstinentes (n =32)	90.6%/9.4%
MMAD, caffeine, 1-3 coffee cups/24 h (n=38)	94.7%/5.3%
MMAD, caffeine, 4-6 coffee cups/24 h (n=19)	78.9%/21.1%
MMAD, caffeine, >6 coffee cups/24 h (n=11)	72.7%/27.3%

Note: statistically significant differences vs. healthy controls (* - $p < 0,05$).

Analysis of infrared thermography indices of TA/MM muscles revealed pathological disorders in people with caffeine consumption of more than 6 cups per 24 hours (Tab 4). These data were obtained for the first time and reflect the occurrence of caffeine-dose-dependent TA / MM muscle activity disorders.

The influence of caffeine on MMAD is insufficiently studied. Svenson et al. (Svensson, 2008) highlighted the dangerous thresholds for the occurrence/maintenance of MMAD – caffeine consumption more than 6 cups per day.

Bastien et al. (Bastien, 1990) conducted a study of the bioelectrical activity of masseter muscle in patients with MMAD, under the action of caffeine consumption and found no significant differences compared to the placebo group. However, in other studies, it has been shown that increasing caffeine consumption increases the severity of MMAD (Molina, 2001), and consuming 6 or more cups of coffee a day increases the risk of MMAD 1.4 times (Ohayon, 2001). In other investigations these data have not been confirmed (Abe, 2012).

One of the most common psychoactive substances is nicotine - a third of the world's population smokes (Hamond, 2015). Smoking leads to many disorders in the stomatognathic system - periodontitis, cancer, gingivitis, bruxism, etc. (Rintakoski, 2013, Ram, 2011, Walter, 2012). In

MMAD smokers, it was observed in 35% of cases compared to 7% in non-smokers (Lavigne, 2009). Patients with MMAD smoke in 35.3% of cases at the age of 18 and in 30.8% of cases at the age of 35 (Долин, 2014).

Cigarette smoke contains many components (carbon monoxide, carbon dioxide, hydrogen sulfide, ammonia, arsenic, lead, cadmium, etc.) that as a whole have a negative influence on the body (Gîlea, 1999, Rintakoski, 2013).

Nicotine is an agonist for several types of nicotinic and acetylcholine receptors, causing various pathological effects in the brain (Koob, 2006, Rintakoski, 2013). Currently, the mechanisms of nicotine influence on masticatory muscle activity are not entirely known. Nicotine binds to C10 receptors, which are found in striated muscles, stimulates the sympathetic ganglia (causes sympathotonia), mimics the state of stress.

One of the mechanisms of nicotine is to increase the secretion of thyroid hormones (increased neuromuscular excitability, etc.) and increase the body's sensitivity to thyroid hormone hormones (Gîlea, 1999). Nicotine not only enters the brain, but also accumulates in brain structures. Nicotine has been shown to activate neurons by altering psychoemotional status (Pritchard, 1995). The primary penetration of nicotine into the body is a stress, and the body's lack of nicotine creates an even more pronounced stressful situation (Gîlea, 1999).

The effect of nicotine is manifested both by arousal and by inhibiting various functions (Rintakoski, 2013). Nicotine stimulates the activity of the central dopaminergic system which leads to a double increase in the frequency of bruxism (Lobbezoo, 2012).

Smoking has a negative effect on protein metabolism, proteolysis processes, expression of myostatin genes, muscle mass inhibitory factors, especially on the assimilation of amino acids at the cellular level (Petersen, 2007).

In addition, smoking changes the content of testosterone, a hormone very important in increasing and maintaining muscle mass. All these data show that smoking can strongly influence the activity of the masticatory muscles.

Table 5. Infrared thermography TA/MM ratio based on daily cigarette consumption (assessed during rest period with the mandible in the postural relation)

	TA/MM ratio
Healthy controls (n=30)	100%/0%
MMAD, abstinent (n =30)	93.3%/6.7%
MMAD, 1-5 cigarettes/24 h (n=25)	88%/12%
MMAD, >5 cigarettes/24 h (n=45)	77.8%/22.2%***

Note: statistically significant differences vs. healthy controls (*** - $p < 0,001$).

According to infrared thermography, with the increase in the number of cigarettes, there is an increase in disorders of TA/MM muscle activity, with the worst disorders in smokers that use more than 5 cigarettes per day ($p < 0.001$; Tab. 5).

Currently, it is not clear which of the daily cofactors has a greater importance in the appearance/maintenance/aggravation or decrease of MMAD (Rintakoski, 2013, Alvez-Rezende, 2011, Svensson, 2008, Долин, 2014). Alcohol and caffeine consumption are not closely associated with pain in the masticatory muscles on waking in the morning (van Selms, 2007), but this association is closely associated with the level of emotional stress. Psychoactive substances (tobacco, alcohol, caffeine) have a selective, independent action on the risk of MMAD (Rintakoski, 2013). The mechanisms of influence of psychoactive substances on the pathogenetic links of MMAD are not clear, it is assumed the more important role of cerebral dopaminergic systems (Rintakoski, 2013, Lavigne, 2008, Lobbezoo, 2012, Winocur, 2011).

In addition to psychoactive substances, hypodynamics may be a contributing factor to the onset of masticatory muscle activity disorders (Виргунова). Essential correlations between MMAD and fatigue, problems related to the physical condition of individuals (Giraki, 2010) have been found, but these aspects are insufficiently studied. In this important aspect is the existence of correlations between the degree of physical activity and the indices of emotional stress, the values of these correlations are comparable with the action of beta-adrenergic remedies (Astin, 2003). Analysis of literature sources shows that none of the known cofactors (psychoactive substances, psychomotor activity, etc.) is fully studied (Alvez-Rezende, 2011, Fala, 2016).

Table 6. Infrared thermography TA/MM ratio based on daily motor activity (assessed during rest period with the mandible in the postural relation)

	TA/MM ratio
Healthy controls (n=30)	100%/0%
MMAD, normal physical activity (n=32)	93.7%/6.3%
MMAD, reduced physical activity (n=68)	80.9%/19.1%***

Note: statistically significant differences vs. healthy controls (*** - $p < 0,001$).

TA/MM muscle activity, according to infrared thermography data in patients with MMAD and hypodynamics is essentially affected ($p < 0.001$) compared to indices in healthy individuals (Tab. 6). These results convincingly demonstrate that the body's motor system functions as a whole – the lack of possible general physical activity is compensated by the hyperactivity of the muscles of the stomatognathic system.

Thermographic imaging has a series of advantages: 1) non-invasive; 2) easy to apply; 3) short examination time (2-3 minutes); 4) inexpensive; 5) there can be obtained objective color images of the examined area with a gradient of $0.05-0.02^{\circ}\text{C}$; 6) scanning is performed in real time with the possibility of detecting acute and chronic changes 7) no direct contact, the procedure is conducted at distance 8) no stimulus is applied, thus representing amore physiological diagnostic and screening method (Deb Sikdar, 2010, Яакыста, 2005).

CONCLUSIONS

- Thermographic imaging recording can provide a useful, non-invasive and non-ionizing evaluation for screening of masticatory muscle disorders and severity assessment, based on the global assessment of muscles, and on the specialized thermoprofiling of anterior temporalis and masseter muscles.
- In patients with masticatory muscle activity disorders, excessive consumption of psychoactive substances and hypodynamics have an important influence on the masticatory muscles. The frequency of pathologic anterior temporalis/masseter muscle activity ratio, highlighted by the infrared thermography method, under the influence of cofactors increases in the order: hypodynamics < nicotine < caffeine < alcohol.

REFERENCES

- Abe I, Suganuma T, Ishii M. Association of genetic, psychological and behavioral factors with sleep bruxism in a Japanese population. *Journal of Sleep Research*. 2012; 21(3): 289-296.
- Alvez-Rezende M., Bertoz A., Dekon A. Association between bruxism, alcohol and tobacco use among

- Brazilian students. *Journal of Dental Research*. 2011; 32(2): 18-22.
- Anbar M, Gratt BM, Hong D. Thermography and facial telethermography. Part I: history and technical review. *Dentomaxillofac Radiol* 1998;27:61-7.
- Astin JA, Shapiro LL, Eisenberg DM, Forsys KL. Mind-body medicine: state of the science, implications for practice. *Journal of the American Board of Family Medicine*. 2003; 16: 131-147.
- Bastien R, Gale E., Mohl N. An exploratory study on increases in masseter muscle activity induced by caffeine. *Journal of the Canadian Dental Association*. 1990; 56(10): 943-947.
- Bellini M, Marini I. Self-assessed bruxism and phobic symptomatology. *Minerva Stomatologica*. 2011; 60(3): 93-103.
- Bonezzi C, Miotti D, Demartini Volta GD. Thermography and chronic pain syndromes. *Thermologie Österreich* 1996;6:62-5.
- Corti R, Binggeli C. Coffee acutely increases sympathetic nerve activity and blood pressure independently of caffeine content. *Circulation* 2002; 106: 2935-2940.
- Deb Sikdar S, Khandelwai A, Ghom S, Diwan R. Thermography: a new diagnostic tool in dentistry. *Journal of Indian Academy of Oral Medicine & Radiology*. 2010; 22(4): 206-210.
- Dibai-Filho AV. Correlation between skin surface temperature over masticatory muscles and pain intensity in women with myogenic temporomandibular disorder. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*. 2013; 26:323-328.
- Dworkin SF, LeResche L. Research diagnostic criteria for temporomandibular disorders: review, criteria, examinations and specifications, criteria. *J Craniomand Disord Facial Oral Pain* 1992;6:301-55.
- Fala V, Lacusta V, Bordeniuc Gh, Golovin B, Romaniuc D. Bruxismul diurn și factorii cotidieni (studiu preliminar). *Medicina stomatologică*. 2016; 3(40): 9-14.
- Gilbert DG, Gilbert BO. Personality, psychopathology and nicotine response as mediators of the genetics of smoking. *Behavior Genetics*. 1995; 25(2): 133-147.
- Gîlea A. Rolul sistemelor monoaminergice ale encefalului în patogeneza și terapia tabagismului cu aplicarea acupuncturii și oxitocinei. Chișinău, 1999.
- Giraki M, Schneider C, Schäfer R, Singh P. Correlation between stress, stress-coping and current sleep bruxism. *Head & Face Medicine*. 2010; 6(2): 3-27.
- Gratt BM, Anbar M. Thermography and facial telethermography. Part II: current and future clinical application in dentistry. *Dentomaxillofac Radiol* 1998;27:68-74.
- Gratt BM. Clinical application of static area telethermography in dentistry. Bergen, Norway: Bergen Print Service AS; 1998. 255 p.
- Haddad DS, Brioschi M, Vardasca R. Thermographic characterization of masticatory muscle region in volunteers with and without myogenous temporomandibular disorder: preliminary results. *Dentomaxillofacial Radiology*. 2014; 48:8.
- Haley DP, Schiffman EL, Lindgren BR, Anderson Q, Andreasen K. The relationship between clinical and MRI findings in patients with unilateral temporomandibular joint pain. *JADA* 2001;132: 476-81.
- Hamond KS. Global patterns of nicotine and tobacco consumption. In: Henningfield JE, London ED, Pogun S (eds) *Nicotine Psychopharmacology. Handbook of Experimental Pharmacology*, vol. 192. Berlin, Springer; 2015. pp. 3-28.
- Jung A, Zuber J. Clinical applications of thermographic methods. In: Jung A, Zuber J, editors. *Thermographic methods in medical diagnostics*. Warsaw, Poland: Medpress; 1998. p. 37-59.
- Katzberg RW, Westesson PL, Tallens RH, Drake CM. Anatomic disorders of the temporomandibular joint disc in asymptomatic subjects. *J Oral Maxillofac Surg* 1996;54:147-53.
- Koob GF, Le Moal M. *Neurobiology of addiction*. London, Elsevier, 2006.
- Lavigne GJ, Khoury S, Abe S, Yamaguchi T, Raphael K. Bruxism physiology and pathology. An overview for clinicians. *Journal of Oral Rehabilitation*. 2008; 35(7):476-494.
- Lavigne GJ, Tuomilehto H, Macaluso G. Pathophysiology of sleep bruxism. In: Lavigne GJ, Cistulli PA, Smith MT (eds) *Sleep medicine for dentists. A practical overview*. Hanover, Quintessence; 2009. pp. 117-124.

- Lobbezoo F, Ahlberg J, Manfredini D, Winocur E. Are bruxism and the bite causally related? *Journal of Oral Rehabilitation*. 2012; 39(7): 489-501.
- Mazzetto MO. Frequency of electromyographic indices alterations in temporomandibular disorders and their correlation with pain intensity. *Revista Dor*. 2014; 15(2): 91-95.
- McNeill CH, editor. *Temporomandibular disorders: guidelines for classification, assessment, and management*. Chicago: Quintessence; 1990. p. 11-73.
- Mohl ND. The anecdotal tradition and the need for evidence based care for temporomandibular disorders. *J Orofac Pain* 1999; 13:227-31.
- Molina OF, dos Santos J. Oral jaw behaviors in TMD and bruxism: a comparison study by severity of bruxism. *CRANIO: Journal of Craniomandibular Practice*. 2001; 19(2): 114-122.
- Nahm FS, Koo MS, Kim YH, Lee PB. Infrared thermography in the assessment of temporomandibular joint disorder. *Korean Journal of Pain*. 2007; 20(2): 163-168.
- Ohayon M, Li K. Risk factors for sleep bruxism in the general population. *Chest*. 2001; 119(1): 53-61.
- Petersen AM, Magkos F, Atherton P, Selby A. Smoking impairs muscle protein synthesis and increases the expression of myostatin and MAFbx in muscle. *American Journal of Physiology, Endocrinology and Metabolism*. 2007; 293 (3): 100-105.
- Pritchard WS, Robinson JH, de Bethizy JD, Davis RA. Caffeine and smoking: subjective, performance and psychophysiological effects. *Psychophysiology*. 1995; 32(1): 19-27.
- Ram H, Sarkar J, Kumar H, Mohammad S. Oral cancer: risk factors and molecular pathogenesis. *Journal of Maxillofacial and Oral Surgery*. 2011; 10(2): 134-137.
- Rintakoski K. *Sleep bruxism – genetic factors and psychoactive substances*. Helsinki, University of Helsinki, 2013.
- Scopel V, Alves da Costa GS, Urias D. An electromyographic study of masseter and anterior temporalis muscles in extra-articular myogenous TMJ pain patients compared to an asymptomatic and normal population. *CRANIO: Journal of Craniomandibular Practice*. 2005; 23(3): 194-203.
- Shetty S, Pitti V, Babu CL, Kumar GP. Bruxism: a literature review. *The Journal of Indian Prosthodontic Society*. 2010; 10(3): 141-148.
- Svensson P, Jadidi F, Arima T, Baad-Hansen L, Sessle BJ. Relationships between craniofacial pain and bruxism. *Journal of Oral Rehabilitation*. 2008; 35(7): 524-547.
- van Selms MK. *Myogenic temporomandibular disorder pain: diagnosis, etiology, motor consequences and treatment follow-up*. Amsterdam, University of Amsterdam, 2007.
- Walter C, Kaye E, Dietrich T. Active and passive smoking: assessment issues in periodontal research. *Periodontology* 2000. 2012; 58(1): 84-92.
- Winocur E, Uziel N. Self-reported bruxism – associations with perceived stress, motivation for control, dental anxiety and gagging. *Journal of Oral Rehabilitation*. 2011; 38(1): 3-11.
- Виргунова ТВ. Бруксизм у лиц молодого возраста; особенности клиники, диагностики и лечения. Тверь, 2013.
- Долин ВИ, Юрис ОВ. Частота встречаемости бруксизма в Республике Беларусь по данным эпидемиологического исследования. *Вестник ВГМУ*. 2014; 13(4): 133-140
- Жулев ЕН, Вельмакина ИВ. Изучение роли инфракрасной термометрии жевательных мышц в ранней диагностике мышечно-суставной дисфункции ВНЧС. *Современные проблемы науки и образования*. 2015; 1: 28-32.
- Лакуста, В.Н., Морару, А.Т. *Термография и криотерапия в вертеброневрологии*. Кишинев, 2005. 196 с.
- Цимбалистов АВ, Калмыкова ЭА, Синицкий АА. Инфракрасная термометрия челюстно-лицевой области как скрининговый метод определения состояния жевательных мышц. *Институт стоматологии*. 2012; 4: 77-79.

PROVIDING A STRUCTURAL MODEL OF ENVIRONMENTAL ETHICS BASED ON CULTURAL CAPITAL AMONG TABRIZ CITIZENS

Kamal KOHI

Professor of Sociology, Tabriz University

Isa ABEDINI

Ph.D. in cultural policy making, Member of the Sports and Youth Research Committee of East Azarbaijan Province

ABSTRACT

Background and Aim: In today's world, environmental degradation on the one hand and environmental concerns on the other hand has doubled the importance of environmental ethics and its relation to cultural capital. Most scholars agree that the root of all environmental crises and changes in human activities is unanimity. Therefore, in order to prevent environmental degradation, the present study aimed to present a structural model of environmental ethics based on capital-cultural capital and its dimensions among Tabriz citizens.

Materials and Methods: The method used in this study is survey. A researcher-made questionnaire tool was used to collect the required data. The population of the population aged between 15-64 years in Tabriz metropolis was 407 people based on Cochran sampling formula and selected by cluster sampling method.

Findings: According to the results of the conceptual model of structural equations, embedded cultural capital, defined cultural capital, and institutional cultural capital respectively explain the greatest role in explaining cultural capital, as well as the dimensions of interest, futurism, and responsibility. They have a greater role in explaining environmental ethics, respectively.

Conclusion: Based on the theoretical model of the research and the results, it can be concluded that the more the cultural capital, the more the environmental ethics will increase.

Keywords: Environmental Ethics, Cultural Capital, objectified, embodied and institutional cultural capital.

ENHANCING URBAN AIR QUALITY WITH GREEN INFRASTRUCTURE AND POLICY MEASURES

PRIYAVARSHINI. A.

R.M.K. Engineering College, Student, Information and Technology, Thiruvallur, India.

ABSTRACT

Urban air pollution is a major health and environmental concern. This study examines how integrating green infrastructure, such as urban forests and green roofs, with policy measures can improve air quality. Green infrastructure helps reduce pollution by filtering airborne contaminants and cooling urban heat islands, while policies like stricter emissions regulations and incentives for sustainable practices support these efforts. Using a combination of air quality data and case studies from various cities, the research shows that cities implementing both strategies experience significant reductions in pollutants like particulate matter (PM_{2.5}) and nitrogen dioxide (NO₂). The study highlights the importance of community involvement and stakeholder collaboration in maximizing the effectiveness of these measures. Findings suggest a combined approach of green infrastructure and robust policies as key to addressing urban air pollution, offering a framework for sustainable urban planning and improved public health.

Keywords: Urban Air Quality, Green Infrastructure, Air Pollution Mitigation, Sustainable Urban Planning, Emissions Regulations

THE INSIGHT AND CHALLENGES IN NUTRITION-BASED TREATMENT OF DIABETES: A REVIEW

**Jisike Faith O.
Ogbonna Chimeremna V.
Eje Ozoemena E.**

Department of Biochemistry, University of Nigeria, Nsukka, Enugu, Nigeria
Department of Chemistry, Federal College of Education (Technical), Isu Ebonyi State,
Nigeria.
COVE-UP Analytical Laboratories, University of Nigeria, Nsukka, Enugu State, Nigeria.
Department of Community Health, College of Nursing Sciences and Health Technology,
Nsukka, Enugu, Nigeria.

ABSTRACT

Diabetes mellitus results from metabolic disorder of the blood sugar level control system and has impacted great challenges and complications in human health worldwide. Despite advances in medical interventions, the management of diabetes remains complex as conventional drug agent(s) has been failing. The field of nutrigenomics has contributed greatly in the management of diabetics. Hence, the nutritional strategy of utilizing *Dioscorea alata* (water yam) a locally abundant tuber in many regions to address the complexities of diabetes in its current stage. This is because *Dioscorea alata* is rich in bioactive compounds, phytochemicals such as flavonoids and phenolic compounds which exhibit antioxidants and anti-hyperglycemic properties, although *Dioscorea alata* contains a relatively low glycemic index (GI). Hence making it favorable option for individuals with diabetes and its potential mechanisms in mitigating diabetes-related pathophysiology. This review explores the diabetic management through the consumption of *Dioscorea alata*, the biochemical and modality of inhibition of the carbohydrate-degrading enzymes, alpha amylase and alpha glucosidase, challenges and future prospects.

Keywords: Diabetes, *Dioscorea alata*, alpha amylase, alpha glucosidase, phytochemicals

PREVALENCE OF NONALCOHOLIC FATTY LIVER DISEASES AMONG OBESE ADULTS IN MOSUL CITY

Mohammed Faris ABDULGHANI

ORCID ID: 0000-0002-5158-5235

Department of Clinical Nursing Sciences, College of Nursing, University of Mosul,
Mosul City, Nineveh, Iraq

Khaldoon Thanoon AL-ABACHII

ORCID ID: 0000-0001-19191-5158

College of Medicine, University of Nineveh, Mosul City, Nineveh, Iraq

ABSTRACT

Objective: The present study's objective is to determine the prevalence of non-alcoholic fatty liver among obese adults in Mosul City, Iraq.

Methodology: A prospective study design was applied to achieve the present study's objectives for November 1, 2019, to March 1, 2020. The total sample size was 225. All subjects were selected purposively from outpatient clinics at Al-Salam Teaching Hospital, Ibn Sina Teaching Hospital, and Mosul General Hospital.

Results: Among obese adults, the prevalence of NAFLD is 68%; among the 225 patients examined herein, 153 had NAFLD. Parameter comparisons between NAFLD and without NAFLD subjects and indicated the mean BMI was (38.8 ± 4) Kg/m² and (34.1 ± 2.4) Kg/m², respectively. WC was (106.6 ± 3.9) cm in the NAFLD group and (102.7 ± 3.3) cm in the subject without the NAFLD group. The mean triceps skinfold thickness was (3.8 ± 1.4) cm in the NAFLD group and (2.9 ± 0.9) cm in the subject without the NAFLD group. All parameters had high significance.

Recommendations: Further studies on large populations are needed to facilitate the generalization of the current findings.

Keywords: Fatty Liver, Nonalcoholic, Mosul

IDENTIFICATION OF FUNGI IN BURN WOUNDS USING CONVENTIONAL AND VITEK SYSTEM IN DUHOK CITY, IRAQ

Najim A. YASSIN

Professor in Molecular Medical Microbiology at Dept. of Medical Microbiology, College of Medicine,
Duhok University, Duhok, Kurdistan Region, Iraq

Noor M. Qadri OUMERI

Lecturer at Dept., of Biology, Faculty of Sciences, University of Zakho, Kurdistan Region, Iraq

ABSTRACT

Background: Fungal burns and wounds infections are frequent but underestimated causing invasive infections with late-onset morbidity and mortality in patients suffering severe perturbed immune systems.

Objectives: This study aimed to investigate fungal infections in clinical specimens by using conventional and Vitek system. **Methods:** A total of 123 swabs were obtained from wound and burns patients with different age, gender, burn degrees and nationality that admitted burns and emergency hospital in Duhok city, Iraq, from March till August 2024. All swabs screened by direct examination, fungal isolation then subjecting the purified colonies to Vitak system 2 to confirm the identification of fungal species.

Results: Out of 123, 55.5% and 44.5% revealed fungal growth in wound and burn swab, respectively with more mono-fungal growth patterns. Male, middle ages group, Iraqi nationality and second-degree burn were more affected. *Cryptococcus laurentii* was the predominant (40%) followed by *Stephanoascus ciferri* (23%), *Aspergillus nigar* (11%) and *Candida albicans* was very low rate (1.1%), while other fungal specie's were recorded in fewer rates. The present study demonstrated that the wound and burn fungal infection cases are relatively high in above mentioned hospitals with a variety of fungal pathogens. Unexpectedly, the *Cryptococcus laurentii* and *Stephanoascus ciferri* were highly predominant.

Conclusions: The study concluded the necessity of using Vitak system for full identification and emphasize on the cleaning of surroundings of patients in the burn and wound units care, reduction of humidity, regular employment of topical and systemic antifungal agents that reduce morbidity and mortality in burn unit in this setting.

Keywords: Burn wound Infections, Fungal infections, *Cryptococcus laurentii*, Burn Hospital, Vitek system gastrointestinal tract but would be complicated by fungemia

FORMATIVE EVALUATION OF N-POWER PROGRAMME IN REDUCING YOUTH UNEMPLOYMENT IN BASSA, PLATEAU STATE, NIGERIA

Clementina Hashimu BULUS

Samuel MARKUS

Educational Foundations, Faculty of Education University of Jos, Nigeria

ABSTRACT

The study was a formative evaluation of the N-Power programme in reducing youth unemployment in Bassa of Plateau State, Nigeria. A cross-sectional survey research design was adopted for the study. The population for the study comprised 805 beneficiaries of the N-Power scheme in Bassa. The disproportional stratified sampling technique was used to select a sample of 260 N-Power beneficiaries of the N-Power scheme. The instrument used for data collection was an N-Power Scheme Questionnaire (NPSQ). The reliability of the instrument was established through a pilot test using the split-half method to ascertain the internal consistency of the item. The content validity was considered and experts' judgment was sought. The statistics used for data analysis included descriptive and inferential statistics. Frequency tables, simple percentages and mean were used to answer the research questions. A T-test of independent samples was used to test the hypotheses at a 0.05 significance level. The findings revealed that the N-Power volunteer corps scheme reached a targeted group of unemployed youths, activities of the scheme were targeted at the intended aim and objectives of the programme and the monetary benefits of the N-Power helped the beneficiaries to save something for future growth and development among others. Based on the findings of the study, the researcher recommended among others that the government should sustain the N-Power programme scheme in curbing youth unemployment and engaging the idle labour force, intensify efforts in ensuring the adherence to the objectives of the N-Power scheme as a special intervention scheme for unemployed youths in Plateau State and Nigeria. Also, facilitators of the scheme should be on their toes to ensure strict adherence to the set aims and objectives of the scheme to avoid deviations.

Keywords: N-Power Programme, Youths, Formative Evaluation, Unemployment

DURABILITY OF SLABS MADE FROM RECYCLED PLASTIC FIBRES

Doç. Dr Ameer BELMOUHOU

20 Aout 1955, Technical Science, Civil Engineering, Skikda, Algeria.

Prof. Dr. Assia ABDELOUAHED

20 Aout 1955, Technical Science, Civil Engineering, Skikda, Algeria.

ABSTRACT

Waste recycling in civil engineering is an important sector, as the products we wish to obtain are not subject to overly stringent quality criteria. Recycling waste has two very important impacts: environmental and economic. In many countries around the world, various types of waste are used in the construction industry, especially in cement or concrete, as powder, fibers or aggregates.

This work focuses on the recovery of a waste that is harmful to the environment, given its bulky and unsightly nature: plastic waste. This type of plastic waste is added to the concrete slab (in the form of 3x3mm² mesh fibers). The hardened properties (compressive strength, flexural strength and water absorption) of the various concrete slabs produced were analyzed and compared with their respective controls. From the experimental results it can be concluded that the results obtained showed an improvement in strength. Particularly with the addition of 5% plastic. To reduce the weight, shape and cost of the hourdis. The performance of ordinary hourdis has been confirmed.

Keywords: Plastic, Fibre, Hardened properties, Slabs.

STATIC BENDING ANALYSIS OF FUNCTIONALLY GRADED PLATE RESTING ON ELASTIC FOUNDATIONS

Khayra DRAOUCHE

Laboratory of Geomatics and Sustainable Development, Ibn Khaldoun University of Tiaret, Algeria

Lazreg HADJİ

Laboratory of Geomatics and Sustainable Development, Ibn Khaldoun University of Tiaret, Algeria

Department of Civil Engineering, Ibn Khaldoun University, BP 78 Zaaroura, 14000 Tiaret, Algeria

Mohamed Ait Amar MEZIANE

Department of Civil Engineering, Ibn Khaldoun University, BP 78 Zaaroura, 14000 Tiaret, Algeria

Abdelouahed TOUNSI

Material and Hydrology Laboratory, University of Sidi Bel Abbès, Faculty of Technology, Civil Engineering Department, Algeria.

ABSTRACT

This paper presents a new refined hyperbolic-exponential shear deformation theory for the analysis of functionally graded plates resting on a Kerr elastic foundation. In this theory, the transverse shear stresses are account for a hyperbolic distribution and satisfy the free-traction boundary conditions on the top and bottom surfaces of the plate. The present theory contains only four unknowns, and its governing equations are therefore reduced. The equations of motion are derived using the princile of virtuel work and resolved by Navier solutions. The material properties vary continuously through the plate thickness by the exponential form and sigmoid law. The validity of this model is verified by comparing the obtained results with those found in the literature. The proposed theory is found to be appropriate, simple, and effective in analyzing the bending behavior of composite structures on an elastic foundation.

Keywords: FG plate, Bending, Shear deformation theory, Elastic foundation.

BARRIERS TO ADOPTION OF BIM-BASED RISK MANAGEMENT IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY: A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW AND BIBLIOMETRIC ANALYSIS

Abdulhaqq ABDULWAHAB, Rasheed Babatunde ISA

Abdulkabir Opeyemi BELLO

Department of Building, Federal University of Technology, Minna, Nigeria

ABSTRACT

The integration of Building Information Modelling (BIM) technology has the potential to revolutionise risk management practices in the construction industry. However, despite its numerous benefits, adopting BIM-based risk management faces significant barriers that hinder its widespread implementation. In order to gain insights into the BIM-Based risk barriers, this study conducts a systematic literature review and bibliometric analysis to explore the current state of research in the domain. The study utilises a comprehensive search strategy to identify relevant publications from SCOPUS databases. A rigorous screening process is employed to select scholarly articles examining the barriers to adopting BIM-based risk management in the construction industry. The study adopts the "barriers to adoption of BIM-based risk management in the construction industry" as a search command. A total of 2070 articles were identified from the initial search, and 22 were considered in the final analysis. The study's findings highlight several key barriers that impede the adoption of BIM-based risk management. These barriers include data interoperability, software compatibility, the lack of standardised protocols, limited awareness, resistance to change, inadequate training and skill development, legal and contractual constraints, fragmented project delivery processes, and insufficient collaboration among stakeholders. Furthermore, the study employs bibliometric analysis techniques to identify frequent keywords, top countries, publication sources, and emerging research trends. This analysis provides a holistic view of the research landscape and helps identify potential avenues for further investigation. By synthesising the existing literature and providing a comprehensive analysis of the barriers to adopting BIM-based risk management, this study offers valuable insights for researchers, practitioners, and policymakers. The findings can inform the development of strategies and interventions to overcome these barriers and promote the effective implementation of BIM technology for risk management in the construction industry.

Ultimately, this research contributes to the advancement of BIM adoption and enhances construction projects' overall performance and sustainability.

Keywords: Adoption, Barriers, BIM, Construction, Risk Management

1.0. BIM-Based Risk Management in the Construction Industry

The construction industry significantly influences the built environment, which promotes societal advancement and economic growth. Numerous studies have established the importance of the construction industry in terms of Gross Domestic Product (GDP), economic and infrastructural development, and employment creation (Bello *et al.*, 2023a; Bello *et al.*, 2023b; Aka *et al.*, 2022; Ahmad *et al.*, 2022; Olanrewaju *et al.*, 2020; Rabia *et al.*, 2020; Isa *et al.*, 2016; Isa *et al.*, 2013). According to Bello *et al.* (2022), the construction industry's contribution to global economic development has the potential to increase in terms of the gross domestic product (GDP) over the years.

However, the construction industry is also inherently complex and fraught with various risks and uncertainties. Effective risk management ensures project success, minimises costly errors, and enhances overall performance (Ehsan *et al.*, 2010). In recent years, Building Information Modelling (BIM) has emerged as a promising technology that can revolutionise risk management practices in the construction industry. BIM, which includes geometric and non-geometric data, is a digital representation of a construction or infrastructure project. Stakeholders can jointly design, visualise, simulate, and analyse various project elements (Musa *et al.*, 2019; Panuwatwanich *et al.*, 2013). Due to its ability to better communication, decrease errors and rework, improve project coordination, and speed up decision-making processes, BIM has received a lot of interest and adoption in the construction sector (Musa *et al.*, 2019).

BIM is more effective than conventional methods in risk management in several ways. As a result, proactive risk mitigation measures can be used to identify and evaluate potential risks from the earliest design stages. Project teams can visualise (Grilo & Jardim-Goncalves, 2010) and assess the impact of risks on several project parameters, such as cost, time, and safety, by including risk analysis into the BIM model (Zhang & Hu, 2011; Hardin, 2011). Additionally, BIM improves collaboration and communication among project stakeholders, enabling a more comprehensive and integrated approach to risk management (Musa *et al.*, 2019). Despite the potential benefits, the widespread adoption of BIM-based risk management practices in the construction industry faces

significant barriers. Understanding these barriers is crucial for researchers, practitioners, and policymakers to develop effective strategies to overcome them and promote the successful implementation of BIM technology.

Technological challenges significantly hamper the adoption of BIM in risk management. The absence of data interoperability and integration across the various software platforms used in the construction sector is one of the major problems (Azhar, 2011). Architects, engineers, contractors, and subcontractors must all share correct and current information for BIM to function. However, different software platforms, a lack of software compatibility, inconsistent data formats, and a lack of interoperability make it difficult to work together seamlessly and effectively to control BIM risks (Chieng *et al.*, 2014). In addition, there are considerable difficulties in implementing BIM because there are no standardised standards or guidelines (Tomek & Matejka, 2014). Diverse stakeholders in the construction sector adhere to various procedures and standards within a disjointed environment. Sharing and analysing risk-related information is inconsistent and challenging since BIM adoption and risk management practises are not uniform. To overcome these technical hurdles, the industry must establish standards and guidelines for BIM-based risk management.

Adoption of practises for risk management based on BIM is also hampered by organisational constraints. A lack of knowledge and comprehension of BIM's potential benefits for risk management is common among construction businesses and experts (Dim *et al.*, 2015). The readiness to invest in BIM technology and adopt novel risk management strategies is hampered by resistance to change and a preference for established methods. The slow adoption of risk management techniques based on BIM is also a result of poor training and skill development among project teams (Azhar *et al.*, 2012). An all-encompassing strategy involving change management techniques, education, and training is needed to address these organisational hurdles.

Implementing BIM-based risk management in the construction sector is further complicated by contextual constraints. Construction projects' complexity and dynamic nature, which involve numerous stakeholders, shifting specifications, and shifting project factors, are their defining characteristics (Mustaffa *et al.*, 2020). Adopting BIM is further complicated by legal and contractual restrictions like those involving responsibility and intellectual property rights (Mustaffa *et al.*, 2020). Additionally, the fragmented supply chains and varied project delivery methodologies

in the construction industry make it difficult for stakeholders to collaborate effectively and share information (Mahmud *et al.*, 2019). It is essential to have a comprehensive approach that considers the particulars of construction projects and promotes cooperation and integration among stakeholders to overcome these contextual hurdles.

An extensive literature study and bibliometric analysis of the available studies are necessary to understand these obstacles better and guide mitigation actions. Such an analysis identifies the current level of knowledge, the leading nations researching this subject, keyword occurrence and publication sources, research trends, and prospective future research in the domain of BIM-based risk management in the construction sector. In order to give a thorough picture of the obstacles to adopting BIM-based risk management in the construction sector, a systematic evaluation of the literature and bibliometric analysis were done. The study looks for common themes, trends, and areas of concentration in the existing research by synthesising and examining a wide range of scholarly literature. This analysis aids in laying a solid foundation for comprehending the difficulties preventing the broad use of BIM technology for risk management objectives.

The bibliometric analysis provides quantitative data on the most participating nations, keyword occurrence, article sources, and publications on the subject as a complement to the systematic literature review. With this analysis, future research into BIM-based risk management can be guided by the developing research trends and prospective research gaps. It will make it possible for academics, professionals, and decision-makers to stay up to date on the most recent developments, work together with important constituencies, and consider cutting-edge approaches to overcoming the barriers the study revealed. This study intends to offer insightful information about the obstacles preventing the adoption of BIM-based risk management in the construction sector by synthesising the results of the systematic literature review and bibliometric analysis. The findings can help create strategies, initiatives, and policies that can encourage the efficient application of BIM technology for risk management objectives. Ultimately, this research advances the use of BIM in the construction sector, enhances risk management procedures, and improves construction projects' general efficiency and sustainability.

2.0. Methodology

Through a thorough assessment of the literature and bibliometric analysis, this study aims to investigate and analyse the obstacles to adopting BIM-based risk management in the construction industry. Data was collected through a search to find pertinent academic articles about BIM-based risk management in the construction industry through the Scopus database. The search command used is "barriers to adoption of BIM-based risk management in the construction industry" to get the result of 2070 articles. Pre-established inclusion and exclusion criteria were used to screen the identified literature, as shown in Figure 1. A thematic analysis was carried out to find common themes and patterns relating to adopting BIM-based risk management. The highlighted themes were grouped and organised to give a thorough overview of the barriers.

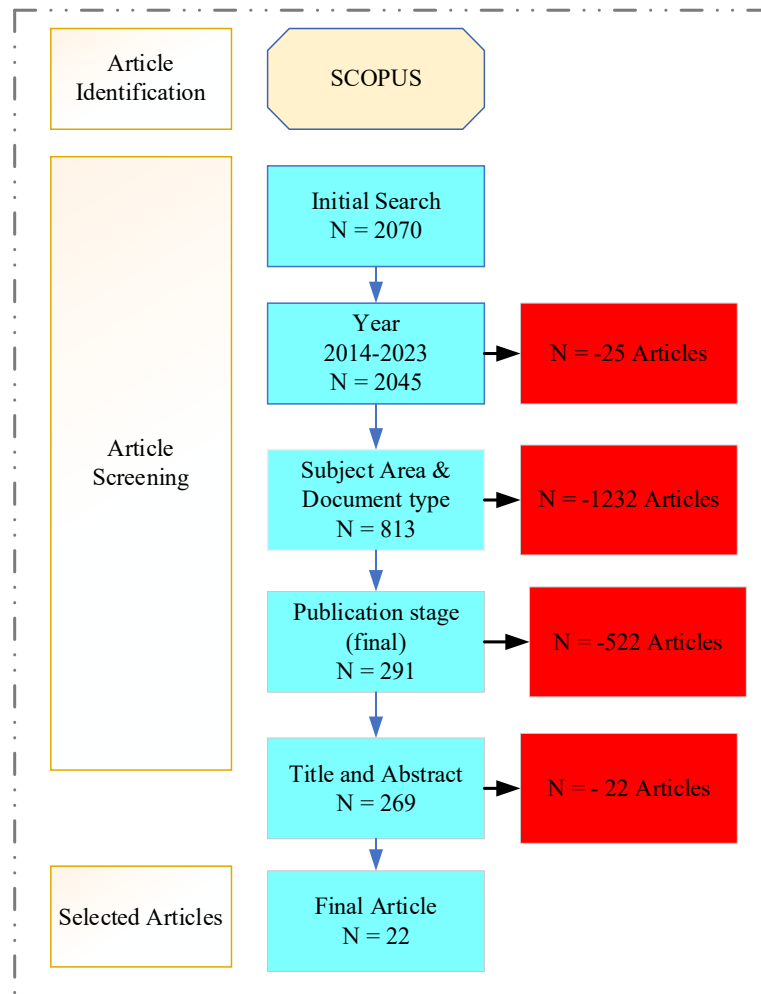


Figure 1. Article Selection Process

In order to identify keywords, countries, publication sources, and publications in the field of BIM-based risk management, critical bibliometric measures, including citation counts and documents, were analysed. Network visualisation techniques, including country and keywords networks, were used to comprehend the research community's collaboration patterns and information flow.

3.0. Barriers to BIM-Based Risk Management in the Construction Industry

BIM has become a game-changing technology in the building sector, providing several advantages for project planning, design, and construction. BIM promotes cooperation and enhances decision-making through the production, management, and interchange of digital representations of a building throughout its life. The implementation of BIM-based risk management practises in the construction sector, despite the potential benefits of BIM, confronts several challenges.

Technological obstacles significantly hamper the limited uptake of BIM-based risk management in the construction sector. These obstacles generally result from a lack of data interoperability, difficulties integrating new technologies, and information fragmentation across the many software platforms the sector employs (Azhar *et al.*, 2012). Data interoperability is the seamless interchange and interpretation between various software tools and systems. BIM-based risk management combines risk-related data from many sources, including design models, construction timelines, and cost estimates, into a single BIM model. The inability of these various sources of information to be effectively integrated and interoperable is hampered by the lack of standardised protocols and formats for data sharing (Tomek & Matejka., 2014).

Data fragmentation results from the wide variety of software programmes and technologies that many stakeholders use throughout a construction project (Zou *et al.*, 2017). As an illustration, architects might use one software platform for design modelling. In contrast, contractors might use another software for cost estimation. Conducting thorough risk analysis and mitigation is made significantly more difficult by the inability to easily combine these many software tools and share data consistently and relevantly. Additionally, compatibility problems occur when BIM technology is attempted to be integrated with current legacy systems and software platforms utilised by professionals in the building industry. These older technologies might not be able to handle the essential file formats or data structures for efficient risk management and collaboration in a BIM

environment. As a result, experts could use manual information entry and transfer, which results in mistakes, duplications, and inefficiencies. The creation of open standards and increased software tool compatibility are necessary to overcome these technological obstacles. The industry must create standardised data transmission and interoperability protocols to ensure that various software programmes can connect without interruption. Projects like the Industry Foundation Classes (IFC) and Construction Operations Building Information Exchange (COBie) strive to establish standardised data formats and schemas to make interoperability and integration easier.

Implementing BIM-based risk management in the construction industry is hindered by organisational hurdles, which are crucial factors. These obstacles are brought on by a lack of knowledge, resistance to change, and worries about the expense and disruption of ongoing workflows (Chen *et al.*, 2015). A typical organisational hurdle is a lack of knowledge about the potential advantages of BIM-based risk management among construction businesses and specialists (Arayici *et al.*, 2011). The benefits of BIM technology for enhancing risk management procedures and project outcomes may not be fully appreciated by many industry players (Bosch-Sijtsema *et al.*, 2019). This lack of knowledge may be caused by several factors, such as the absence of BIM from educational curricula, restricted access to training opportunities, and a lack of knowledge regarding practical BIM risk management implementations (Alfaro-González *et al.*, 2019). Targeted awareness and education campaigns are needed to address this barrier. In order to spread the word about the advantages of BIM-based risk management and increasing awareness among construction professionals, industry groups, professional bodies, and governmental organisations can be extremely helpful (Besné *et al.*, 2021). Conferences, workshops, and training programmes can offer venues for exchanging knowledge and best practices. A culture of creativity and openness to change can be fostered by using case studies and success stories to raise awareness of the beneficial effects of BIM on risk management and to help overcome ignorance. Adopting BIM-based risk management is hampered by organisational resistance to change, another significant hurdle.

Construction companies and professionals could be hesitant to engage in BIM technology because they are worried about the price, perceived complexity, and potential disruptions to current operations (Onungwa *et al.*, 2017; Walasek & Barszcz, 2017; McAuley *et al.*, 2017). Key decision-makers may resist departing from established practices and procedures (Tan *et al.*, 2019; Ademci

& Gundes, 2018). Building a solid business case for BIM-based risk management is essential to overcoming this hurdle. To overcome reluctance to change, it might be helpful to present the ROI and highlight the long-term benefits, such as increased project efficiency, decreased rework, and more significant risk mitigation. Pilot projects and phased deployment strategies can also be used to gradually introduce BIM technology and allow stakeholders to see its advantages first-hand. It is possible to allay their worries and win support for implementing BIM-based risk management by talking to and including critical decision-makers in the decision-making process.

Organisational concerns about cost hinder the adoption of BIM-based risk management. It can be necessary to make early investments in hardware, software licences, training, and infrastructure to implement BIM technology and incorporate risk management procedures (Azhar, 2011). Particularly for small and medium-sized construction enterprises, it may be difficult to dedicate resources to implement BIM due to financial restrictions. Governments and trade groups can offer financial incentives and other support systems to promote adopting BIM technology to overcome this obstacle (Bello *et al.*, 2022; Hamma-Adamma, 2020). The financial burden can be lessened, and BIM can be more easily accessed by a more extensive range of construction enterprises with funding programmes, grants, and subsidies. Collaboration between the public and commercial sectors can also result in the creation of affordable BIM systems and shared resources that lower the cost barriers to adoption (Hamma-Adamma, 2020).

Summarily, there are considerable obstacles in the way of the construction sector adopting BIM-based risk management. The widespread use of BIM technology for efficient risk management is hampered by a lack of awareness, opposition to change, and cost considerations. Contextual obstacles to implementing BIM-based risk management in the construction sector are connected to the institutional and organisational context of project execution. These obstacles include organisational resistance, a lack of knowledge, subpar procurement procedures, and scant government assistance. Adopting novel technologies like BIM is frequently hampered by organisational resistance to change. Due to worries about costs, interruption to current processes, and the requirement for training and upskilling, many construction businesses are reluctant to invest in BIM. A lack of knowledge of the potential advantages of BIM-based risk management may cause this opposition. Creating a solid business case demonstrating the return on investment and

emphasising the long-term advantages of better risk management and project results will help overcome organisational opposition (Abanda *et al.*, 2017).

Another contextual hurdle is that stakeholders are not aware of the possibilities of BIM for risk management. The knowledge of BIM and its uses for risk analysis and mitigation among construction professionals, including owners, architects, engineers, and contractors, may be inadequate. Stakeholders may not prioritise BIM implementation if they do not have a comprehensive understanding of its capabilities and advantages. Therefore, addressing industry experts with awareness and training programmes is essential to removing this obstacle (Olanrewaju *et al.*, 2020). Such programmes might exhibit adequate case studies and real-world examples of BIM-based risk management to show its value (Fadzil *et al.*, 2021). Contextual obstacles to adopting BIM-based risk management are also a result of poor procurement procedures. It might be difficult to effectively collaborate and integrate risk management processes using traditional procurement approaches that prioritise the lowest cost and segregate contractual relationships among project participants (Tan *et al.*, 2019). The capacity to use BIM for risk analysis and mitigation is constrained by the lack of early involvement of important stakeholders and the absence of integrated project delivery systems.

According to Shen *et al.* (2019), embracing collaborative procurement techniques like integrated project delivery (IPD) or design-build can aid in removing this obstacle by encouraging a culture of cooperation and shared risk among project participants. Contextual obstacles include a lack of government backing, policies that encourage the use of BIM, and risk management practices (Wang *et al.*, 2015). By setting legislation, introducing financial incentives, and pushing industry-wide standards, governments can play a significant part in fostering the adoption of BIM. Its widespread adoption is hampered by inconsistent support across jurisdictions and the absence of comprehensive policies tailored to BIM-based risk management. To encourage the fusion of BIM and risk management, governments must establish supporting regulations, actively interact with industry stakeholders, and provide funding (Jallow *et al.*, 2020). Contextual barriers call for a complex strategy, including numerous parties. Construction companies should fund organisational change management procedures.

Through conferences, seminars, and training initiatives, industry groups and professional bodies can help to advance awareness and knowledge exchange. Government organisations must set rules,

offer financial incentives, and work with industry stakeholders to create comprehensive policies and standards. Finally, organisational opposition, a lack of knowledge, poor procurement procedures, and insufficient government assistance are some contextual hurdles to implementing BIM-based risk management in the construction industry. Collaboration between building companies, trade associations, and governmental organisations is required to remove these obstacles. Contextual hurdles must be removed to encourage the widespread adoption of BIM-based risk management practices in the construction sector. These stages include raising awareness, creating compelling business cases, implementing collaborative procurement techniques, and adopting collaborative procurement methods.

4.0. Bibliometric Analysis

In order to study the quantitative and qualitative traits of scientific literature, bibliometric analysis is a valuable research technique. In order to do this, a group of academic articles must be analysed for patterns, trends, and linkages. A bibliometric analysis was undertaken as part of the study on "Barriers to Adoption of BIM-Based Risk Management in the Construction Industry" to learn more about the body of literature on the subject. A comprehensive search and review of pertinent scientific papers from databases (Scopus) was required for the bibliometric analysis. The search used the right keywords and inclusion/exclusion criteria to select the most pertinent papers. The chosen articles were further examined to draw out pertinent information, including publication year, citation counts, journals of publication, and keywords.

The study aimed to offer a thorough review of the body of knowledge on the issues that prevent the adoption of BIM-based risk management; thus, it conducted a bibliometric analysis. This analysis provides a basis for comprehending the existing state of research, identifying research gaps, and guiding future directions for academic inquiry in this area. Many advantages come from bibliometric analysis. It gives academics a methodical, unbiased way to review massive amounts of literature while allowing them to pinpoint the most significant and impactful studies. By emphasising new subjects and areas of interest, it also aids in the discovery of patterns and trends in research. Furthermore, bibliometric analysis simplifies identifying important institutions, groups, and collaborations, advancing knowledge sharing and strengthening research networks.

4.1. Publication based on countries

Countries having a minimum of two articles are considered for this study. Table 1 shows the country's representation based on the number of documents and citations. The countries were ranked based on the highest to lowest number of citations. The result shows that the United Kingdom has the highest number of documents (5), and the United States has the highest number of citations (401). This finding similarly corresponds with Vuksic *et al.* (2018) asserting that digital technology research emanates from advanced countries. The study further reported this finding (Douglas *et al.*, 2020). The result also agrees with the 2022 Institute of Management Development report, "world digital competitiveness" ranking, which shows the identified are ranked. Based on their ranking, the United States was ranked second on the list after Denmark, which was ranked first. Hong Kong ranked (9), United Kingdom (16), Australia (14), and China (17). A careful comparative study of the 2021 and 2022 rankings shows that the five countries reported in this study have dropped ranks in the 2022 ranking except for Australia, which was previously ranked 20th in 2021 and ranked 14th in the 2022 ranking. This implies that other countries are continuously and significantly working towards digital advancement. However, it is worth noting that the top countries on the list are advanced. Developing countries, especially African countries, are not significantly represented in the ranking. This lapse creates a research gap in investigating the list's insignificant representation of African countries. Figure 1 shows the VOSviewer overlay of the relationship between the countries.

Table 1. Countries of publication

ID	Country	Documents	Citations	Total Link Strength
1	United States	4	401	2
2	Hong Kong	4	277	2
3	United Kingdom	5	163	2
4	Australia	2	121	2
5	China	4	86	2

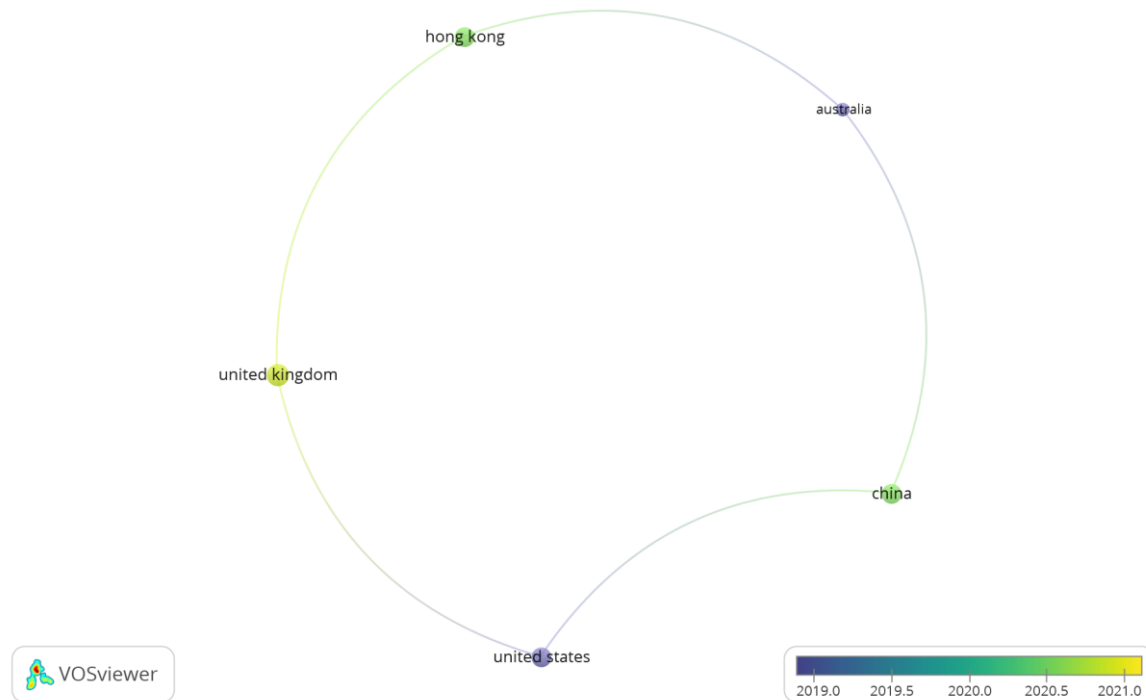


Figure 1: Overlay Visualisation of Countries

4.2. Keywords Co-occurrence

This study adopts a minimum number of occurrences for keywords to be 2. Out of the 199 total keywords from the result, only 27 meet the threshold. This same approach and minimum threshold (2) have been adopted in the study of Saka and Chan (2019). Figure 2 shows the network visualisation map for the 27 co-occurring keywords and their three various clusters. In the centre of the map is the keyword "building information modelling", which is connected to all other keywords. The clusters were named "Construction and Information", "Management and Methodology", and "Construction and Project Management".

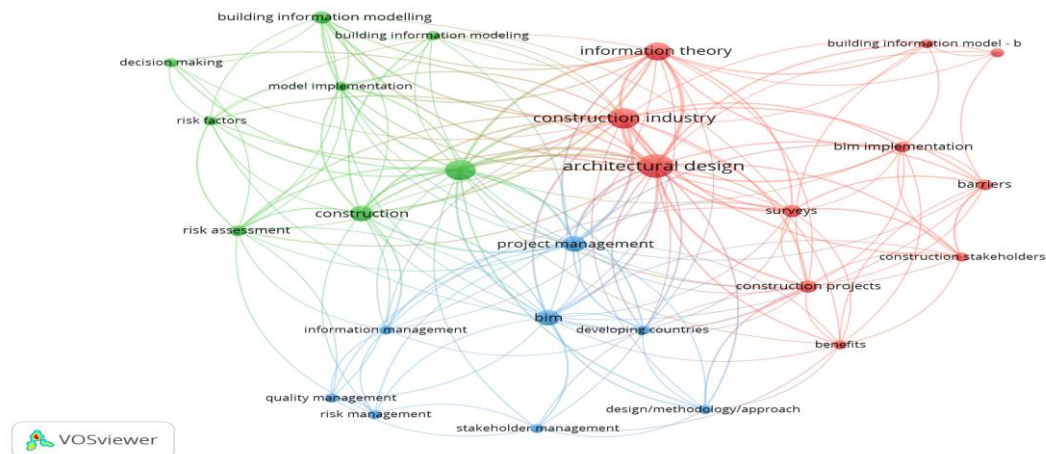


Figure 2. Keywords Co-occurrence

4.3. Publication based on article source

The 22 papers were published in eleven journals, with documents per source ranging between 1-5 publications. Figure 3 shows sources with a minimum of one publication. The justification for benchmarking the criteria to one document is that a single article can have numerous citations in some cases. Such as the case with the "International Journal of Building Pathology and Adaptation" and "The Asian Journal of Civil Engineering" have 10 and 6 citations per document, respectively. Automation in Construction tops the list with five publications and 549 citations. This finding also correlates with the result of Douglas *et al.* (2020). According to Douglas *et al.*, 2020 automation in construction focuses on investigating the use of information technology for the design, engineering, construction technologies, management, and maintenance of construction facilities. Journal of Building Engineering is ranked second on the list with five documents and 447 citations; Advances in Civil Engineering with two documents and 14 citations; International Journal of Building Pathology and Adaptation with one document and ten citations; and Asian Journal of Civil Engineering with one document and six citations.

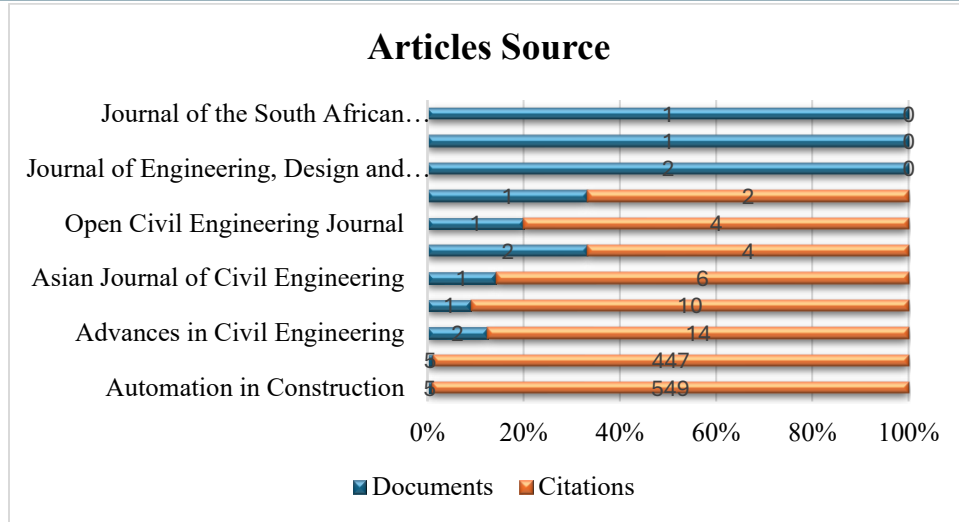


Figure 3. Article Source

4.4. Article Affiliation

Table 2 shows the top five contributing institutions to BIM-Based risk management in the construction industry. The Hong Kong Polytechnic University was ranked the highest contributor having 272 citations. This finding aligns with the study of Douglas *et al.* (2020), which ranked Hong Kong Polytechnic University as the highest contributor to C4.0 and SD research. Other top contributing institutions include The State University of New York, the University of Florida, and Michael Baker International, all having one document and 243 citations. Furthermore, National Central University has one document with 190 citations.

Table 2. Affiliation of publication

S/N	Affiliation	Documents	Citations	Total link strength
1	Department of Building and Real Estate, Faculty of Construction and Environment, the Hong Kong Polytechnic University, Hung Hom, Kowloon, Hong Kong	2	272	1
2	Department of Civil, Structural and Environmental Engineering, The State University of New York at Buffalo, United States	1	243	2
3	School of Construction Management, University of Florida, P.O. Box 115703, Gainesville, fl 32611, united states	1	243	2
4	Michael Baker International, 100 Airside dr., Moon Township, PA 15108, United States	1	243	2
5	Department of Civil Engineering, National Central University, Taoyuan, Taiwan	1	190	1

5.0. Discussion

The study's findings shed important light on the construction sector's challenges in adopting BIM-based risk management. This study has identified and analysed the main obstacles to adopting BIM technology for risk management objectives by systematically examining the literature and bibliometric analysis. The main discussion points are the study's principal findings and how they affect policy, practice, and research. The technology barrier was one of the crucial hurdles found in this investigation. The disparate software platforms hamper effective risk management with BIM utilised in the construction industry's lack of data integration and interoperability. This conclusion, per earlier research (Shen *et al.*, 2019; Abanda *et al.*, 2017), emphasises the requirement for standardised protocols and guidelines for data integration and interchange. Open standards must be created to overcome this technological barrier, and software tool compatibility must be increased for easy information sharing and cooperation.

The organisational reluctance to change is another significant hurdle. Lack of understanding of BIM's potential benefits for risk management among many construction businesses and experts prevents them from investing in the technology and using novel risk management strategies. Targeted awareness and training campaigns to inform stakeholders of the benefits of BIM-based risk management are necessary to overcome this hurdle. Making a compelling business case and showcasing the ROI can reduce organisational resistance and promote an innovative and adaptable culture (Shen *et al.*, 2019; Yu *et al.*, 2018). A significant hurdle to adopting BIM and risk management practices is the absence of industry-wide standards and guidelines. This result is consistent with other research (Jallow *et al.*, 2020; Fadzil *et al.*, 2021), and it emphasises the necessity for standardisation initiatives to guarantee consistency and interoperability in BIM-based risk management methods. Effective risk analysis and mitigation measures can be made possible by creating and adopting industry-wide standards and guidelines.

The barriers that have been identified have an array of effects on research, practice, and policy. In terms of research, this study adds to the body of knowledge by giving a thorough and current summary of the obstacles to adopting BIM-based risk management. These results can be a starting point for more research into particular barriers, their root causes, and potential remedies. Future studies should concentrate on creating frameworks and strategies to overcome these obstacles and improve the use of BIM technology for risk management in the construction sector.

The study's results are quite practical for building companies and experts involved in risk management procedures. Organisations may strengthen their risk management procedures and build effective strategies to overcome these obstacles by clearly understanding the hurdles to BIM adoption. For instance, businesses can spend money on training courses to improve the workforce's proficiency with risk management techniques and BIM technologies. Additionally, incorporating risk management procedures into the BIM workflow can be facilitated through collaboration across stakeholders, including designers, contractors, and owners. The barriers that have been identified demand the creation and execution of helpful legislation and policies. Governments and trade organisations must actively encourage BIM to use and support risk management procedures in the building sector. This is possible by creating national BIM standards, financial incentives, and legal frameworks that support the use of BIM technology for risk management. Integrating BIM-based risk management requires a collaborative effort between the public and commercial sectors.

6.0. Conclusion

The study's findings shed important light on the construction sector's challenges in adopting BIM-based risk management. This research has discussed the major obstacles preventing the broad adoption of BIM technology for efficient risk management. These obstacles were discovered using a systematic literature review and bibliometric analysis. The study has highlighted the organisational, standardisation and technological challenges that must be overcome to encourage the industry to embrace BIM-based risk management practices. The results of this investigation have broad ramifications. The results can be a starting point for additional research into specific barriers, underlying causes, and potential remedies. Construction companies and experts who can create plans to overcome these obstacles and improve their risk management procedures are affected practically. Some actionable approaches include risk management process integration within the BIM workflow, stakeholder participation, and training initiatives. The creation and execution of supportive policies and regulations are required due to policy implications. By creating national BIM standards, financial incentives, and legal frameworks, governments and industry organisations should actively encourage the adoption of BIM and facilitate risk management practices. Collaboration between the public and commercial sectors is essential for BIM-based risk management to be successfully adopted.

7.0. Future Studies Directions

i. Investigation of strategies to address technological barriers: The study brought attention to technological obstacles like problems with data exchange, software integration, and compatibility. Future studies could examine and create efficient ways to get around these obstacles. For seamless information interchange, this may entail the creation of standardised data formats and protocols, improving interoperability frameworks, and incorporating cutting-edge technologies like artificial intelligence and machine learning into BIM-based risk management procedures.

ii. Exploration of context-specific barriers: The contextual obstacles mentioned in the study, such as organisational resistance, a lack of knowledge, poor procurement procedures, and a lack of government backing, may differ depending on the organisational context and the location. Future research can go into further detail to identify the particular contextual hurdles that particular locations or different types of construction organisations must overcome. As a result, it will be possible to build specialised tactics to overcome these obstacles and gain insight into regionally unique difficulties.

iii. Assessment of the economic benefits of BIM-based risk management: Future research can concentrate on conducting empirical studies to quantitatively analyse the economic benefits of adopting BIM-based risk management, even though the study covered the potential advantages of such risk management. In order to do this, project data may be analysed and performance indicators between projects that adopted BIM-based risk management and those that did not may be compared. Such studies can give stakeholders verifiable proof of the benefits and return on investment of implementing BIM-based risk management procedures.

iv. Examination of the role of regulations and policies: The study emphasised the significance of government assistance and policies to encourage BIM-based risk management. Future studies can look into how standards, incentives, and laws affect how BIM and risk management are integrated into construction projects. In order to do this, it may be necessary to examine the effects of government initiatives and policy frameworks on adoption rates, identify best practices for policy implementation, and evaluate the efficacy of various policy approaches in various circumstances.

v. Evaluation of the human factors in BIM-based risk management: The report mentioned organisational obstacles, such as a shortage of qualified personnel and opposition to change. Future studies can explore the human variables affecting the acceptance and successful application of BIM-based risk management. Some possible approaches are studying the variables that affect BIM adoption among construction professionals, identifying the critical abilities and skills necessary for implementation success, and investigating efficient change management and training programme methodologies.

REFERENCES

- Abanda, F. H., Ekololu, S. O., & Anumba, C. J. (2017). Analysis of Barriers to the Adoption of Building Information Modeling (BIM) in the Construction Industry: A Review. *Proceedings of the 35th Annual ARCOM Conference*, 1315-1324.
- Ademci, E., & Gundes, S. (2018). Review of Studies on BIM Adoption in AEC Industry. *5th International Project and Construction Management Conference (IPCMC) Proceedings*, 1046-1055.
- Ahmad, S. B. S., Mazhar, M. U., Laedre, O., Bruland, A., & Torp, O. (2022). Improvement measures to achieve sustainable construction labour performance. *International Journal of Construction Management*, 22(1), 85-102.
- Aka, A., Bello, A. O., Bamgbade, A. A., & Bilau, A. A. (2022). Age-performance consideration in the recruitment of tradespeople in Nigerian construction industry. *Engineering, Construction and Architectural Management*. <https://doi.org/10.1108/ECAM-05-2022-0430>
- Alfaro-González, J., Valverde-Cantero, D., Cañizares-Montón, J. M., & Martínez-Carpintero, J. Á. (2019). Aprendizaje en formato plano. Otros métodos de implantación BIM en educación universitaria. *Proceedings of the EUBIM*, 23-25.
- Arayici, Y., Coates, P., Koskela, L., Kagioglou, M., Usher, C., & O'Reilly, K. (2011). Technology Adoption in the BIM Implementation for Lean Architectural Practice. *Automation in Construction*, 20(2), 189-195.
- Azhar, S. (2011). Building Information Modelling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry. *Leadership and Management in Engineering*, 241-252.
- Azhar, S., Khaifan, M., & Masqood, T. (2012). Building Information Modelling: Now and Beyond. *Australian Journal of Construction Economics and Building*, 15-28.
- Bello, A. O. (2023a). Barriers to modular construction systems implementation in developing countries' architecture, engineering and construction industry. *Engineering, Construction and Architectural Management*. <https://doi.org/10.1108/ECAM-10-2022-1001>
- Bello, A. O., Ayegba, C., Olanrewaju, O. I., Afolabi, O., & Sunday, I. K. (2022). A Review on the Awareness and Challenges of Building Information Modelling for Post Construction Management in the Nigerian Construction Industry. *5th International African Conference on Current Studies*, 137-142.
- Bello, A. O., Eje, D. O., & Idris, A. (2023b). Drivers for the implementation of modular construction systems in the AEC industry of developing countries. *Journal of Engineering, Design and Technology*. <https://doi.org/10.1108/JEDT-11-2022-0571>
- Besné, A., Pérez, M. Á., Necchi, S., Peña, E., Fonseca, D., Navarro, I., & Redondo, E. (2021). A systematic review of current strategies and methods for bim implementation in the academic field. *Applied Sciences*, 11(12), 5530.
- Bosch-Sijtsema, P. M., Gluch, P., & Sezer, A. A. (2019). Professional development of the BIM actor role. *Automation in Construction*, 97, 44-51.

- Chen, K., Lu, W., Peng, Y., Rowlinson, S., & Huang, G. Q. (2015). Bridging BIM and building: From a literature review to an integrated conceptual framework. *International journal of project management*, 33(6), 1405-1416.
- Dim, N.U., Ezeabasili, A.C.C. & Okoro, B.U. (2015). Managing the change process associated with Building Information Modeling (BIM) implementation by the public and private investors in the Nigerian building industry. *Donnish Journal of Engineering and Manufacturing Technology*, 2, 1–6.
- Douglas, O. A., Clinton, O. A., Ayodeji, E. O., & Wellington, D. T. (2020). Mapping out research focus for robotics and automation research in construction-related studies A bibliometric approach. *Journal of Engineering, Design and Technology*. 18(5), 1063–1079. <https://doi.org/10.1108/JEDT-09-2019-0237>
- Ehsan, N., Mirza, E., Alam, M., & Ishaque, A. (2010). Notice of Retraction: Risk management in construction industry. *3rd International Conference on Computer Science and Information Technology*, (9), 16-21.
- Fadzil, F. H., Kasim, N., Yaakob, R., & Haron, N. H. (2021). Barriers to the Implementation of Building Information Modelling (BIM) in Construction Projects: A Review. *AIP Conference Proceedings*, 2325(1), 040004.
- Grilo, A., & Jardim-Goncalves, R. (2010). Value proposition on interoperability of BIM and collaborative working environments. *Automation in Construction*, 19(5), 522-530.
- Hamma-Adama, M. (2020). *Framework for macro building information modelling (BIM) adoption in Nigeria*. Published PhD thesis, submitted to Robert Gordon University.
- Hardin, B. (2011). *BIM and construction management: proven tools, methods, and workflows*. John Wiley & Sons, Indiana, USA
- Isa, R. B., Emuze, F., & Dsa, D. K. (2016). Conceptual transformation process model for sustainability in the infrastructure sector. *Journal of Construction Project Management and Innovation*, 6(sup-1), 1532-1547.
- Isa, R. B., Jimoh, R., & Achuenu, E. (2013). An overview of the contribution of construction sector to sustainable development in Nigeria. *Net Journal of Business Management*, 1(1), 1-6.
- Jallow, A. K., Yao, J., Varkoi, T., & Udejaja, C. E. (2020). Critical Barriers to the Implementation of BIM in Construction Projects: A Review. *Journal of Building Engineering*, 30, 101221.
- Mahmud, B. Z., Muawiya, A., & Abdullahi, M. (2019). Assessment of barriers to Risk Management (RM) implementation in small construction projects in Nigeria. *African Journal of Built Environment Research*, 3(1), 15–28. <https://doi.org/10.33796/ajober.3.1.02>
- McAuley, B., Hore, A., & West, R. (2017). Building information modelling in Ireland: BIM innovation capability programme. Retrieved from <https://efaidnbmnnnibpcajpcgclclefindmkaj/https://arrow.tudublin.ie/cgi/viewcontent.cgi?article=1017&context=beschrecrep>
- Musa, S., Marshall-Ponting, A., Shahron, S.A. & Abdul Nifa, F. (2019). Building information modelling (BIM) benefits and challenges: Malaysian construction organisation experience. *Journal of Computational and Theoretical Nanoscience*, 16(12), 4914-4924.
- Mustaffa, N. K., Isa, C. M. M., Joseph, V. R. A., & Aziz, M. F. H. A. (2020). A 3d bim integration in risk management for construction projects in malaysia. *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, 2351–2364.
- Olanrewaju, O. I., Chileshe, N., Babarinde, S. A., & Sandanayake, M. (2020). Investigating the barriers to building information modeling (BIM) implementation within the Nigerian construction industry. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 27(10), 2931–2958. <https://doi.org/10.1108/ECAM-01-2020-0042>
- Onungwa, I. O., Uduma-Olugu, N. I., & Igwe, J. M. (2017). Building information modelling as a construction management tool in Nigeria. *WIT Transactions on The Built Environment*, 169, 25-33.
- Panuwatwanich, K., Wong, M., Doh, J., Stewart, R. A. & McCarthy, T. J. (2013). Integrating Building information modelling (BIM) into engineering education: an exploratory study of industry perception using social network data. In C. Lemckert, G. Jenkins and S. Lemckert (eds), AAEE2013: Australasian

Association for Engineering Education Conference Griffith School of Engineering, Griffith University, Australia, 1-9.

Rabia, A., Mohamed, B., Maha, A., Tgarid A., & Ekbal A. (2020). Factors Affecting Labour Productivity in the Construction Industry. *American Journal of Environmental Science and Engineering*, 4(2) 24-30.

Saka, A.B. & Chan, D.W.M. (2019). A scientometric review and metasynthesis of building information modelling (BIM) research in Africa. *Buildings*, 9(85), 1-21.

Shen, W., Hao, G., Feng, Y., & Skibniewski, M. J. (2019). Barriers and Strategies for Adopting Building Information Modeling in the Construction Industry: Evidences from Cross-Country Studies. *Automation in Construction*, 101, 195-206.

Tan, T., Chen, K., Xue, F., & Lu, W. (2019). Barriers to Building Information Modeling (BIM) implementation in China's prefabricated construction: An interpretive structural modeling (ISM) approach. *Journal of Cleaner Production*, 219, 949-959.

Tomek, A., & Matějka, P. (2014). The Impact of BIM on Risk Management as an Argument for its Implementation in a Construction Company. *Procedia Engineering*, 85, 501-509.

Vuksic, V.B., Invansic, L. & Vugec, D.S. (2018). A preliminary literature review on digital transformation case studies. *Conference Proceedings*, 20 (9) Part VIII, 952-957.

Walasek, D. & Barszcz, A. (2017). Analysis of the Adoption Rate of Building Information Modeling and its Return on Investment. *Procedia Engineering*, 172, 1227-1234.

Wang, C., Adetola, S. H., & Abdul-Rahman, H. (2015). Assessment of BIM implementation among MEP firms in Nigeria. *International Journal of Advances in Applied Sciences*, 4(3), 73-81.

Yu, K., Shen, Q., Kelly, J., & Niu, Y. (2018). Overcoming Barriers to BIM Adoption for Enhanced Risk Management in Construction Projects. *Journal of Construction Engineering and Management*, 144(7), 04018045.

Zhang, J. P., & Hu, Z. Z. (2011). BIM-and 4D-based integrated solution of analysis and management for conflicts and structural safety problems during construction: Principles and methodologies. *Automation in construction*, 20(2), 155-166.

Zou, Y., Kiviniemi, A., & Jones, S. W. (2017). A review of risk management through BIM and BIM-related technologies. *Safety Science*, 97, 88-98.

OPTIMIZING SPEED CONTROL IN SWITCHED RELUCTANCE MACHINES WITH A NOVEL APPROACH

F. Z EL MANSOURI

A. BROURI

H. OUBOUDIO

AEEE/ENSAM, Moulay Ismail University, Morocco

ABSTRACT

Switched Reluctance Motors (SRM) are gaining popularity as a result of their numerous benefits. On both the stator and rotor, the SRM has salient poles. The stator has concentric windings, whereas the rotor has no windings or permanent magnets. The SRM features a simple design that offers excellent reliability fault tolerance, and low manufacturing costs. The key disadvantages of SRM are the high torque ripples, running vibrations, and acoustic noise. This study proposes combining a PID, neural networks, and fuzzy controllers to control the speed of a switching reluctance machine. The goal of this project is to address the issues mentioned above. The advantages of this technique are then demonstrated, including fast convergence time and low error between the desired and true speeds. The efficiency of the suggested controller was demonstrated using MATLAB-Simulink simulation.

Keywords: Switched Reluctance Motor, Proportional-Integral-Derivative (PID), Fuzzy logic control, ANN controller, Speed control.

MANAGEMENT OF HYBRID PV/BATTERY SYSTEM UNDER VARIABLE LOAD CONDITIONS

HEROUAL Samira
BELABBAS Belkacem
ALLAOUI Tayeb
MIMOUNI Said abdelmalek
TAZERKOUNET Souad

Electrical Engineering Department, ibn Khaldoun University, Tiaret, Algeria

ABSTRACT

Large-scale solar power system installations have grown at an unprecedented rate in recent years, mainly as a result of government goals for the production of renewable energy, financial incentives, lower installation costs, and ongoing PV technology advancements. Autonomous photovoltaic panels (PV) are intermittent sustainable energy sources that require energy storage to balance generation and demand, as photovoltaic generation is time and weather dependent. Battery storage system (BSS) is the most popular technique due to its faster response time, higher efficiency, and higher energy density compared to other ESS techniques. In addition, the power management system is designed to manage power flow between components (pv and batterie).

The main contribution is to propose a PI controller for controlling the buck-boost converter side battery (charge/discharge) and maintaining DC bus voltage control. It should satisfy the load power requirement via the DC-DC bidirectional converter control with optimizing energy transfer. The obtained results using this controller PI in terms of robustness, stability, and dynamic performance. It is confirmed that the proposed control can improve greatly the dynamic performances and robustness for maintaining the dc bus constant and improve the lifetime and ability of our system under variable load.

Keywords: *photovoltaic system, battery, buck-boost converters, PI control, DC bus*

WEAR RESISTANCE OF DYED POLYAMIDE FABRIC WITH ISATIN AS AN ALTERNATIVE DYE

Milena NIKODIJEVIĆ

Anita SADIKOVIĆ

Sandra KONSTANTINOVIĆ

Faculty of technology, University of Niš, Republic of Serbia

ABSTRACT

The wear resistance of polyamide fabric dyed with an alternative dye - isatin was analyzed in this research. Polyamide is synthetic fiber with high strength, elasticity and wear resistance. The abrasion resistance of fibers is important because it affects the durability and appearance of textile products. Abrasion refers to the wear and tear of fibers during use, which can reduce the resistance and durability of the fabric. Therefore, it is important to evaluate the wear properties of fibers in order to ensure greater durability and quality of textile products. Isatin dyeing can provide a dark hue, affordable and eco-friendly alternative, in addition to having antimicrobial and antioxidant properties. Polyamide fabric samples (100% raw) were dyed in a solution of ethanol, with different concentrations of isatin (0.5%, 1%, 2.5%, 4%, and 5%), at 60 °C for 60 minutes. The Martindale wear resistance method, according to the British standard ISO 12947-3:1998, was applied. The fabrics were subjected to 3000, 6000, and 9000 rubbing cycles. Dyeing at a higher concentration of isatin means a darker dyeing of the polyamide, which again means more color inside the fiber and thus a more porous structure solid color fibers. Such a fiber, full of color, will have less wear resistance than fibers with less color and a more compact structure. It is noticeable that the fabric sample dyed with 0.5% has a higher wear resistance than the sample dyed with 5%. The number of wear cycles also has a significant effect on the wear resistance of the fabric. Fabric samples that have been exposed to fewer wear cycles have higher wear resistance compared to fabric samples that have been exposed to more wear cycles.

Keywords: dyeing, isatin, polyamide, wear resistance

Acknowledgements

This work was supported by the Republic of Serbia - Ministry of Education, Science and Technological Development, Program for financing scientific research work, number 451-03-47/2023-01/ 200133

POST COVID STATUS OF ESG INVESTMENT IN INDIA

Sayanti DAS

Assistant Professor, Dept. of BSHU, Abacus Institute of Engineering and Management, Mogra, India

Dr. Monalisa HALDER

Assistant Professor, Dept. of BSHU, Abacus Institute of Engineering and Management, Mogra, India

Siddhant DAS

3rd Year B. Tech. Student, Dept. of CSE, Abacus Institute of Engineering and Management, Mogra

Nilajit ROY

1st Year B. Tech. Student, Dept. of EE, Abacus Institute of Engineering and Management, Mogra

Amit GHOSH

1st Year B. Tech. Student, Dept. of CSE, Abacus Institute of Engineering and Management, Mogra

Sourav MONDAL

1st Year B. Tech. Student, Dept. of CSE, Abacus Institute of Engineering and Management, Mogra

INTRODUCTION

The modern idea of ESG comes forward in the mid-2000s. ESG investment is a kind of sustainable investment Phenomenon that includes Environmental, Social and Governance factors and gives us good financial returns. The commitment made by India's Prime Minister to achieve net zero emissions by 2070 aligns with the long-term goals of the Paris Agreement. In the context of corporate entities, integrating Environmental, Social, and Governance (ESG) principles has become increasingly important.

In recent years, in India, the trend of ESG investment through mutual fund grows up and different asset management companies has introduced equity schemes for ESG funds which are thematic in nature.

ESG IMPLEMENTATION STATUS OF INDIA

The Indian government has taken steps to promote the integration of ESG strategies in high-emitting sectors such as energy and industry. The Securities and Exchange Board of India (SEBI), the country's monetary regulatory body, has introduced the Business Responsibility and Sustainability Reporting (BRSR) initiative. Under this initiative, the top 1,000 listed companies in India are required to disclose their ESG-related information.

CONCLUSION

Through the implementation of ESG strategies and mandatory disclosure, the Indian government and SEBI aim to encourage companies to adopt sustainable practices, reduce their carbon footprint, and contribute to India's overall environmental and social goals.

IMPROVING THE LEGAL FRAMEWORK ON LOW-EMISSION TOURISM DEVELOPMENT IN VIETNAM

MA. Buu HOANG LE

School of Law and Management, Thu Dau Mot University, Vietnam
ORCID: 0009-0004-1854-1064, buuhl@tdmu.edu.vn +84987437011

ABSTRACT

The accelerated growth of the tourism sector in Vietnam has accelerated pressures on greenhouse gas mitigation and the implementation of national climate commitments, thereby prompting critical inquiry into whether the existing tourism legal framework adequately governs and incentivizes a transition toward low-emission development. This study examines the normative coherence, regulatory effectiveness, and institutional capacity of current legal instruments addressing emission reduction within tourism-related activities. Employing doctrinal legal analysis, systematic interpretation of regulatory provisions, and comparative legal methodology, the research further integrates an assessment of regulatory practice in major tourism destinations characterized by high energy consumption intensity and substantial visitor density. The findings reveal structural fragmentation between tourism law and environmental law, the absence of binding emission inventory and reporting obligations for accommodation establishments exceeding 0.75 MWh per year in annual energy consumption, and the lack of standardized emission performance indicators, such as kgCO₂e per guest-night, within regulatory and classification frameworks. Moreover, existing provisions prominently articulate general principles rather than enforceable quantitative thresholds or compliance mechanisms. In response, the study advances recommendations for the institutionalization of mandatory emission monitoring, the deployment of market-based instruments including carbon credit mechanisms, and the integration of emission reduction criteria into tourism planning, licensing, and destination governance. Collectively, these findings provide a robust doctrinal and policy foundation for the systematic reform of tourism legislation in alignment with sustainable development imperatives and climate governance objectives.

Keywords: Tourism law; greenhouse gas emissions; low-emission tourism; climate governance; sustainable development.

1. Introduction

In a global context, the tourism industry is increasingly recognized as one of the sectors contributing significantly to greenhouse gas emissions, accounting for approximately 13% of total

global emissions and projected to reach 6.5 billion tons of CO₂ by 2025. The rapid increase in air transport, accommodation, services, and tourism consumption has made this industry a major contributor to climate change. Given this reality, the trend towards sustainable tourism development, particularly the goal of achieving net zero emissions, is being strongly promoted globally through international commitments and policy initiatives. This places an urgent demand on countries to integrate emission reduction targets into their tourism development strategies, while simultaneously improving legal instruments to control and mitigate the environmental impact of the industry.

In Vietnam, the commitment to achieving net-zero emissions by 2050 at the COP26 conference in 2021 created a crucial framework for the transition to a green economy, in which the tourism industry plays an inseparable role. As a key economic sector with rapid growth, tourism contributes significantly to socio-economic development while also consuming considerable energy and resources, thereby increasing environmental pressure. However, the current legal framework regulating low-emission tourism activities in Vietnam remains fragmented across numerous documents, lacking specific criteria for identification and measurement, and without a sufficiently effective enforcement mechanism. Given this reality, this paper aims to comprehensively assess the current legal situation, clarify existing limitations and gaps, and propose solutions to improve the legal framework to promote the development of low-emission tourism, in line with international commitments and sustainable development requirements.

2. Theoretical basis of low-emission tourism and legal framework

2.1. The concept of low-emission tourism

Low-emission tourism is understood as tourism activities aimed at minimizing greenhouse gas emissions throughout the entire tourism value chain, including transportation, accommodation, food and beverage, and ancillary services. Unlike traditional environmental approaches, this model directly focuses on reducing carbon emissions through energy optimization, technological transformation, and changes in tourism consumption behavior (Fakfare & Wattanacharoensil, 2023). The three core principles of low-emission tourism can be clearly defined as follows:

Firstly, reducing the carbon footprint means that tourism activities must be designed and operated on the basis of measuring, inventorying, and progressively reducing greenhouse gas emissions according to recognized standards and methodologies.

Secondly, demonstrating the effectiveness of emission reduction means that the measures implemented must not only be formal but must show actual emission reduction results that are quantifiable and comparable over time or against a reference benchmark.

Thirdly, certification and verification are necessary, whereby low-emission tourism activities need to be independently inspected, evaluated, and certified by competent authorities, thereby ensuring transparency, reliability, and monitorability in practice.

In relation to related concepts, low-emission tourism differs significantly in its focus and metrics. While green tourism aims to minimize environmental impact overall and sustainable tourism pursues a balance between economic, social, and environmental aspects, low-emission tourism focuses directly on reducing greenhouse gas emissions with specific metrics such as CO₂ emissions or carbon footprint. Meanwhile, ecotourism is primarily associated with nature conservation and environmental education within natural ecosystems. Comprehensive studies show that approximately 5% of global CO₂ emissions are related to tourism activities (Agarwal et al., 2024), reflecting a strong shift towards research and practice of low-emission tourism in recent years. In Vietnam, empirical evidence also indicates that transportation is the largest source of emissions in the tourism sector. For example, in Thua Thien Hue, tourist transportation generates more than 367,000 tons of CO₂ equivalent annually (Kumar, 2012). This shows that clearly defining the conceptual framework is not only of theoretical significance but also serves as an important basis for designing appropriate policies and legal tools.

Concept	Focus	Scope	Main measure
Low-emission tourism	Direct greenhouse gas reduction	Climate and energy	Tons of CO ₂ , carbon footprint
Green tourism	Overall environmental friendliness	Wide environment	Multiple environmental indicators
Sustainable tourism	Economic-social-environmental balance	Most comprehensive	SDGs Index
Ecotourism	Nature conservation & education	Natural ecosystem	Conservation area, biodiversity

Table 1: Comparison of related concepts

3. The Legal Status of Low-Emission Tourism in Vietnam

Although the orientation towards sustainable development has been reflected in Vietnam's tourism legal system, its practical application remains limited and uneven. Structurally, the current legal

framework is established on three main pillars: basic legal regulations, industry-specific operational policies, and an enforcement system.

3.1. Current legal document system

****Tourism Law 2017***

The 2017 Tourism Law is a fundamental legal document that directly regulates all business activities and state management of tourism in Vietnam. Specifically, Articles 5 and 8 establish the principle of protecting the tourism environment with the aim of building a "green, clean, safe, healthy, and civilized" environment (Tourism Law, 2017) , while also specifying the responsibilities of participating entities (Huong & Loan, 2024) . Ministries and ministerial-level agencies are responsible for issuing and implementing regulations on the protection, restoration, and development of the tourism environment within their jurisdiction; local authorities implement environmental protection measures appropriate to practical conditions; tourism businesses must collect and treat waste, limit and mitigate negative impacts on the environment, and participate in preventing and combating social evils. Meanwhile, tourists and the community have an obligation to protect the landscape, the environment, and preserve the national cultural identity at the destination. In addition, the Law also recognizes the concept of sustainable tourism with the goal of ensuring harmony between economic, social, and environmental benefits, thereby demonstrating an initial approach to sustainable development standards in the tourism sector.

However, from the perspective of developing low-emission tourism, the regulations of the 2017 Tourism Law are still largely principled and do not meet the requirements for adjustment in the new context (Quyen, 2025) . Specifically, the Law lacks any provisions on measuring CO₂ emissions, inventorying greenhouse gases, or establishing low-emission criteria for tourism businesses; it also has not developed green finance mechanisms or economic tools to encourage emission reduction. The absence of quantitative regulations and specific monitoring mechanisms makes it difficult to quantify and verify environmental protection obligations in practice. This shows a significant legal gap in the domestication of emission reduction requirements in the tourism sector, highlighting the need to further improve the legal system towards concretization, quantification, and effective enforcement tools.

****Environmental Protection Law 2020***

The 2020 Environmental Protection Law, effective from January 1, 2022, is a significant step forward in establishing a legal framework for controlling greenhouse gas emissions across the

entire economy, including the tourism sector. The law incorporates modern management tools such as mandatory greenhouse gas inventories for large-scale emitters under Article 91, providing a basis for measuring and monitoring emissions. Simultaneously, provisions from Articles 139 to 143 establish a domestic carbon market, forming an economic mechanism that allows for the allocation and trading of emission quotas. The implementing guidelines, particularly Decree 06/2022/ND-CP on greenhouse gas emission reduction and periodic reporting obligations, along with Decree 08/2022/ND-CP on environmental impact assessment, have concretized the emission control mechanism, requiring large-scale tourism and resort projects to conduct environmental impact assessments according to a strict process.

Furthermore, Decision 232/QD-TTg of 2024 approved the roadmap for developing the national carbon market in three phases: the 2023–2025 phase focuses on completing the emission database and piloting a voluntary carbon credit market; the 2025–2028 phase implements a pilot system for trading mandatory emission quotas for high-emission industries; and from 2029 onwards, it will move towards official operation and expansion of its scope. Although the tourism sector has not been identified as a key focus in the initial phase, the current legal framework has created an important foundation for considering its integration into the carbon market mechanism in the future.

However, the regulations of the 2020 Environmental Protection Law and its guiding documents remain framework-based and apply generally to many sectors, failing to fully reflect the dispersed and inter-sectoral emission characteristics of tourism. The lack of specific criteria, appropriate quota allocation mechanisms, and detailed guidance for tourism businesses may limit the sector's ability to effectively participate in the emission control system. Therefore, further legal improvements are needed to concretize and integrate across sectors to ensure feasibility when expanding the carbon market mechanism to the tourism sector.

Tourism Strategy to 2030

The current policy framework shows that Vietnam has clearly established a direction for tourism development towards green and sustainable practices, but it still lacks a specific measurement framework. Decision 147/QD-TTg (2020) sets the goal of developing tourism associated with green growth and climate change adaptation, but only provides qualitative guidelines, without specific emission indicators based on visitor numbers, revenue, or service types, making monitoring difficult in practice.

At the economic instrument level, Decree 06/2022/ND-CP on reducing greenhouse gas emissions and developing the carbon market (amended by Decree 119/2025/ND-CP) established a framework for operating the carbon market from 2029, but it did not include the tourism industry in the list of sectors subject to emission inventory and quota allocation. This indicates that tourism remains outside of key emission regulation mechanisms.

Meanwhile, Decision 882/QD-TTg on the green growth action plan for the period 2021–2030 has initially included tourism in the action program, but the main tasks focus on developing ecotourism and green consumption, without establishing quantitative emission reduction thresholds or mandatory reporting mechanisms. Recently, the Green Tourism Action Framework to 2030 issued by the Ministry of Culture, Sports and Tourism proposed the development of a set of indicators for sustainable tourism development, showing an effort to add a quantitative element; however, this document remains administrative in nature and lacks legally binding effect.

Overall, three main gaps can be identified: a lack of specific emission targets, a lack of mandatory inventory mechanisms for the tourism industry, and a fragmentation of management responsibilities among relevant agencies. This lack of focus undermines the effectiveness of policy implementation, especially in the context of Vietnam aiming for net-zero emissions by 2050 and having to meet increasingly stringent emission transparency requirements from international tourism markets.

3.2. Initial results and legal gaps

Although the legal framework for low-emission tourism in Vietnam is still incomplete, some initial results have shown positive signs. The "Green Lotus" eco-label system for accommodation establishments continues to expand, with over 200 units certified by 2024. Many localities such as Da Nang, Hue, and Hoi An have piloted environmentally friendly tourism transport models such as bicycles and electric buses. Empirical studies also indicate that the quality of environmental governance at the local level has a positive relationship with the business performance of tourism enterprises (Bach, 2022) , and investment in clean energy in tourism infrastructure helps reduce long-term operating costs (Banga et al., 2022) . This evidence shows that green transformation is not only an environmental requirement but also brings clear economic benefits.

However, alongside these initial achievements, the current legal system still reveals many structural shortcomings. Most seriously, there is no legal definition of "low-emission tourism," leading to a lack of a basis for establishing standards, certification mechanisms, and penalties. Furthermore,

overlapping authority among ministries and agencies continues to reduce the effectiveness of policy coordination, a common problem in many developing countries in the region (Vien et al., 2025). Other limitations include the lack of economic tools such as carbon taxes or green credits, the absence of emission standards for accommodation and transportation, and the lack of integration of the tourism sector into the carbon market as stipulated in Decree 06/2022. Simultaneously, the data infrastructure for measuring, reporting, and verifying emissions remains inadequate, making it difficult to monitor progress towards climate goals.

These shortcomings create a vicious cycle: a lack of data prevents the setting of quantitative targets, a lack of targets diminishes investment incentives, and when investment is not stimulated, the data system remains incomplete. Key issues can be summarized as a lack of legal definitions and measurement criteria, fragmented management responsibilities, a lack of economic incentives, the absence of technical standards, a lack of integration into the carbon market, and a lack of a digital data platform. These gaps are major obstacles to Vietnam's transition to a low-emission tourism model and the fulfillment of its climate commitments.

Field	Shortcomings	Consequences
Legal definition	The 2017 Tourism Law does not define "low-emission tourism"; it lacks quantitative measurement criteria.	There is no legal basis for establishing standards, certifications, or penalties.
Assigning responsibilities	Overlapping authority between the Ministry of Culture, Sports and Tourism, the Ministry of Agriculture and Environment, and the Ministry of Construction; lack of a coordinating agency.	Slow implementation and lack of inter-ministerial coordination in execution.
Economic tools	There is no carbon tax; there is a lack of green credit incentives for tourism businesses.	Lack of motivation to transition to a low-emission model.
Technical standards	No emission standards have yet been issued for accommodation establishments and tourist transport vehicles.	Tourism emissions cannot be measured, reported, and verified (MRV).
Carbon market	Decree 06/2022 has not included tourism in the carbon market roadmap; there is no voluntary offsetting mechanism.	Missing the opportunity to mobilize climate finance from the private sector.
Digital transformation	Lack of a national MRV data platform for tourism; no real-time assessment basis.	Progress towards achieving the NDC 2030 targets cannot be tracked.

Table 2. Shortcomings of the legal framework for low-emission tourism in Vietnam

4. Proposed solutions for improving the legal framework.

To address current gaps, it is first necessary to supplement the Tourism Law with a separate legal framework for low-emission tourism. From a legal perspective, this aims to ensure the principles

of transparency and the definitiveness of the law, because a sector can only be effectively regulated when there is a clear legal definition and specific quantitative criteria. The legal definition needs to be linked to emission thresholds according to international standards, and at the same time serve as the basis for establishing the rights, obligations, and legal responsibilities of relevant entities. Clearly assigning a lead agency is also essential to ensure the principle of unified state management, avoiding overlapping authority which reduces enforcement effectiveness. Based on this, a specialized decree should be issued stipulating the method for calculating the carbon footprint, the emission reduction roadmap, and penalties for violations, thereby concretizing the law and creating a mechanism for enforcement (Conefrey & Hanrahan, 2022) .

Simultaneously, the development of a national green tourism certification system should be viewed as a soft legal tool capable of regulating market behavior. Legally, this certification mechanism needs to be designed to combine voluntary and conditional incentives, with information disclosure acting as a form of "market sanctions." When standards are standardized and transparent, certification not only has technical significance but also creates an indirect obligation to comply through competitive pressure and consumer protection. Therefore, upgrading the "Green Lotus" label with quantitative indicators and linking it to tax incentives and promotion is consistent with the trend of regulation using non-command tools in modern law (Baumber et al., 2021; Vien et al., 2025) .

From an economic perspective, integrating tourism into the carbon market not only has policy implications but also a legal basis in the "polluter pays" principle enshrined in environmental law. Carbon pricing and the establishment of a credit mechanism will shift environmental costs from society to the emitter, thereby internalizing negative externalities. Simultaneously, green credit and green bond policies need to be designed as legal support tools to ensure fairness and accessibility for businesses, especially small and medium-sized enterprises, during the transition process (Banga et al., 2022; Li et al., 2024) .

An indispensable pillar is the development of a system for measuring, reporting, and verifying emissions linked to digital transformation. From a legal perspective, this is a condition for ensuring accountability and checks and balances in environmental management. When data is standardized and integrated into the national system, management agencies can effectively monitor and create a foundation for applying other legal tools such as taxes, quotas, or sanctions. Developing a data

platform with open connectivity also aligns with the trend of digital governance and enhances transparency in policy implementation. (Liu et al., 2023; Wu et al., 2023) .

In the tourism transport sector, solutions for transitioning to low-emission vehicles need to be designed in conjunction with planning and binding incentive policies. Legally, this reflects the principle of prevention in environmental protection, whereby the state has the responsibility to guide behavior from the outset instead of merely dealing with the consequences. Prioritizing public transport infrastructure, encouraging electric vehicles, and reorganizing tourism spaces are structural measures that need to be institutionalized in planning and fiscal policies (Lin, 2025) .

Finally, harmonizing standards with the region and strengthening international cooperation not only aims to enhance competitiveness but also stems from the legal requirements of integration (Hanani et al., 2025) . In the context of international commitments on climate change and trade increasingly linked to environmental standards, building a mechanism for mutual recognition of low-emission tourism certifications and receiving technical assistance is necessary to ensure the compatibility of the national legal system. This also forms the basis for Vietnam to effectively fulfill its international obligations and leverage external resources for the green transition process (Hanani et al., 2025; World Tourism Organization, 2023) .

5. Conclusion

Low-emission tourism is becoming an inevitable trend in the context of the global green transition, while simultaneously requiring the improvement of the corresponding legal framework. In Vietnam, despite certain progress, the current legal system still does not fully meet the requirements for regulating tourism activities towards emission reduction and sustainable development.

Therefore, perfecting the legal framework needs to be done in a synchronized manner, ensuring transparency, feasibility, and alignment with national climate commitments. This is not only a condition for improving the effectiveness of state management but also an important foundation for the sustainable long-term development of the tourism industry.

REFERENCES

1. Legal documents

Vietnam National Assembly. (2017). *Law on Tourism No. 09/2017/QH14*. Hanoi, Vietnam.

Vietnam National Assembly. (2020). *Law on Environmental Protection No. 72/2020/QH14*. Hanoi, Vietnam.

Prime Minister of Vietnam. (2020). *Decision No. 147/QĐ-TTg on the Strategy for Tourism Development of Vietnam to 2030*. Hanoi, Vietnam.

Prime Minister of Vietnam. (2021). *Decision No. 1658/QĐ-TTg on the National Green Growth Strategy for 2021–2030*. Hanoi, Vietnam.

Government of Vietnam. (2022). *Decree No. 06/2022/ND-CP on greenhouse gas emission reduction and ozone layer protection*. Hanoi, Vietnam.

Prime Minister of Vietnam. (2022). *Decision No. 882/QĐ-TTg on the National Action Plan for Green Growth for 2021–2030*. Hanoi, Vietnam.

2. References

Agarwal, R., Mehrotra, A., Mishra, A., Rana, N.P., Nunkoo, R., & Cho, M. (2024). Four decades of sustainable tourism research: Trends and future research directions. *International Journal of Tourism Research* , 26 (2), e2643. <https://doi.org/10.1002/jtr.2643>

Bach, N. (2022). Does Local Environmental Governance Improve Tourism Companies' Performance? Evidence from Vietnam. *Journal of Travel Research* , 61 (4). <https://doi.org/10.1177/00472875211002653>

Banga, C., Deka, A., Kilic, H., Ozturen, A., & Ozdeser, H. (2022). The role of clean energy in the development of sustainable tourism: Does renewable energy use help mitigate environmental pollution? A panel data analysis. *Environmental Science and Pollution Research* . <https://doi.org/10.1007/s11356-022-19991-5>

Baumber, A., Merson, J., & Smith, C.L. (2021). Promoting Low-Carbon Tourism through Adaptive Regional Certification. *Climate* , 9 (1).

Conefrey, A., & Hanrahan, J. (2022). Comparative analysis of national tourism decarbonisation plans. *European Journal of Tourism Research* , 31 , 3015. <https://doi.org/10.54055/ejtr.v31i.1979>

Fakfare, P., & Wattanacharoensil, W. (2023). Low-carbon tourism for island destinations: A crucial alternative for sustainable development. *Sustainable Development* , 31 (1), 180–197. <https://doi.org/10.1002/sd.2382>

Hanani, R., Kismartini, & Saputra, Y.A. (2025). Regulatory Analysis of Indonesia's Sustainable Tourism Policy Framework: Balancing Economic Growth and Fighting Climate Change. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* . <https://doi.org/DOI%252010.1088/1755-1315/1537/1/012005>

Huong, NTT, & Loan, NTH (2024). Developing Sustainable Tourism in Vietnam. *International Journal of Advanced Multidisciplinary Research and Studies* , 4 (1).

Kumar, S. (2012). *An inventory of greenhouse gas emissions from tourism related activities in Hue City, Vietnam* . Department of Environmental Science College of Sciences, Hue University.

Li, Q., Xiong, C., & Yao, J. (2024). A study of the evolutionary game of carbon offset involving tourism stakeholders under incentive and constraint mechanisms. *Sci Rep* . <https://doi.org/10.1038/s41598-024-65964-8>

Lin, Y.-H. (2025). A low-emission pathway for tourism passenger transport in small and medium-sized urban destinations – case of Yilan, Taiwan. *International Journal of Tourism Cities* , 11 (1). <https://doi.org/10.1108/IJTC-02-2024-0043>

Liu, H., Gao, C., & Tsai, H. (2023). Spatial spillover and determinants of tourism efficiency: A low carbon emission perspective. *Tourism Economics* , 30 (7).

Tourism Law (2017).

Quyen, TT (2025). Sustainable tourism legislation in Vietnam: Situation and policy implications. *Veredas Do Direito* , 22 , e224092. <https://doi.org/10.18623/rvd.v22.n7.4092>

Vien, LV, Cong, NVP, Kien, NT, & Quyen, HT (2025). Net Zero Tourism: Global Experiences and Lessons for Vietnam. *International Journal of Social Science and Human Research* , 8 (9).
<https://doi.org/10.47191/ijsshr/v8-i9-20>

World Tourism Organization. (2023). *Climate Action in the Tourism Sector – An overview of methodologies and tools to measure greenhouse gas emissions* . UNWTO.
<https://doi.org/10.18111/9789284423927>

Wu, J., Wang, S., Liu, Y., Xie, X., Wang, S., Lv, L., & Luo, H. (2023). Measurement of Tourism-Related CO2 Emission and the Factors Influencing Low-Carbon Behavior of Tourists: Evidence from Protected Areas in China. *International Journal of Environmental Research and Public Health* , 20 (2).
<https://doi.org/10.3390/ijerph20021277>

UX STUDY ON HANDHELD AUGMENTED REALITY GAMES BY APPLYING SPRADLEY'S NINE DIMENSIONS DESIGN PRINCIPLE

Pushkar PANDEY

Indian Institute of Technology, Department of Design, Kanpur 208016, India.

ORCID ID: 0000-0002-5894-1036

Renu KUNDU

Indian Institute of Technology, Department of Design, Kanpur 208016, India.

ORCID ID: 0000-0002-5894-1036

ABSTRACT

The first step in researching augmented reality was making a head-mounted three-dimensional display at the beginning of 1968. The idea behind a three-dimensional display is to show the user a perspective image from a different point of view that changes as the user moves. Since that time, the majority of growth in augmented reality has been driven by technology. The researcher's emphasis on AR's technological aspects, such as its hardware and software, has resulted in very few initiatives directed toward user experience and exploration studies. To address the transition of the notion of augmented reality from research/laboratories to the general user, it is necessary to approach the technology in a more user-friendly, user-centric manner. In this study, we focus on handheld augmented reality (HAR) gaming applications and propose to employ Spradley's nine dimensions to investigate components of handheld augmented reality experience so that designers may comprehend the human-centric design approach. we posted a questionnaire to a diverse sample of 215 individuals. After the questionnaire, we select 35 individuals and provide them with our iPhone11 to play AR Gamest for direct observation.

In the result, we found out 61.9% of users know about HAR games, and 8.1% of users played the AR game without understanding that it is known to handle augmented reality implying that even after utilising augmented reality, many are unaware of it. 28.2% (strongly agree) and 32.5% (agree) on the issue that it is easier to get skilled at AR games. We conclude our research by finding out there are 4 insights related to the HAR games. The detail of these insights is discussed in context with the human-centric design in HAR games.

Keywords: handheld augmented reality (HAR), user-centric, Spradley's nine dimensions, human-centric design

THE INFLUENCE OF THERMAL RADIATION AND CHEMICAL REACTION ON MHD MICROPOLAR FLUID IN THE PRESENCE OF HEAT GENERATION/ ABSORPTION

Dr. Binyam ZIGTA

Wachemo University, College of Natural and Computational Science, Department of Mathematics,
Ethiopia

ABSTRACT

Numerical and theoretical analysis of mixed convection flow of MHD micropolar fluid with stretching capillary in the presence of thermal radiation, chemical reaction, viscous dissipation and heat generation/ absorption have been studied. The governing non linear partial differential equations of momentum, angular velocity, energy and concentration are converted into ordinary differential equations using similarity transformations which can be solved numerically. The dimensionless governing equations are solved by using Runge Kutta fourth fifth order along with shooting method. The effect of physical parameters viz., micropolar parameter, unsteadiness parameter, thermal buoyancy parameter, concentration buoyancy parameter, Hartmann number, spin gradient viscosity parameter, microinertial density parameter, thermal radiation parameter, Prandtl number, Eckert number, heat generation or absorption parameter, Schmidt number and chemical reaction parameter on flow variables viz., velocity of micropolar fluid, microrotation, temperature and concentration has been analyzed and discussed graphically. MATLAB code is used to analyze numerical and theoretical facts. From the simulation study it can be concluded that an increment of micropolar parameter, Hartmann number, unsteadiness parameter, thermal and concentration buoyancy parameter results in decrement of velocity flow of micropolar fluid; microrotation of micropolar fluid decreases with an increment of micropolar parameter, unsteadiness parameter, microinertial density parameter and spin gradient viscosity parameter; temperature profile of micropolar fluid decreases with an increment of thermal radiation parameter, Prandtl number, micropolar parameter, unsteadiness parameter, heat absorption and viscous dissipation parameter; concentration of micropolar fluid decreases as unsteadiness parameter, Schmidt number and chemical reaction parameter increases. Furthermore, computational values of local skin friction coefficient, local wall coupled coefficient, local Nusselt number and local Sherwood number for different values of parameters have been investigated.

Keywords: Thermal radiation, chemical reaction, viscous dissipation, heat absorption/ generation, similarity transformation.

IMPACT OF DIETARY MODULATIONS ON GUT HEALTH IN COMMERCIAL BROILER BIRDS

Najeeb Ullah KHAN, Usman HAIDER, Wania NASIR,
Rehan SAJID, Saad TARIQ, Bilal ASLAM, Muhammad Naeem FAISAL
Institute of Physiology and Pharmacology, University of Agriculture Faisalabad, Pakistan

ABSTRACT

The gastrointestinal tract performs a major role in the digestion and absorption of nutrients. There are more chances of a breach in the epithelium of the digestive tract due to its continuous exposure to foreign pathogens and toxins. Broiler feed contains all the essential ingredients required for the better growth performance of commercial broilers. The current study was designed to elucidate the impact of dietary modification on the gut health of commercial broiler birds. The experimental trial was divided into two groups, with fifty birds in each group. The negative control group (G1) was fed on corn and soybean meal-based commercially available broiler feed while the treatment group (G2) was given experimental feed containing a 100% one-year-old wheat-based diet. Experimental birds were slaughtered on the 21st and 35th days. Blood serum samples were collected for biochemical analysis while tissue samples of liver, pancreas, kidney, and ileum were collected for histology. The microbiota was isolated from the cecum and colon for microbiota dysbiosis indexing. The treatment group showed significant improvement in body weight ($p < 0.0001$) and feed intake ($p < 0.001$) and reduced FCR. Serum TAC values were significantly ($p < 0.05$) higher while the change in the values of TOS remained non-significant in the treatment group. The gene expression analysis through qRT-PCR revealed that *Bifidobacterium* ($p < 0.0001$), *E. coli* ($p < 0.05$), *Firmicute* ($p < 0.05$), and *Lactobacillus* ($p < 0.001$) count were significantly higher in the treatment group as compared with the control group in finisher phase. There were no remarkable infiltrations of the inflammatory cells in kidney, liver, pancreas, and thymus tissues. In conclusion, the inclusion of wheat in the diet of broiler improves the growth performance and intestinal microbiota composition in broiler birds.

Keywords: Wheat, Digestive Tract, gut Physiology, Broiler, Feed Intake.

THE FIN EFFICIENCY IN A FORCED HEAT CONVECTION AND NATURAL HEAT CONVECTION

Foudil KHELIL
Fatima BENAOU
Khaldi MOKHTAR,

Baltache ABDELGHANI, Zengah SAHNOUN

Mechanical engineering, Faculty of science and technology, University of Mascara, Algeria

ABSTRACT

The objective of this project is to discover the thermal fins, their operation and their use. This will require understanding the associated thermal phenomena, such as conduction and convection in order to then be able to determine the equations necessary for the analysis of the thermal fins (temperature curves, etc.). Once the familiarization has been made with the different types of fins, a more concrete approach will have to be taken, allowing the fin yields to be improved in order to optimize their use.

In the experiments carried out in the laboratory, we are interested in the behavior of this paraffin under various temperatures. The experiments are first made with a plate without fins. Then the plate was equipped with a fin and two types of fins. For each experiment, we analyze the phenomenon of free convection and forced convection, and we evaluate the surface fraction. We also make a comparison of the different temperatures. After the study of the cases of the plate without fins, we do the same work for the plate equipped with fins, and we compare the two cases thereafter, to check which one gives a better profitability.

Keywords: conduction ; forced convection ; sizing; fin ; tube bundle; efficiency ; free convection; Nusselt.

MEASUREMENT OF THE HEAT TRANSFER CHARACTERISTICS OF WATER FLOW IN HEAT EXCHANGERS

**Foudil KHELIL*, Fatima BENAOU, Khaldi MOKHTAR,
Baltache ABDELGHANI, Zinelabidine HARCHOUCHE**

Mechanical engineering, Faculty of science and technology, University of Mascara, Algeria

ABSTRACT

This study aims to experimentally study the effect of the length and the exchange surface on the improvement of the heat transfer inside the double and multi-tube heat exchanger at variable temperature and inlet flow. The Geothermal copper tube with a thermal conductivity of 386(W/m.K) was used at different inlet temperatures. The experimental setup consisted of a baffle heat exchanger with shells on the cold side was used in turbulent regime. The results of the study show that the heat transfer increases with the increase in the length and the exchange surface. A significant improvement over water is observed with a maximum increase in the Nusselt number.

Keywords: Tubular exchanger; . Fluid: heat transfer enhancement; double tube heat exchanger; Nusselt.

ANALYSIS OF A MIXED SEQUENTIAL CAPUTO FRACTIONAL BOUNDARY VALUE PROBLEM

Ahlem ADOUI

University of Badji Mokhtar-Annaba, Faculty of Sciences, Department of Mathematics,
Annaba, Algeria

ORCID ID: 0000-0002-8462-4667

Rabah KHALDI

University of Badji Mokhtar-Annaba, Faculty of Sciences, Department of Mathematics,
Annaba, Algeria

ORCID ID: 0000-0002-6462-4424

Assia GUEZANE-LAKOUD

University of Badji Mokhtar-Annaba, Faculty of Sciences, Department of Mathematics,
Annaba, Algeria

ORCID ID: 0000-0002-5280-2633

ABSTRACT

In this talk we discuss a nonlinear boundary value problem consisting of a sequential [1] Caputo fractional differential equation associated with Zaremba fractional boundary conditions. By virtue of the Banach contraction principle we develop sufficient conditions on the nonlinearity which guarantee existence and uniqueness of solutions. The existence result is established by employing Krasnoselskii's fixed point theorem.

Keywords: Boundary Value Problems, Existence-Uniqueness, Sequential Caputo Fractional Derivatives

REFERENCES

[1] Miller K.S., Ross B. (1993). An Introduction to Fractional Calculus and Fractional Differential Equations. Wiley, New York.

INVESTIGATION ON STRENGTH AND DURABILITY CHARACTERISTICS OF TERNARY BLENDED CEMENT CONCRETE

Subhashish DEY

Civil Engineering Department, Gudlavalleru Engineering College, Gudlavalleru,
Andhra Pradesh, India

ABSTRACT

Present investigation is focused on developing ternary blended cement concrete mix of different grades 30 MPa, 50MPa and 70 MPa containing Fly ash, silica fume and lime sludge in different proportions. The optimum content of these materials have arrived after several trails. The final proportions arrived consists of 15% fly ash, 8% silica fume and 15% lime sludge. Mechanical properties such as compressive, flexural and spilt tensile strength of ternary blended cement concrete were determined and compared with control mix (without any supplementary cementitious material). Significant improvement in strength characteristics was observed compared to control mix. The chemical resistance of ternary blended cement concrete was also studied by exposing it to acids such as HCl and H₂SO₄ at 5% concentration. Acid mass loss factors (AMLF), acid strength loss factor (ASLF) and acid durability factor (ADF) were determined and the results were compared to control mix. The results indicated that there is significant improvement in mechanical properties and satisfactory performance in chemical resistance. Stress strain behaviour was also studied for ternary blended cement concrete mix. Improvement in peak stress, strain at peak stress and in the case of ternary blended cement concrete in all grades of concrete considered in investigation showing satisfactory performance of ternary blended concrete.

Keywords: Strength and Durability characteristics, Fly ash, Silica fume, Lime sludge, Ternary blended concrete, Stress- strain relationship.

CONSUMPTION ETHICS IN THE PERSPECTIVE OF ISLAMIC ECONOMIC PHILOSOPHY

Rokhmatus SOLEKHA

Faculty of Economics and Islamic Business, State Islamic University KH Abdurrahman Wahid
Pekalongan, Indonesia

ORCID ID: 0000-0003-4954-3148

Fara LUSTIANI

Faculty of Economics and Islamic Business, State Islamic University KH Abdurrahman Wahid
Pekalongan, Indonesia

ORCID ID: 0000-0003-1039-1335

Winata PRASETYO

Faculty of Economics and Islamic Business, State Islamic University KH Abdurrahman Wahid
Pekalongan, Indonesia

ORCID ID: 0000-0002-3352-9205

Muhammad Sultan MUBAROK

Faculty of Economics and Islamic Business, State Islamic University KH Abdurrahman Wahid
Pekalongan, Indonesia

ORCID ID: 0000-0002-6168-0439

ABSTRACT

Purpose: This paper aims to explain the ethics of consumption in terms of Islamic economic philosophy. The formulation of the problem in this paper includes: first, what is the philosophical view regarding consuming food that is not yet clear on the law?, second, how is the manners or ethics when eating according to Islamic teachings? And the third is what is the philosophical view of excessive consumption?

Design/methodology/approach: This paper uses a qualitative descriptive method, with a data source (library research), namely a literature review that originates from several related literature, both from articles and books. Inductive data analysis by constructing a theory based on the data obtained.

Findings: First, Islam is a religion that really maintains balance. What we get is also what we have to give to nature so that the ecosystem is maintained. Second, Islam is a religion that prioritizes cleanliness, when the level of public consumption increases, the level of environmental pollution also increases, including the waste generated from these consumption activities. Third, Islam is a religion that pays attention to health and safety, therefore it must be able to ensure that something consumed is one that has guaranteed health and cleanliness. Fourth, Islam is a religion that respects each other and is socially sensitive. If freedom in consumption is not accompanied by ethics, then

humans will be greedy and not think of anyone other than their own satisfaction. Then the last one, namely Islam does not like extravagant and excessive behavior, Islam teaches to live simply and in moderation.

Originality/value: This paper discusses some ethics in consuming, whether it meets the criteria of halal and toyib, and whether it is in accordance with Islamic ethics.

Keywords: Philosophy, Consumption Ethics, Halal, Islamic Economic Philosophy

EDIBLE BANANA VACCINE AGAINST CHOLERA

Dr. R. SARAVANAN

Professor, Faculty of Pharmacy, Bharath Institute of Higher Education and Research, Chennai, India

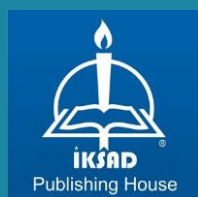
ABSTRACT

Plant biotechnology was promoted to express the foreign antigen in plant tissues as edible vaccine. Vaccination was the best known and most successful application of immunological principles to human health.

In this present study CT-B antigen was prepared from *Vibrio cholera* (MTCC 3904). The size of the CT-B antigen (11.6 kDa) was confirmed by 12% SDS-PAGE. Then CT-B was eluted from SDS-PAGE and then used for vector construction. The CT-B cassette was digested with both Bam H1 and EcoR1 then recovered in pBLUESCRIPT SK+. The cassette was then excised and sub cloned gene between the Bam H1 and EcoR1 sites of pGEM-T to create a clone contains the CT-B sequence. The expression of CT-B antigen was confirmed by amplification of product by PCR. The triparental mating transformation experiment confirms the transfer of CT-B in *Agrobacterium tumefaciens* (LBA 4404) strain. The transformants containing CT-B antigen was used to confirm the expression of CT-B in the 3 month old callus culture of banana by microinjection.

After 4 months 5 mm size of callus segment were segregated from the mother culture and homogenized. The CT-B expressed product was prepared from homogenized mixer. The presence of CT-B expression in Banana culture was confirmed by western blot analysis. The result revealed the presence of 11.6 kDa CT-B antigen in constructed plasmid and experimentally confirmed. The transformed gene expression was used for the edible vaccine preparation in Banana Callus.

Keywords: CT B, Banana, Transgenic plant, Plasmid, Vector



isarc

INTERNATIONAL SCIENCE AND ART RESEARCH CENTER



<https://www.isarconference.org/>

ISBN: "978-625-378-620-5 "

ISSUED DATE: 29.03.2026