AKDENIZ
13TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
JANUARY 3 – 5, 2025
KYRENIA

Edited By
PROF. DR. HÜLYA ÇİÇEK

CONFERENCE ORGANIZING BOARD
Head of Conference: Prof. Dr. Hülya Çiçek
Head of Organizing Board: Assis. Prof. Dr. Gültekin Gürçay
Prof. Dr. Dwi Sulisworo
Prof. Dr. Suyatno
Prof. Dr. Mehmet Özbaş
Prof. Zain Musa
Prof. Dr. Ali Bilgili
Prof. Dr. Naile Bilgili
Prof. Dr. Sameer Jain
Prof. Dr. Başak Hanedan
Prof. Dr. Hajar Huseynova
Prof Yakup Babayev
Assoc. Prof. Dr. Dhesi Ari Astuti
Assoc. Prof. Dody Hartanto
Assoc. Prof. Dr. Rungchacadaporn
Assoc. Prof. Dr. Doğan Çiloğlu
Assoc. Prof. Dr. Mehmet Fırat Baran
Assoc. Prof. Dr. Elif Akpınar Külekçi
Assoc Prof. Dr. Feran Aşur
Assoc. Prof. Dr. Nazile Abdullazade
Assoc. Prof. Dr. Dini Yuniarti
Assoc. Prof. Ivaylo Staykov
Assoc. Prof. Dr. Abbas Ghaffari
Assoc. Prof. Dr. Yasemin Taş
Assoc. Prof. Dr. Yeganə Qəhrəmanova
Assist. Prof. Ihwan Ghazali
Assoc. Prof. Dr. Həmzə Əliyev
Assist. Prof. Dr. Abışov Elşad Şərəfxan oğlu
Assist. Prof. Dr. Mahrukh Dovlatzade
Assist. Prof. Dr. Mehdi Meskini Heydarlou
Dr. Amaneh Manafidizaji
Aynurə Əliyeva

All rights of this book belong to ACADEMY GLOBAL Publishing House
Without permission can't be duplicate or copied.
Authors of chapters are responsible both ethically and juridically.
Academy Global Conference & Journals–2025 ©

CONFERENCE ID

AKDENIZ
13TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES

DATE – PLACE

JANUARY 3 – 5, 2025
KYRENIA

ORGANIIZATION

ACADEMY GLOBAL CONFERENCES & JOURNALS

EVALUATION PROCESS

All applications have undergone a double-blind peer review process.

PARTICIPATING COUNTRIES

Turkey – Azerbijan- Iran – India – Nigeria – China – Egypt – Brazil - Saudi Arabia – Bangladesh – Oman – Cameroon – Pakistan – Bulgaria – Argentina – Portugal – Kenya - South Korea- Germany – Togo- Kenya – Mali-

PERCENTAGE OF PARTICIPATION

25 papers presented by participating from Turkey and 32 papers from other Countreies

Members of the organizing committees of the conference perform their duties with an "official assignment letter"

LANGUAGES

Turkish, English, Russian, Persian, Arabic

Issued: 05.02.2025
ISBN: 978-625-5962-15-7

Scientific & Review Committee

Prof. Dr. Ali BILGILI – Turkiye
Prof. Dr. Naile BİLGİLİ – Türkiye
Prof. Dr. Başak HANEDAN – Türkiye
Prof. Dr. Hülya Çiçek KANBUR – Turkiye
Prof. Dr. Emine KOCA – Turkiye
Prof. Dr. Fatma KOÇ – Turkiye
Prof Dr. Bülent KURTİŞOĞLU – Turkiye
Prof. Dr. Hajar Huseynova – Azerbaijan
Prof. Dr. Dwi SULISWORO – Indonesia
Prof. Dr. Natalia LATYGINA – Ukraina
Prof. Dr. Yunir ABDRAHIMOV – Russia
Prof. Muntazir MEHDI – Pakistan
Prof. Dr. Raihan YUSOPH – Philippines
Prof. Dr. Akbar VALADBIGI – Iran
Prof. Dr. F. Oben ÜRÜ – Turkiye
Prof. Dr. T.Venkat Narayana RAO – India
Prof. Dr. İzzet GÜMÜŞ – Turkiye
Prof. Dr. Mustafa BAYRAM – Turkiye
Prof. Dr. Saim Zeki BOSTAN – Turkiye
Prof. Dr. Hyeonjin Lee – China
Assoc. Prof. Dr. Abdulsemet AYDIN – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Mehmet Fırat BARAN - Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Dilorom HAMROEVA - Ozbekstan
Assoc. Prof. Dr. Abbas GHAFFARI – Iran
Assoc. Prof. Dr. Yeliz ÇAKIR SAHİLLİ - Turkiye
Assoc. Prof. Ivaylo STAYKOV - Bulgaria
Assoc. Prof. Dr. Dini Yuniarti – Indonesia
Assoc. Prof. Dr. Ümit AYATA – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Okan SARIGÖZ – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Eda BOZKURT – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Ahmet TOPAL – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Abdulkadir Kırbaş – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Mesut Bulut – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Fahriye Emgili – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Sandeep GUPTA – India
Assoc. Prof. Dr. Veysel PARLAK – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Mahmut İSLAMOĞLU – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Nazile Abdullazade – Azerbaijan
Assist. Prof. Dr. Göksel ULAY – Turkiye
Assist. Prof. K. R. PADMA – India
Assist. Prof. Dr. Omid AFGHAN - Afghanistan
Assist. Prof. Dr. Maha Hamdan ALANAZİ - Saudi Arabia
Assist. Prof. Dr. Dzhakipbek Altaevich ALTAYEV - Kazakhstan

Assist. Prof. Dr. Amina Salihi BAYERO – Nigeria
Assist. Prof. Dr. Baurcan BOTAKARAEV - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Ahmad Sharif FAKHEER - Jordania
Assist. Prof. Dr. Gültekin GÜRÇAY – Turkiye
Assist. Prof. Dr. Dody HARTANTO - Indonesia
Assist. Prof. Dr. Mehdi Meskini HEYDALOU – Iran
Assist. Prof. Dr. Bazarhan İMANGALİYEVA - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Keles Nurmaşulı JAYLIBAY - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Mamatkuli JURAYEV – Ozbekistan
Assist. Prof. Dr. Kalemkas KALIBAEVA – Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Bouaraour KAMEL – Algeria
Assist. Prof. Dr. Alia R. MASALİMOVA - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Amanbay MOLDIBAEV - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Ayslu B. SARSEKENOVA - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Bhumika SHARMA - India
Assist. Prof. Dr. Gulşat ŞUGAYEVA – Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. K.A. TLEUBERGENOVA - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Cholpon TOKTOSUNOVA – Kirgizia
Assist. Prof. Dr. Hoang Anh TUAN - Vietnam
Assist. Prof. Dr. Botagul TURGUNBAEVA - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Dinarakhan TURSUNALİEVA - Kirgizia
Assist. Prof. Dr. Yang ZİTONG – China
Assist. Prof. Dr. Gulmira ABDİRASULOVA – Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Imran Latif Saifi – South Africa
Assist. Prof. Dr. Zohaib Hassan Sain – Pakistan
Assist. Prof. Dr. Murat GENÇ – Turkiye
Assist. Prof. Dr. Monisa Qadiri – India
Assist. Prof. Dr. Vaiva BALCIUNIENE – Lithuania
Assist. Prof. Dr. Meltem AVAN – Turkiye
Aynurə Əliyeva - Azerbaijan
Sonali MALHOTRA - India

AKDENIZ 13TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCE
JANUARY 3 – 5, 2025
KYRENIA

NO : **AC- 13U- 2025 – 389 -028**
Subject : Kriterlere uygunluk hk. 07/01/2025

İlgili Makama

Akdeniz 13. Uluslararası Uygulamalı Bilimler Kongresi, 3- 5 Ocak 2025 tarihlerinde Girne'de 22 farklı ülkeden akademisyenin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Kongre kapsamında sunulan 57 bildirinin 25'i Türkiye'den, 32'si ise farklı 22 ülkeden akademisyenler tarafından sunulmuştur. Kongre, 16 Ocak 2020 Akademik Teşvik Ödeneği Yönetmeliğine getirilen "Tebliğlerin sunulduğu yurt içinde veya yurt dışındaki etkinliğin uluslararası olarak nitelendirilebilmesi için Türkiye dışında en az beş farklı ülkeden sözlü tebliğ sunan konuşmacının katılım sağlaması ve tebliğlerin yarıdan fazlasının Türkiye dışından katılımcılar tarafından sunulması esastır." değişikliğine uygun olarak düzenlenmiştir.

Bilgilerinize arz ederiz

Prof. Dr. Hülya ÇİÇEK

T.C.
GAZİANTEP ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Tıp Fakültesi

Sayı : E-98102723-903.07-475454
Konu : Görevlendirme Talebi

REKTÖRLÜK MAKAMINA

İlgi : 27.03.2024 tarihli ve E--903.07-474236 sayılı yazı

Fakültemiz Tıbbi Biyokimya Anabilim Dalı'nda görevli öğretim üyesi Prof. Dr. Hülya ÇİÇEK'in Yükseköğretim Genel Kurulunun 15.06.2023 tarihli, 10 sayılı oturumunda alınan 2023.10.183 sayılı kararı gereğince Doçentlik Başvuru Şartlarında bulunan ve doçent olacak adaylardan istenen "Diğer uluslararası/ ulusal bilimsel toplantının düzenleme komitesinde resmi olarak görevlendirilmiş üniversite akademisyen temsilcisi bulunması zorunludur." maddesi gereğince, Academy Global Conference & Journals tarafından yapılan kongrelerin düzenleme kurullarında yolluksuz ve yevmiyesiz olarak görevlendirilme talebi ile ilgili dilekçesi ekte gönderilmiştir

Adı geçen öğretim üyesinin Academy Global Conference & Journals tarafından yapılan kongrelerin düzenleme kurullarında yolluksuz, yevmiyesiz olarak görevlendirilmesinde Dekanlığımızca bir sakınca bulunmamaktadır.

Onaylarınıza arz ederim

Prof.Dr. Şevki Hakan EREN
Dekan

OLUR

Prof.Dr. Arif ÖZAYDIN
Rektör

Ek:İlgi Dilekçe (1 Adet)

Dağıtım:
Gereği:
Tıbbi Biyokimya Anabilim Dalı Başkanlığı

Bilgi:
Sayın Prof.Dr. Hülya ÇİÇEK

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Adres : Gaziantep Üniversitesi Kampus Alanı, Tıp Fakültesi Dekanlığı, Şehitkamil - 27310 - GAZİANTEP
Telefon : 0 (342) 360 60 60 Faks:0 (342) 360 16 17
e-Posta : tipfaksek@gmail.com Web : www.gantep.edu.tr/~tipdekanlik/bilgipaketi
Kep Adresi : gauntipdek@hs01.kep.tr

Bilgi için : Hüseyin Temel
Unvanı : Bilgisayar İşletmeni V.

AKDENIZ 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
AKDENIZ 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
AKDENİZ ART 4TH INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION

January 3 – 5, 2025
KYRENIA

Kongre Bağlantı Linki :

Join Zoom Meeting

https://us06web.zoom.us/j/88571518350?pwd=fOYazCWBmbAiWrHygjKSjkbbSvotfd.1

Meeting ID: 885 7151 8350

Passcode: 202224

ÖNEMLİ AÇIKLAMA (Lütfen okuyunuz)

- ZOOM bağlantısı için yukarıda verilen bağlantıyı veya yine yukarıda verilen giriş bilgilerini kullanabilirsiniz.
- Oturum içerisinde en KIDEMLİ olan moderator olarak seçilir. Moderatörün oturum düzenini gözetmesi, akademisyen adaylarını yönlendirmesi beklenmektedir.
- Oturuma bağlanmadan önce Salon numaranızı adınızın önüne aşağıdaki gibi ekleyiniz. Bu sayede kongre açılışında beklemeden oturumlarınıza gönderilebileceksiniz. Ör. 5 Ahmet Ahmetoglu
- Sunum süresi 10 dakikadır. Bu sürenin aşılmamasını moderatörler temin edecektir.
- Sunum sonrası 5 dakikayı geçmeyen soru-cevap, tartışma süresi verilmektedir.
- Sunumlar TÜRKÇE veya İNGİLİZCE yapılabilmektedir.
- Kameralar, oturum süresince toplam % 70 oranında açık olmak zorundadır.
- Sunum yapan katılımcının kamerası açık olmak zorundadır.
- Sunum yapmak zorunludur. Herhangi bir nedenle sunum yapmamış olan katılımcıya sertifika verilmesi ve çalışmasının yayınlanması sözkonusu olamaz.
- Katılımcı, kendi oturumda, oturum bitene kadar bulunmak zorundadır.
- Katılımcıların kendi oturumları dışındaki oturumlara katılma zorunluluğu yoktur.
- ZOOM platformunun kapasite sınırı nedeniyle, DİNLEYİCİ, sadece kapasite izin verdiği sürece kabul edilebilmektedir.

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 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,

AKDENIZ 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES AKDENIZ 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENİZ ART 4TH INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION January 3 – 5, 2025 KYRENIA Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
5 Ocak / Jan 5, 2025 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 1	**Prof. Dr. Mehmet ÖZBAŞ**	1	VIOLENCE IN SOCIETY and EDUCATION: SOCIAL, ECONOMIC, POLITICAL and PSYCHOLOGICAL CAUSES	Prof. Dr. Mehmet ÖZBAŞ
		2	A COMPARATİVE EXAMİNATİON OF THE NUMBER SENSE SELF-EFFİCACY OF MİDDLE SCHOOL STUDENTS STUDYİNG İN URBAN AND RURAL AREAS	Meriç İbrahim KAYALI Prof. Dr., Kürşat YENİLMEZ
		3	Görsel Sanatlar Eğitiminde Scamper Tekniğinin Dezavantajlı Bireylere Uygulanması	Tuğba UZUN GEDİKLİ
		4	The Communicative Approach in Foreign Language Teaching	Doç.Dr, Ahmed ALDYAB
		5	The Structural Approach in Foreign Language Teaching	Doç.Dr, Ahmed ALDYAB

AKDENIZ 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES AKDENIZ 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENİZ ART 4TH INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION January 3 – 5, 2025 KYRENIA Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
5 Ocak / Jan 5, 2025 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 2	**Prof. Dr. Ahmet AKIN**	1	THE POSITIVE PERCEPTION TOWARDS MARRIAGE SCALE: THE STUDY OF VALIDITY AND RELIABILITY	PROF.DR. AHMET AKIN Yüksek Lisans Öğrencisi, ESRA SOFUOĞLU
		2	NEGLIGENCE SCALE IN MARRIAGE: VALIDITY AND RELIABILITY STUDY	PROF. DR. AHMET AKIN BÜŞRA TEBER DURSUN
		3	VALIDITY AND RELIABILITY STUDY OF THE FAMILY APPRECIATION SCALE	PROF. DR. AHMET AKIN AMİNE AFRA KILIÇ
		4	THE SCALE OF FINANCIAL DECEPTION IN MARRIAGE: VALIDITY AND RELIABILITY STUDY	PROF. DR. AHMET AKIN Yüksek Lisans Öğrencisi, BÜŞRA AKKÖSE
		5	LIFE ENGAGEMENT SCALE IN ADOLESCENTS: A STUDY OF VALIDITY AND RELIABILITY	Prof. Dr. Ahmet AKIN Yüksek Lisans Öğrencisi, Yasemin ATALAY
		6	PARENTALIZATION IN ROMANTIC RELATIONSHIPS SCALE: A VALIDITY AND RELIABILITY STUDY	Prof. Dr. Ahmet AKIN Yüksek Lisans Öğrencisi, Ayşenur SALTABAŞ

AKDENIZ 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES AKDENIZ 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENİZ ART 4TH INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION January 3 – 5, 2025 KYRENIA Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
5 Ocak / Jan 5, 2025 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 3	**Assoc. Prof. Dr. Nazile Abdullazade**	1	THE POETIC SEMANTICS OF PROVERBS AND PARABLES IN THE ALIAGHA VAHİD'S CREATION	Assoc. Prof. Dr. Nazile Abdullazade
		2	LATİFE TEKİN'İN "SEVGİLİ ARSIZ ÖLÜM" ROMANININ FEMİNİST BAĞLAMDA İNCELENMESİ	Ayşegül Yıldız Ulaş
		3	BELGESEL TİYATRO ve KÜLRENGİ SABAHLAR	Dr. Öğr. Üyesi, M. Arif ERZEN
		4	POSTMODERN TİYATRODA EPİSTEMOLOJİK BAŞKALAŞIM	Öğretim Görevlisi Ali Ömür Ulusoy Doktorant Nesli Meriç Sanioğlu
		5	ÇAĞDAŞ SANATTA ESTETİK VE ELEŞTİRİ	Yüksek Lisans Öğrencisi, Ünzile ÜNLER
		6	MERHAMET YORGUNLUĞU KAVRAMININ GÖRSEL HİKÂYE ANLATICILIĞI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ	Doç. Dr. Nadir BUÇAN

AKDENIZ 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES AKDENIZ 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENİZ ART 4TH INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION January 3 – 5, 2025 KYRENIA Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
5 Ocak / Jan 5, 2025 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 4	**Birgül ÖZGÜL EREN**	1	DİJİTAL MEDYADA ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK TEKNOLOJİSİNİN KULLANIMI	Birgül ÖZGÜL EREN
		2	İLETİŞİM ARAŞTIRMALARINDA YAPAY ZEKA KONUSUNUN BİBLİYOMETRİK ANALİZİ: WEB OF SCİENCE VERİ TABANINA DAYALI BİR ÇALIŞMA	Mustafa ZAMBAK Doç. Dr., Emre Vadi BALCI
		3	FEATURES OF ATHLETIC TRAINING PARTICIPANTS' PASSION FOR WORKOUTS	MSc. Tomas Petrėnas Prof. Dr. Romualdas MALINAUSKAS
		4	SAĞIR PROFESYONEL SPORCULARIN KARİYER YAŞAMLARINDA ZEİGARNİK ETKİ ÜZERİNE BİR İNCELEME	Doktora Öğrencisi Ceyhun ÖLMEZ Doç. Dr. Zühal YURTSIZOĞLU

AKDENIZ 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
AKDENIZ 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
AKDENİZ ART 4TH INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
January 3 – 5, 2025
KYRENIA
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

5 Ocak / Jan 5, 2025 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 5	Prof. Dr. Sabit MENTEŞE	1	ÜRÜN SORUMLULUĞUNDA SORUMLU KİŞİ KAVRAMI	Zehra TÜRKYILMAZ
		2	CHANGE IN PUBLIC ADMINISTRATION IN THE CONTEXT OF POSTMODERNISM	Prof. Dr. Sabit MENTEŞE
		3	A RESEARCH ON STUDENTS' POLITICAL SOCIALIZATION PROCESS: THE CASE OF FIRAT UNIVERSITY FACULTY OF ECONOMICS AND ADMINISTRATIVE SCIENCES	Assist. Prof. Emel İLTER Zeynep BALCI
		4	Abdul Karim Soroush, the most important religious reformer of Iranian society after the 1979 revolution	Assist. Prof. Aref barkhordari
		5	TURİZM ÖRGÜTLERİNDE ÖZNEL İYİ OLUŞ YÖNTEMLER VE FAYDALARI	Dr. Öğretim Üyesi Selin KAMA
		6	EVALUATION OF THE IMPACT OF VIOLENCE AGAINST HEALTHCARE WORKERS AND THE WHITE CODE APPLICATION: AN INTEGRATION APPROACH FROM THE PERSPECTIVE OF HEALTH TOURISM	Enver Birkan ÖZCEYLAN Assoc. Prof., Züleyhan BARAN
		7	A CONCEPTUAL REVIEW OF RESEARCH ON TELEMEDICINE İN DİGİTAL HEALTH TOURİSM	Master of Science Student, Gülşah SARI Assoc. Prof., Züleyhan BARAN
		8	SAĞLIK TURİZMİNİN YÖRESEL ETKİLERİ: EKONOMİK, SOSYAL VE KÜLTÜREL DİNAMİKLER	Dr. Öğr. Üyesi Ali Rıza KUL Saadet YEŞİLTAŞ Zeki Kemal KUL Veysel BENEK Doç.Dr.Emine CİHANGİR

AKDENIZ 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES AKDENIZ 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENİZ ART 4TH INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION January 3 – 5, 2025 KYRENIA Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
5 Ocak / Jan 5, 2025 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 6	**Assoc. Prof. Dr. Hui Lin**	1	CHINESE INVESTMENTS IN RUSSIAN AGRICULTURE: CHALLENGES AND OPPORTUNITIES	Linfeng Huang Maria Okot
		2	DESIGNING WORK ENVIRONMENTS TO ENHANCE EMPLOYEE WELL-BEING AND ORGANIZATIONAL INNOVATION	João Pereira Amina Dlamini
		3	SUPPLY CHAIN MANAGEMENT AS A DRIVING FORCE IN THE EVOLUTION OF GASTRONOMY	Carlos Eduardo Lima Aisha Kamara
		4	DIGITAL TRANSFORMATION IN ENTREPRENEURSHIP EDUCATION: OPPORTUNITIES AND CHALLENGES	Ana Júlia Ribeiro Wei-Lin Zhang
		5	CONSUMERS' ATTITUDES TOWARDS HEALTH-CONSCIOUS MARKETING AND ITS IMPACT ON PURCHASING DECISIONS	Adesina Oluwatobi, Zanele Dlamini, Wei Ling Zhang
		6	INFLUENCE OF SUSTAINABLE FOOD MARKETING ON CONSUMER PURCHASING BEHAVIOR	Dr. Li Wei, Chen Zhang, Assoc. Prof. Dr. Hui Lin
		7	EFFECTIVE STRATEGIES FOR ENHANCING FOREIGN GUEST EXPERIENCE IN SOUTH KOREA'S HOSPITALITY INDUSTRY	lec. Min-seok Kim, Ji-hyun Park, Dr. Soo-jin Lee

AKDENIZ 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES AKDENIZ 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENİZ ART 4TH INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION January 3 – 5, 2025 KYRENIA Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
5 Ocak / Jan 5, 2025 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 7	**Prof. Dr. Chidi Okonkwo**	1	EFFECT OF SOCIAL MEDIA ON COLLABORATIVE LEARNING IN HIGHER EDUCATION	Adebayo Oluwaseun, Dr. Folake Ayomide, Prof. Dr. Chidi Okonkwo
		2	TOURISM ENHANCEMENT THROUGH AUGMENTED REALITY IN HISTORICAL SITES	Ahmed S. Ibrahim, Fatima A. Kassem,
		3	AGRITOURISM DEVELOPMENT IN AFRICA: EXPLORING NEW ECONOMIC OPPORTUNITIES	M. N. Fofana, R. A. Toure, K. D. Bamba
		4	SUSTAINABLE TOURISM PLANNING: A TERRITORIAL APPROACH FOR ECONOMIC AND ENVIRONMENTAL BALANCE	Dr. Ana Costa, Dr. Rafael Silva
		5	SUSTAINABLE TOURISM PLANNING: A TERRITORIAL APPROACH FOR ECONOMIC AND ENVIRONMENTAL BALANCE	Dr. Ana Costa, Dr. Rafael Silva
		6	THE EFFECT OF POLITICAL INSTABILITY ON THE DEVELOPMENT OF TOURISM AND ARCHAEOLOGICAL SITES: A STUDY OF EGYPT AFTER THE 2011 REVOLUTION	Assis. Prıof. Dr Ahmed M. Al-Sayed, Farida H. Kamal, Dr. Omar T. Fathy
		7	IMPACT OF SECURITY MEASURES ON FAN ATTENDANCE AT PROFESSIONAL FOOTBALL MATCHES	M. J. Lee, K. H. Park, J. S. Kim

AKDENIZ 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
AKDENIZ 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
AKDENİZ ART 4TH INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
January 3 – 5, 2025
KYRENIA
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

5 Ocak / Jan 5, 2025 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 8	**Assoc. Prof. Dr. João Costa**	1	THE INFLUENCE OF THE GENERAL DATA PROTECTION REGULATION ON HUMAN RESOURCE PRACTICES IN SCHOOLS	Maria Oliveira, Assoc. Prof. Dr. João Costa
		2	THE ROLE OF MINIMUM SPEECH SIGNAL DATA IN VOICE IDENTIFICATION FOR FORENSIC ANALYSIS	Dr. Zhang Jun, Liu Mei
		3	THE IMPACT OF UNDERFUNDING ON POLICE CORRUPTION IN NIGERIA	Chijioke Okafor, Dr. Adebayo Afolabi
		4	THE INFLUENCE OF MISINFORMATION ON GOVERNANCE AND PUBLIC POLICY FORMULATION: A COMPARATIVE STUDY	Carlos Eduardo Souza, Mariana Lima de Andrade
		5	THE IMPACT OF INDUSTRIAL EFFLUENT MANAGEMENT POLICIES ON WATER PROTECTION IN AFRICA	Zanele Moyo, Assis. Prof. Dr. Thabo Dlamini
		6	SOUTH KOREA AND BRAZIL ECONOMIC RELATIONS: A STUDY THROUGH THE WORLD TRADE ORGANIZATION	Lucas D. Oliveira, Mariana F. Silva
		7	COMBATING RADICALIZATION AND VIOLENT EXTREMISM: A COMPARATIVE STUDY OF BRAZIL, KENYA, AND SOUTH EAST ASIA	Carlos Silva, Amina Ndegwa
		8	THE IMPACT OF INTERNATIONAL ENVIRONMENTAL LAW ON SOUTH AFRICA: A CASE STUDY OF EARTHLIFE AFRICA JOHANNESBURG V MINISTER OF ENERGY AND OTHERS	A. Chikondi, Dr. B. Mwansa

AKDENIZ 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
AKDENIZ 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
AKDENİZ ART 4TH INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
January 3 – 5, 2025
KYRENIA
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

5 Ocak / Jan 5, 2025 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 9	**Prof. Dr. Sarah Adeyemi**	1	THE INFLUENCE OF SOCIAL MEDIA ON GOVERNMENT POLICIES IN BRAZIL: A COMPREHENSIVE STUDY	João Silva, Maria Souza
		2	PUBLIC SERVICE ETHICS IN LOCAL GOVERNANCE: A STUDY OF PERCEPTIONS AND CHALLENGES	Assis. Prof. Dr. Daniel M. Gama, Prof. Dr. Maria C. Silva
		3	LEGAL FRAMEWORK AND STRATEGIES FOR AIR POLLUTION MITIGATION AND ADAPTATION IN EAST AFRICAN LOCAL GOVERNMENTS	Amina S. Abdi, Hassan A. Mohamed
		4	MORDECHAI VANUNU: THE NUCLEAR WHISTLEBLOWER AND THE CHALLENGE TO ISRAELI MILITARY ETHICS	Rafael Lopes, Isabella Pereira
		5	ADDRESSING MENTAL HEALTH NEEDS TO REDUCE RECIDIVISM: THE ROLE OF EARLY DIVERSION IN CRIMINAL JUSTICE REFORM	Ahmed Al-Hassan, Assoc. Prof. Dr. Sarah Adeyemi
		6	LIMITS AND RESPONSIBILITIES IN FREEDOM OF EXPRESSION: LESSONS FROM AFRICA'S DIGITAL LANDSCAPE	Amina Sani, Ibrahim Bello
		7	THE EVOLUTION OF STUDENT UNDERSTANDING OF CONFLICT RESOLUTION IN POLICE TRAINING	Amir Youssef, Fatimah Abdullah, Ibrahim Mohammed

AKDENIZ 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
AKDENIZ 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
AKDENİZ ART 4TH INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
January 3 – 5, 2025
KYRENIA
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

5 Ocak / Jan 5, 2025 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 10	**Assis. Prof. Dr. José Silva Prof. DR. Ricardo Costa**	1	THE EFFECT OF GLOBALIZATION ON THE DEVELOPMENT OF SOUTH KOREA'S TECHNOLOGICAL SECTORS	Jisoo Lee, Minho Kim
		2	GOVERNMENT RESPONSES TO THE REINTEGRATION OF TRAFFICKING SURVIVORS: A STUDY OF BRAZIL	Lucas Almeida Costa, Mariana Souza Silva
		3	THE ROLE OF ENVIRONMENTAL EMOTIVE TRIGGERS IN RADICAL IDEOLOGICAL PROPAGANDA	Assis. Prof. Dr. Hanae Abid, Dr. Tariq Al-Mansouri
		4	BARRIERS TO ACCESSING STANDARDIZED CARE FOR LYME DISEASE AND RELAPSING FEVER BORRELIOSIS PATIENTS	A. Nguemeleu, L. Ndong, E. Tchuente
		5	STRENGTHENING PERSONAL DATA PROTECTION THROUGH TECHNICAL MEASURES IN COMPLIANCE WITH HUMAN RIGHTS	Ahmed Nasser, Yara Mohamed Khalid
		6	PREDICTING MORTALITY IN ACUTE BURN PATIENTS USING THE BOBI SCORE AND FLAMES SCORE	K. Ahmed Nour, R. M. Habib Ali, S. T. Waly, A. M. Omar
		7	SOCIAL REACTIONS TO ETHNIC PROTESTS IN ISRAEL: THE CASE OF THE WADI SALIB RIOTS (1959)	Dr. David Cohen, Prof. Dr. Miriam Levy
			THE IMPACT OF TERRORISM AS A GLOBAL ASYMMETRIC THREAT ON NATIONAL SECURITY FORCES	Assis. Prof. Dr. José Silva, Prof. DR. Ricardo Costa

AKDENIZ 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES AKDENIZ 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENİZ ART 4TH INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION January 3 – 5, 2025 KYRENIA Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
5 Ocak / Jan 5, 2025 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 1	**Doktor, Sedat SAYIN**	1	BATI ANADOLU'DA YUNAN PROPAGANDASI VE FENER RUM PATRİKANESİ'NİN ÇALIŞMALARI (1919-1922)	Başöğretmen, Selim ARPACI
		2	LİAO DEVLETİ (KİTAN) VE KUZEY SONG HANEDANI ARASINDA BARIŞIN TESİSİ; SHANYUAN ANTLAŞMASI	Doktor, Sedat SAYIN
		3	CONTEXTUAL ANALYSİS OF PROPHETİC REFERENCES ON WOMEN'S TESTİMONY İN CLASSİCAL LEGAL RULİNGS	Doktora Öğrencisi, Sümeyye BAHÇA
		4	VON HIPPEL-LINDAU (VHL) SENDROMUNUN PSİKOSOSYAL ETKİLERİNİN İNCELENMESİ	Esma Nur YILMAZ Doç. Dr. Yasemin ÇÖLGEÇEN

AKDENIZ 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
AKDENIZ 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
AKDENİZ ART 4TH INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
January 3 – 5, 2025
KYRENIA
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

5 Ocak / Jan 5, 2025 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 2	**Öğr. Gör. Doğancan VAİZOĞLU**	1	AMELİYATHANE KAYNAKLI CERRAHİ ALAN ENFEKSİYONLARINI ÖNLEME	Öğrenci Hemşire, Dilara GÜRSEL Öğrenci Hemşire, Aysu ÇELİK Dr. Öğr. Üyesi, Hatice ERDOĞAN
		2	RİSKLİ DEPREM BÖLGESİNDE YAŞAYAN SAĞLIK ÇALIŞANLARININ DEPREM RİSKİ ALGISININ YAŞAM DOYUMUNA ETKİSİ: İSTANBUL İLİ ÖRNEĞİ	Hemşire Sevde ÇAKAR Hemşire Deniz YÜCEL Hemşire Selin ÖKSÜZ Öğr. Gör. Doğancan VAİZOĞLU
		3	USE OF PERSONAL PROTECTIVE EQUIPMENT BY NURSES WORKING IN EMERGENCY DEPARTMENT	FEYZA ÖNAL Assoc. Prof. Dr. MAKBULE TOKUR KESGİN
		4	A CURRENT APPROACH IN SURGERY: ERAS PROTOCOL and NURSING	Yüksek Lisans Öğrencisi Bestegül VAROL Doç. Dr. Şenay KARADAĞ ARLI

AKDENIZ 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES AKDENIZ 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENİZ ART 4TH INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION January 3 – 5, 2025 KYRENIA Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
5 Ocak / Jan 5, 2025 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 3	**Doç. Dr., Fırat ŞAL**	1	DÖNER KANATLI İNSANLI HAVA ARAÇLARINDA YENİLİKÇİ FARKLI PALE UCU BAŞKALAŞIM OLGULARININ TASARIMLARININ ELE ALINMASI	Doç. Dr., Fırat ŞAL
		2	DERİN ÖĞRENMEYLE KABLO DEMETİ SOKET MONTAJINDA YARIM VEYA TERS PRİZ HATA TESPİTİ	Dr.Öğr.Üyesi Bahadır ELMAS Gürcan KILIÇ
		3	INVESTIGATION ON MECHANICAL PROPERTIES OF VOLCANIC SLAG REINFORCED POLYMER MATRIX COMPOSITES PRODUCED BY ADDITIVE MANUFACTURING	Alperen Böğrekci Lecturer Dr., Saadet Güler
		4	LARGE DIAMETER STEEL PIPE BENDS UNDER CYCLIC LOADINGS	Asst. Prof., Ercan Serif KAYA

AKDENIZ 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES AKDENIZ 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENİZ ART 4TH INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION January 3 – 5, 2025 KYRENIA Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
5 Ocak / Jan 5, 2025 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 4	**Assoc. Prof. Dr. Fatih YÜCALAR Prof. Dr. Akın ÖZÇİFT**	1	EVALUATING CODE QUALITY WITH PREDICTIVE MODELS: A COMPARATIVE ANALYSIS OF MACHINE LEARNING ALGORITHMS	Assoc. Prof. Dr. Fatih YÜCALAR Prof. Dr. Akın ÖZÇİFT
		2	DEMİRYOLU HAT ARIZALARININ KESTİRİMCİ MAKİNE ÖĞRENMESİ YÖNTEMLERİYLE ÖNCEDEN TAHMİN EDİLMESİ	Prof. Dr. Akın ÖZÇİFT Doç. Dr. Fatih YÜCALAR
		3	An Innovative Hyperparametric Interface for Accurate and User-Friendly System Marginal Price Forecasting in Energy Markets	Dr., Mehmet KIZILDAĞ Assoc.Prof.Dr., Fatih ABUT Prof.Dr., Mehmet Fatih AKAY
		4	KLASİK SWOT İLE SSWOT ANALİZ KARŞILAŞTIRMASI: DHMİ'NDE UYGULAMA	Doç. Dr., Buket KARATOP Müh., Furkan ÖZDEMİR Müh., Enes BEYAZ
		5	PROJE YÖNETİMİNDE YAPAY ZEKA DESTEKLİ STRATEJİK YÖNETİMİN UYGULAMA ZORLUKLARI ANALİZİ	Doç. Dr., Buket KARATOP Mehmet Alp EHLİZ Hasan GÜNDOĞDU
		6	KÜME BİRLEŞİMLİ SIRT ÇANTASI PROBLEMLERİ İÇİN GELİŞTİRİLMİŞ İKİLİ AQUILA OPTİMİZE EDİCİ	Dr.Öğr.Üyesi, Gülnur YILDIZDAN
		7	DESIGN OF PYTHON BASED REAL-TIME SIMULATION ENVIRONMENT FOR CONTROL APPLICATIONS	Uğur TÜMER Alkım GÖKÇEN Mehmet Uğur SOYDEMİR Savaş ŞAHİN
		8	GÖRÜNTÜ İŞLEME PROBLEMLERİNİNİN TV DÜZENLEME MODELİ VE KADEMELİ OLARAK DEĞİŞEN FONKSİYON YARDIMIYLA ÇÖZÜMLERİ ÜZERİNE	Dr, Ahmet YILDIRIM Prof.Dr, İsmet KARACA

AKDENIZ 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES AKDENIZ 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENİZ ART 4TH INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION January 3 – 5, 2025 KYRENIA Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
5 Ocak / Jan 5, 2025 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 5	**Dr. Öğr. Gör. Hasan POLAT**	1	Demlenmiş Çay Atığı Kullanımının Polimer Kompozitlerin Fiziksel ve Mekanik Özelliklerine Etkisi	Dr. Öğr. Gör. Hasan POLAT
		2	DETAİLED İNVESTİGATİON OF MENTHA ARVENSİS L. PHENOLİC COMPOUNDS COLLECTED İN DİFFERENT REGİONS OF IĞDIR PROVİNCE USİNG EXTRACTİON METHOD.	Mehmet Salih NAS Musa KARADAĞ
		3	INVESTIGATION OF THERMOPHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF PEBBLE STONE REINFORCED EPOXY COMPOSITES	Seezar Ibrahim Ali AL-BAYATI Assoc. Prof. Dr., Ercan AYDOĞMUŞ
		4	INFLUENCE OF WHEAT BRAN FILLER ON PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF POLYESTER COMPOSITES	Heba ASKAR Prof. Dr., Cevdet AKOSMAN Assoc. Prof. Dr., Ercan AYDOĞMUŞ
		5	SİLİSYUM KARBÜR TAKVİYELİ ALÜMİNYUM MATRİSLİ FONKSİYONEL DERECELENDİRİLMİŞ KOMPOZİTLERİN VAKUM İNFİLTRASYON YÖNTEMİ İLE ÜRETİMİ	AHMET BURAK CEBECİ NACİ ARDA TANIŞ Recep ÇALIN
		6	ÇİFTLİK KÖYÜ'NDE (YAKUTİYE, ERZURUM) YEMEKLİK OLARAK KULLANILAN RUMEX spp. TAKSONLARI	Dr. Öğr. Üyesi, ARZU ERGÜL BOZKURT

AKDENIZ 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES AKDENIZ 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENİZ ART 4TH INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION January 3 – 5, 2025 KYRENIA Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
5 Ocak / Jan 5, 2025 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 6	**Prof. Dr. Mihalis KUYUCU**	1	USE OF PHYGITAL MARKETING TOOLS IN THE FOOD INDUSTRY: A REVIEW ON FAST FOOD PRODUCTS	Yüksek Lisans Öğrencisi, Beyza Nur TÜRK
		2	SÜRDÜRÜLEBİLİR PAZARLAMA VE SOSYAL MEDYA TEKNİKLERİNİN SÜRDÜRÜLEBİLİR TÜKETİM DAVRANIŞLARA ETKİSİ: Z KUŞAĞI İNCELEMESİ	Doktorant, Sümeyye ÖZBURAK
		3	A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW OF CONSUMER CYNICISM	Dr. Mehmet Arif TUNCER
		4	SÜRDÜREBİLİRLİGİN ŞİRKETLERİN FİNANSAL PERFORMANSI ÜZERİNDE ETKİSİ	Dr. İdris ADIGÜZEL
		5	DİJİTALLEŞMENİN TÜRKİYE'DEKİ BANKALAR ÜZERİNDEKİ ETKİSİ	Dr. İdris ADIGÜZEL
		6	FUTBOL ENDÜSTRİSİNDE YAŞANAN OLİGOPOLLEŞME VE BUNUN FUTBOL PİYASASINA OLAN ETKİLERİ	Prof. Dr. Mihalis KUYUCU
		7	SUSTAINABILITY IN BUSINESS, FUNCTIONING OF THE ACCOUNTING SYSTEM AND REPORTING	Arş. Gör. Selin KORKMAZ
		8	TÜRKİYE'DEKİ YABANCI SERMAYELİ BANKALARIN PERFORMANS ANALİZİ	Dr. Şeyma Nur AYDIN Doç. Dr. Aşır ÖZBEK
		9	TÜRKİYE'DEKİ REASÜRANS ŞİRKETLERİNİN FİNANSAL PERFORMANS ANALİZİ	Dr. Şeyma Nur AYDIN Doç. Dr. Aşır ÖZBEK

AKDENIZ 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
AKDENIZ 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
AKDENİZ ART 4TH INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
January 3 – 5, 2025
KYRENIA
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

5 Ocak / Jan 5, 2025 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 7	**Prof. Dr. Mariana Rocha**	1	DEVELOPMENT AND VALIDATION OF A TOOL TO MEASURE COPING MECHANISMS IN RESPONSE TO STRESSFUL ENVIRONMENTS	Dr. Ahmed Al-Mansoori, Fatima Jassim, Dr. Khaled Al-Hassan, Nora Al-Farisi
		2	UNDERSTANDING EMPLOYEE BEHAVIOR THROUGH ORGANIZATIONAL CULTURE AND COMPLEX ADAPTIVE SYSTEMS THEORY	Amadou Diop, Mariama Toure, Boubacar Diallo
		3	IMPACT OF SOCIAL MEDIA: A STUDY ON STRESSORS IN MODERN LIFESTYLES	Prof. Dr. Zhang Mei
		4	PERCEPTION OF EMOTIONS IN VEHICLE DESIGN: THE INFLUENCE OF FACIAL FEATURES ON DRIVER INTERPRETATION	Mei Li Zhang, Zhao Wei Li
		5	COGNITIVE FLEXIBILITY IN ECOLOGICAL REHABILITATION: A STUDY OF LOCAL COMMUNITY ENGAGEMENT	M. Tanaka, K. Liu, Y. Wang
		6	USING PSYCHOMETRIC TOOLS IN COGNITIVE BEHAVIORAL THERAPY: A COMPARATIVE STUDY OF MMPI-2 AND MMSE-2 APPLICATIONS	Juan Carlos Silva, Prof. Dr. Mariana Rocha
		7	EFFECTS OF HEMODIALYSIS DURATION ON COGNITIVE FUNCTION: A STUDY IN WEST AFRICA	M. T. Bakari, O. A. Kante, D. F. Abubakar, I. S. Diop

AKDENIZ 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
AKDENIZ 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
AKDENİZ ART 4TH INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
January 3 – 5, 2025
KYRENIA
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

5 Ocak / Jan 5, 2025 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 8	**Prof. Dr. João Silva**	1	EMOTIONAL REGULATION AND ITS IMPACT ON ADDICTION TREATMENT: A STUDY OF THE CHANGE & GROW® MODEL	Amina Bahrami, Fatima Alavi, Hossein Karami
		2	DISCREPANT VIEWS OF SOCIAL COMPETENCE AND ITS CONNECTION WITH SOCIAL ANXIETY IN ADOLESCENCE	Marta Silva, João Costa, Ana Rodrigues, Pedro Ferreira
		3	SOCIAL SUPPORT AND QUALITY OF LIFE AMONG ADOLESCENTS WITH CEREBRAL PALSY TEMPORARILY ORPHANED DUE TO PARENTAL MIGRATION	M. Akinyele, T. Oladipo
		4	DEVELOPMENT AND PSYCHOMETRIC PROPERTIES OF THE RELATIONAL MOBILITY SCALE FOR THE NIGERIAN POPULATION	Chijioke Okoro, Amina Bala
		5	EXPLORING ELDERLY CARE IN PRIVATE HOMES, HOSPITALS, AND LONG-TERM FACILITIES: A SOCIO-PSYCHOLOGICAL ANALYSIS IN BANGKOK	Assis. Prof. Dr. Naruemon Srisuk, Kantana P. Apichatpong
		6	THE IMPROVEMENT OF MILITARY PILOT TRAINING THROUGH COGNITIVE AND PSYCHOPHYSIOLOGICAL ASSESSMENTS	A. K. Sarsenov, D. M. Bekmuratov
		7	A FRAMEWORK FOR ANALYZING HUMAN RESPONSE TO ENVIRONMENTAL NOISE	Maria Fernandes, Prof. Dr. João Silva
		1	EMOTIONAL REGULATION AND ITS IMPACT ON ADDICTION TREATMENT: A STUDY OF THE CHANGE & GROW® MODEL	Amina Bahrami, Fatima Alavi, Hossein Karami

AKDENIZ 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
AKDENIZ 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
AKDENİZ ART 4TH INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
January 3 – 5, 2025
KYRENIA
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

5 Ocak / Jan 5, 2025 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 9	**Dr. Sofia Almeida,**	1	THE IMPACT OF DIALYSIS-INDUCED STRESS ON PATIENT OUTCOMES: A STUDY FROM EGYPT	Fatima S. Hassan, Dr. Ahmed M. Zaki
		2	IMPROVING NURSING PRACTICES IN PEDIATRIC DENTAL CARE: A SYSTEMATIC REVIEW	Dr. Mariam Konaté, Dr. Felix Okoro
		3	ASSESSING TEAMWORK SKILLS THROUGH SIMULATION IN UNDERGRADUATE HEALTH EDUCATION	E. Ndanga, T. Owusu, R. Kamau, P. Karume, J. Sibanda
		4	YOGA AS A HOLISTIC APPROACH FOR IMPROVING QUALITY OF LIFE IN CHILDREN WITH CANCER	Dr. Kwame Addae
		5	SOCIAL DYSFUNCTION IN SCHIZOPHRENIA: THE IMPACT OF SUBSTANCE MISUSE AND SUPPORT SYSTEMS	Dr. Sofia Almeida, Dr. Lucas Martins, Dr. Mariana Costa
		6	PERFORMANCE DIFFERENCES IN CARDIO-RESPIRATORY FITNESS AMONG ATHLETES: A COMPARATIVE STUDY	Dr. Ayesha Rehman, Dr. Lukas Meier
		7	OVERCOMING BARRIERS IN INTRAMURAL SPORTS PROGRAMS IN SECONDARY SCHOOLS: CASE STUDY FROM LAGOS, NIGERIA	Adebayo Adekunle, Fatima Yusuf

AKDENIZ 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
AKDENIZ 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
AKDENİZ ART 4TH INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
January 3 – 5, 2025
KYRENIA
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

5 Ocak / Jan 5, 2025 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 10	**Dr. Olivia Costa,**	1	AERODYNAMIC OPTIMIZATION IN CYCLING TEAM EVENTS: ANALYSIS FROM WIND TUNNEL TESTING IN SOUTH KOREA	Ji-Hoon Park, Min-Young Kim,
		2	FOOTBALL JERSEY CULTURE AND FAN LOYALTY: PERSPECTIVES FROM SOUTH AFRICAN YOUTH	Sipho Dlamini Thandeka Mbatha
		3	ENHANCING JUDO PERFORMANCE IN VISUALLY IMPAIRED ATHLETES: AN EMPIRICAL STUDY IN BRAZIL	Ana Beatriz Silva Gustavo Santos
		4	PHYSICAL ACTIVITY AND COGNITIVE DEVELOPMENT IN CHILDREN: A COMPARATIVE STUDY IN KENYA	Peter Okello, Grace Wanjiku
		5	THE EFFECT OF PHYSICAL EXERCISE ON ADIPOKINES AND MYOSTATIN: A COMPREHENSIVE REVIEW	Dr. Renata Oliveira, Dr. Marcelo Souza
		6	EFFECT OF COMBINED RESISTANCE TRAINING AND MILK CONSUMPTION ON CARDIAC BIOMARKERS IN SENIOR HIGH SCHOOL STUDENTS	Alessandro Nunes, Dr. Olivia Costa, Dr. Thiago Almeida
		7	EVALUATING THE QUALITY STANDARDS OF HOSPITAL PHARMACIES IN TEACHING HOSPITALS IN KERMANSHAH, IRAN	Dr. Amir Reza Bahaei, Dr. Sara Rahimi
		8	COMPARING THE EFFICACY OF THIOPENTAL-FENTANYL VERSUS MIDAZOLAM-FENTANYL FOR ORTHOPEDIC PROCEDURES IN EMERGENCY DEPARTMENT	Dr. Natalia Vasquez, Dr. Javier Hernandez, Dr. Miguel Silva

AKDENIZ 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
AKDENIZ 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
AKDENİZ ART 4TH INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
January 3 – 5, 2025
KYRENIA
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224

5 Ocak / Jan 5, 2025 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 11	**Dr. Milena Stefanova**	1	TREATING VACTERL ASSOCIATION WITH LYMPHOCYTE THERAPY IN PREGNANT WOMEN	Dr. Alina Varga, Dr. Dimitri Petrov, Dr. Milena Stefanova
		2	HEALTHCARE INTEGRATION WITHIN SMART IDENTITY CARDS: A NOVEL FRAMEWORK FOR ADOPTION AND PRIVACY	Aliyah Akram, Rashid Mahmood, Fahad Shahid
		3	GENE SELECTION OPTIMIZATION IN LUNG AND OVARIAN CANCER USING STATISTICAL METHODS AND ALGORITHMS	Farida Hameed, Khalid Mirza, Muhammad Usman
		4	EFFECTS OF BLEEDING DURING EARLY PREGNANCY ON PERINATAL OUTCOMES: A COMPARATIVE STUDY	Benedicta Ndukwe, Sarah Mbouh, Joy Owona
		5	ELECTROCHEMICAL PERFORMANCE OF CARBON-COATED LIFEP4 AS CATHODE MATERIAL FOR LITHIUM-ION BATTERIES	Hui Zhang, Yuting Li, Qiao Zhang
		6	IMPROVEMENTS IN ELECTROCHEMICAL PERFORMANCE OF AL-DOPED LINI1/3CO1/3MN1/3O2 CATHODES FOR HIGH-VOLTAGE LITHIUM-ION BATTERIES	Zhenyu Li, Yuxuan Zheng, Jianbo He
		7	FABRICATION AND CHARACTERIZATION OF 3D SNO LEAFY NANOSTRUCTURES FOR LI-ION BATTERIES	Marwan Al-Abed, Noura Al-Muqbali, Salma Al-Hashimi

AKDENIZ 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES AKDENIZ 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES AKDENİZ ART 4TH INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION January 3 – 5, 2025 KYRENIA Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
5 Ocak / Jan 5, 2025 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)				
Salon	Moderator		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
HALL / SALON 12	**Dr. Haruto Tanaka,**	1	EXPERIMENTAL ANALYSIS OF FIRE-RESISTANCE IN ECO-FRIENDLY CORRUGATED SANDWICH PANELS	Dr. Haruto Tanaka, Dr. Amina Sayeed
		2	SYNTHESIS AND ELECTROCHEMICAL PERFORMANCE OF 3D SNO CABBAGE NANOSTRUCTURES AS ANODE MATERIAL FOR LITHIUM-ION BATTERIES	Dr. Sameer Uddin, Dr. Khaled Al-Mohammed
		3	IMPROVING BASKETBALL PERFORMANCE PREDICTION USING ADVANCED MACHINE LEARNING TECHNIQUES	Carlos Silva, Mariana Andrade, João Oliveira, Lucas Pereira
		4	EXPLORING MOTIVATION AND ANXIETY IN SPORTS ACROSS EDUCATIONAL STAGES	Ahmed Osman, Sara Al-Masri, Youssef Khaled, Leila Ahmed
		5	COMPARATIVE STUDY OF JOINT FLEXIBILITY BETWEEN CYCLISTS AND SWIMMERS	Chen Wei, Ling Zhang
		6	ADVANCING PSYCHOMOTOR ASSESSMENT METHODS IN PRESCHOOL CHILDREN	Fatima Suleiman, Ahmed Musa
		7	ASSESSING SUPPORT PROGRAMS FOR ELITE ATHLETES IN CAREER TRANSITIONS	Fatemeh Mohammadi, Hossein Rezaei, Zahra Karimi, Parisa Ahmadi

Contents

CERRAHİDE GÜNCEL BİR YAKLAŞIM: ERAS PROTOKOLÜ ve HEMŞİRELİK 1

ACİL SERVİSTE ÇALIŞAN HEMŞİRELERİN KİŞİSEL KORUYUCU EKİPMAN KULLANIMI 9

INVESTIGATION ON MECHANICAL PROPERTIES OF VOLCANIC SLAG REINFORCED POLYMER MATRIX COMPOSITES PRODUCED BY ADDITIVE MANUFACTURING 19

LARGE DIAMETER STEEL PIPE BENDS UNDER CYCLIC LOADINGS 27

EVALUATING CODE QUALITY WITH PREDICTIVE MODELS: A OMPARATIVE ANALYSIS OF MACHINE LEARNING ALGORITHMS 33

DEMİRYOLU HAT ARIZALARININ KESTİRİMCİ MAKİNE ÖĞRENMESİ YÖNTEMLERİYLE ÖNCEDEN TAHMİN EDİLMESİ 41

KLASİK SWOT İLE SSWOT ANALİZ KARŞILAŞTIRMASI: DHMİ'NDE UYGULAMA 49

PROJE YÖNETİMİNDE YAPAY ZEKA DESTEKLİ STRATEJİK YÖNETİMİN UYGULAMA ZORLUKLARI ANALİZİ 58

DESIGN OF PYTHON BASED REAL-TIME SIMULATION ENVIRONMENT FOR CONTROL APPLICATIONS ... 66

DEMLENMİŞ ÇAY ATIĞI KULLANIMININ POLİMER KOMPOZİTLERİN FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ 78

DETAILED INVESTIGATION OF MENTHA ARVENSIS L. PHENOLIC COMPOUNDS COLLECTED IN DIFFERENT REGIONS OF IĞDIR PROVINCE USING EXTRACTION METHOD. 89

INVESTIGATION OF THERMOPHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF PEBBLE STONE REINFORCED EPOXY COMPOSITES 94

INFLUENCE OF WHEAT BRAN FILLER ON PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF POLYESTER COMPOSITES 105

SİLİSYUM KARBÜR TAKVİYELİ ALÜMİNYUM MATRİSLİ FONKSİYONEL DERECELENDİRİLMİŞ KOMPOZİTLERİN VAKUM İNFİLTRASYON YÖNTEMİ İLE ÜRETİMİ 117

CERRAHİDE GÜNCEL BİR YAKLAŞIM: ERAS PROTOKOLÜ ve HEMŞİRELİK

A CURRENT APPROACH IN SURGERY: ERAS PROTOCOL and NURSING

Yüksek Lisans Öğrencisi Bestegül VAROL

Ondokuz Mayıs Üniversitesi,

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-6786-6616

Doç. Dr. Şenay KARADAĞ ARLI

Ondokuz Mayıs Üniversitesi,

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-8231-3857

ÖZET

Cerrahi uygulamalar perioperatif hasta bakım kalitesinin artmasına yönelik multidisipliner bir ekip yaklaşımı gerektirmektedir. Multidisipliner ekip; olası komplikasyonları önlemek veya minimalize etmek, erken taburculuğu, tekrar yatış ihtiyacının azaltılmasını ve hastanın günlük yaşam kalitesine tekrar dönmesini sağlamak amacıyla kanıta dayalı uygulamalar doğrultusunda hareket etmektedir. Cerrahi Sonrası Hızlandırılmış İyileşme (ERAS) protokolü, geleneksel bakıma kıyasla cerrahi koşulları ve iyileşme evrelerini hızlandırmak için kullanılan kanıta dayalı uygulamalardır. İlk kez Prof. Henrik Kehlet tarafından 1990'larda temeli oluşturulan ERAS protokolünün temel amaçları arasında cerrahiye bağlı oluşan stresi azaltarak fizyolojik işlevleri korumak ve iyileştirmek yer almaktadır. ERAS protokolü ameliyat öncesi hastanın bilgilendirilmesinden başlayarak ameliyat sonrası dönemde taburculuk, takip ve sonuçlarını içeren beslenme, anestezi, analjezi gibi cerrahi süreç kavramlarını ele alan öğelerden oluşur. Bu öğeler cerrahi hastanın yaşadığı perioperatif bakım aşamaları sürecinde uygulanır. Son dönemlerde yapılan çalışmalar incelendiğinde ERAS protokolü uygulanan hasta gruplarında sonuçları iyileştirmedeki etkinliği görülmüştür. Bu çalışmada amaç ERAS protokolü ile geleneksel bakım uygulanan cerrahi hastalar arasında yapılan çalışmaların incelenerek ERAS protokolünün etkinliği, güvenirliği ve uygulanabilirliğinin ortaya çıkarılmasını sağlamaktır.

Anahtar Kelimeler: ERAS protokolü, hemşirelik, cerrahi prosedürler, cerrahi stres, geleneksel bakım

ABSTRACT

Surgical procedures require a multidisciplinary team approach to improve the quality of perioperative patient care. The multidisciplinary team acts in line with evidence-based practices to prevent or minimize potential complications, provide early discharge, reduce the need for readmission, and enable patients to return to daily quality of life. Enhanced recovery after surgery (ERAS) protocols are evidence-based practices used to accelerate surgical conditions and recovery phases compared with conventional care. The ERAS protocol, first established by Prof. Henrik Kehlet in the 1990s, aims to maintain and improve physiological functions by

reducing the stress associated with surgery. The surgery process involves several key components, including nutrition, anesthesia, analgesia, discharge, follow-up, and postoperative outcomes, starting with providing patients with preoperative information. These elements are integral to the perioperative care stages. Recent studies have shown the effectiveness of the ERAS protocol in improving outcomes across various patient groups. This study aims to examine the effectiveness, reliability, and applicability of the ERAS protocol by examining the studies conducted on surgical patients for whom ERAS protocol and traditional care were applied.

Keywords: ERAS protocol, nursing, surgical procedures, surgical stress, traditional care

1. GİRİŞ

ERAS (Ameliyat Sonrası Geliştirilmiş İyileşme) perioperatif (ameliyat öncesi, sırası ve sonrası) dönemde hastanın cerrahi sürecinde yer alan, kanıta dayalı uygulamaları içeren, bazı ülkelerde "Fast Track Surgery-FST (Hızlandırılmış İyileşme)" olarak da adlandırılan multimodal bir kavramdır. 1990'larda Prof. Henrik Kehlet tarafından temel taşları oluşturulan ERAS protokolü ilk olarak kolorektal cerrahide ameliyat sonrası iyileşmelerin hızlandırılması amacıyla ortaya çıkmıştır (Kırdemir ve Alkaya Solmaz, 2020). Yayınlanan verilerde sadece tek protokolün ERAS'ın uygulanabilirliği açısından anlamlı bir değişiklik sağlayamadığının görülmesi üzerine ERAS protokolü sadece kolorektal cerrahiyle sınırlı kalmamış zaman içerisinde ortopedik cerrahi, kardiyak cerrahi gibi cerrahinin hemen hemen her alanında kanıta dayalı uygulamaları ile yol gösterici olmuştur. Ayrıca bu süreçte 2010 yılında İsveç'in Stockholm şehrinde resmi olarak kurulan ERAS Derneği (ERAS Society) de ERAS protokolü başta olmak üzere cerrahi prosedürler için rehber niteliğinde yönergeler yayınlamıştır (Jain et al., 2023).

Cerrahi girişim gerektiren olguların artmasıyla beraber perioperatif bakımın etkinliğini sağlamak, cerrahi komplikasyonları önlemek, cerrahi sonrası hastaneden ayrılan hastanın esenliğinin kendi konfor alanında da devam etmesini sağlamak için geleneksel bakımın yerine daha güvenilir bakım stratejilerinin uygulanması gerekmektedir (Sauro et al., 2024). ERAS protokolü geleneksel bakıma kıyas bir seçenek olarak karşımıza çıkmaktadır. Protokolün temel amaçları arasında cerrahiye bağlı oluşan operatif stresi azaltarak fizyolojik işlevleri korumak ve iyileştirmek, bunun beraberinde morbidite ve mortalite oranlarını azaltmak yer almaktadır (Poletti et al., 2024). İçerisinde cerrah, anestezist, hemşire, fizyoterapist gibi sağlık personellerinin yer aldığı multidisipliner bir ekip bu amaç doğrultusunda hareket ederek ERAS protokolünün uygulanabilir olmasını sağlamaktadır. Sauro ve arkadaşları (2024) tarafından randomize klinik çalışmaların incelendiği bir meta-analizde ERAS uygulanan hasta grubu hastanede kalış süresi, tekrar yatış, komplikasyonlar ve mortalite oranları yönünden incelenmiş, ERAS kılavuzlarının hastanede kalış süresini ve komplikasyonları azalttığı açığa çıkarılmıştır. Yapılan çalışmalarda geleneksel bakıma kıyasla daha az hastanede kalış oranı, hızlı mobilize ve daha az cerrahi alan komplikasyonları görülen ERAS protokolü uygulamasının klinik çalışmalarla desteklenen sonuçları Çizelge 1'de gösterilmiştir.

Çizelge 1. ERAS Protokolü ve Geleneksel Bakım Uygulamaları Konusunda Yapılan Klinik Çalışmalar

Yazar, Yıl	Araştırma Tasarımı	Örneklem, Hastaların Özellikleri	Sonuçlar
Bahadur ve ark., 2024	Randomize kontrollü	Robotik histerektomi geçiren 130 hasta - ERAS grubu: 65 - Geleneksek bakım grubu: 65	ERAS grubunda geleneksel bakım uygulanan hasta grubuna kıyasla önemli ölçüde görülen sonuçlar: - Diyete daha hızlı tolerans (0,14 ± 0,35'e karşı 1,14 ± 0,35 gün) - Erken yürüme başlangıcı (0,42 ± 0,5'e karşı 1,26 ± 0,44 gün) - "Taburcu olmaya uygun" olma süresi (1,43 ± 0,61'e karşı 2,97 ± 1,1 gün) - Düşük yerleştirme süresi (4,82 ± 0,73'e karşı 5,31 ± 0,92 dakika) - Hastanede kalış süresinde azalma (2,85 ± 1,09'a karşı 3,78 ± 1,29 gün)
Tandup ve ark., 2023	Randomize kontrollü	Gastro-duodenal perforasyonlu, modifiye graham yaması uygulanan 64 hasta - ERAS grubu:29 - Geleneksel bakım grubu: 35	ERAS grubunda geleneksel bakım uygulanan hasta grubuna kıyasla önemli ölçüde görülen sonuçlar: - Hastanede kalış süresinde azalma (6,3 SD2,15 güne karşı 9,56 SD4,33 gün, p = 0,001) - Erken fonksiyonel iyileşme (gün); ilk bağırsak sesine kadar geçen süre (1,8 SD0,41; p 0,002), ilk gaz çıkarma (flatus) süresi (2,52 SD0,65; p = 0,026), ilk defekasyon süresi (3,04 SD0,68; p < 0,001), ilk sıvı diyete başlama süresi (2,24 SD0,60; p = 0,002) ve ileus süresine (2,64 SD0,86; p = 0,038)
Mihailescu ve ark., 2024	Prospektif Kohort	Kolorektal kanserlerden kaynaklanan ileus (bağırsak	ERAS grubunda geleneksel bakım uygulanan hasta grubuna kıyasla önemli ölçüde görülen sonuçlar:

		tıkanıklığı) tanısı almış 120 hasta - ERAS grubu:40 - Geleneksel bakım grubu:80	- Daha az hastanede kalış süresi (p = 0,0002) - Belirgin bir şekilde daha az stoma varlığı - Postoperatif komplikasyon riskini artırmayarak hastalar için geliştirilmiş iyileşme stratejilerinin güvenliğinin sağlanması
Ergenç ve ark., 2021	Randomize Kontrollü	Pankreas cerrahisi geçiren 38 hasta - ERAS grubu:18 - Geleneksel bakım grubu:20	ERAS grubunda geleneksel bakım uygulanan hasta grubuna kıyasla önemli ölçüde görülen sonuçlar: - Erken oral beslenme ERAS grubu ile geleneksel bakım uygulanan hasta grubu arasında görülen benzer sonuçlar: - Gecikmiş gastrik boşalma ve pankreas fistülü - Hastanede yatış süresi ve tekrar yatış oranları dahil olmak üzere perioperatif komplikasyon oranları
Jani ve ark., 2023	Randomize Kontrollü	Maksillofasiyal travma geçiren 74 hasta - ERAS grubu: 37 - Geleneksel bakım grubu: 37	ERAS grubunda geleneksel bakım uygulanan hasta grubuna kıyasla önemli ölçüde görülen sonuçlar: - IV sıvı kullanımında ve 72 saate kadar kullanılan toplam IV analjezik sayısında ve ameliyattan hemen sonraki dönemde anlamlı bir azalma (p = 0,001) - ERAS grubu 6 saat içinde oral beslenmeye başladı ve ameliyat öncesi fazda oral karbonhidratlara anlamlı şekilde uyumluydular (p = 0,001) - PONV atakları, şişlik ve enfeksiyonlar ERAS grubunda anlamlı derecede daha azdı (p > 0,05)

			- İki hafta sonra, ERAS grubunda genel hasta memnuniyetinde ve maliyet analizinde anlamlı bir fark görüldü (p = 0,001)
Çaudhary ve ark., 2022	Randomize Kontrollü	Femur Fraktürü tanılı operasyon planlanan 66 hasta - ERAS grubu: 33 - Geleneksel bakım grubu: 33	ERAS protokolü doğrultusunda operasyon öncesi karbonhidrat yüklemesi yapılan hasta grubunda geleneksel bakım uygulanan hasta grubuna kıyasla önemli ölçüde görülen sonuçlar: - Karbonhidrat yükleme grubunda ortalama postoperatif ağrıda kontrol grubuna (VAS: 6,1 (SD ± 2,1), %95 CI: 5,3-6,8) kıyasla anlamlı bir azalma oldu (VAS: 4,8 (SD ± 1,8), %95 CI: 4,7-5,4). - Ortalama Kümülatif Ambulatuvar Skor (CAS), çalışma grubundaki katılımcıların hareketlilik fonksiyonunu yeniden kazanmada kontrol grubuna (CAS: 6,8 (SD ± 2,8), %95 CI: 5,8-7,8) kıyasla anlamlı bir iyileşme gösterdi (CAS: 8,1 (SD ± 2,8), %95 CI: 7,1-9,1). - Katılımcıların taburculuk anındaki Modifiye Barthel İndeksi (MBI) skor ortalaması çalışma grubunda (MBI:13,1 (SD ± 2,3), %95 CI:12,2-13,9) kontrol grubuna göre (MBI: 11,8 (SD ± 3,1), %95 CI:10,6-12,9) daha yüksekti.

2. CERRAHİ GİRİŞİM GEÇİREN HASTA BAKIMINDA ERAS PROTOKOLÜ ve HEMŞİRENİN ROLÜ

Cerrahi girişim geçiren hastalar perioperatif dönemde gereğinden fazla yatış süresi, iyileşme sürecinin uzaması ve postoperatif komplikasyonlar gibi olumsuz süreçlerle karşılaşarak fizyolojik, psikolojik ve sosyal yönlerden etkilenebilmektedir (Zhang et al., 2024). Hastaların sahip olduğu yaş, beden kitle endeksi, beslenme ve egzersiz biçimi, kronik hastalıkların varlığı, sigara-alkol tüketim alışkanlıkları gibi faktörlerde bu süreci olumlu veya olumsuz açıdan değiştirebilmektedir. Cerrahi süreçte oluşabilecek komplikasyonları en aza indirmek veya

tamamen oluşmasını engellemek, hastanın sağlığını korumak ve sürdürmek amacıyla uygulanan yenilikçi ve kanıta dayalı uygulamalardan olan ERAS protokolü bu amaç doğrultusunda sadece cerrahların değil içerisinde hemşire, anestezist gibi diğer sağlık personellerinin ve hatta hastalarında yer aldığı ekip birliğinin sağlanmasını gerektirmektedir (Akten ve Aba, 2024).

Cerrahi sürecin ilk aşaması olan ameliyat öncesi hasta eğitiminde hemşireler ERAS protokolleri doğrultusunda hastayı fizyolojik ve psikolojik yönleriyle değerlendirerek bütüncül bir yaklaşım sergilemelidir. Cerrahi girişim uygulanacak hastada stres ve anksiyete düzeyleri artabilmekte ve bu durum uygulanacak cerrahi girişimin ertelenmesine veya iptal olmasına yol açabilmektedir. Hemşirelerin bu süreçte hastaya karşı empatik ve motivasyonel bir iletişim kurması, eğitici ve bilgilendirici bir görüşme sağlaması, hastanın soru sormasına müsaade ederek sorulara açıklayıcı cevaplar vermesi, hastayı da bu süreç içerisine katarak aktif rol almasını sağlaması önemli bir yer tutmaktadır. Li ve arkadaşları (2023) tarafından yapılan bir çalışmada elektif laparoskopik kolorektal kanser cerrahisi geçiren toplam 100 hasta her grupta 50 hasta olmak üzere 2 gruba ayrılmış ve bir gruba ERAS protokolü doğrultusunda hemşirelik bakımı verilirken diğer gruba rutin hemşirelik bakımı verilmiştir. ERAS protokolü doğrultusunda hemşirelik bakımı uygulanan hasta grubunda postoperatif iyileşmenin etkili bir şekilde desteklendiği, perioperatif stres yanıtının azaldığı, anksiyete ve depresyonun hafiflediği ve bunun beraberinde hasta memnuniyetinin arttığı görülmüştür.

Ülkemizde Çelebi ve İlçe (2022) tarafından yapılan bir çalışmada ise cerrahi kliniklerde çalışan hemşirelerin ERAS protokolleri hakkındaki bilgi düzeyleri araştırılmış ve kanıta dayalı uygulamaları içeren bu protokol hakkında eğitim almadığı, preoperatif açlık, postoperatif mobilizasyon ve ağrı yönetimi gibi konularda bilgilerinin sınırlı olduğu sonucu elde edilmiştir. Bu nedenle hemşirelerin hizmet içi eğitimlerinde bilgilendirmelerin yapılması ve hemşirelerinde güncel ve yeni bilgiden haberdar olarak çalıştığı kliniğe uygun olan bakım uygulamalarına bu bilgileri yansıtması önem taşımaktadır.

Ülkemizde Kırık ve arkadaşları (2024) tarafından cerrahi kliniklerde çalışan cerrah, anestezist ve hemşirelerle yapılan bir çalışmada sağlık personellerinin ERAS protokolleri hakkındaki tutum ve bilgi düzeyleri incelenmiş ve sağlık personellerinin ERAS protokolünün uygulanması konusunda yeterli bilgi sahibi olmadığı, hizmet içi eğitimlerde ERAS protokolü uygulamalarına yeterince yer verilmediği ve sağlık personellerinin son dönemde yapılan yeniliklerden faydalanmadığı belirlenmiştir. Bu nedenle araştırılmaların arttırılarak literatüre katkı sağlanması, eksikliklerin belirlenerek bu doğrultuda sağlık çalışanlarının bilgilendirilmesi ve bilgi dinamizminin sağlanması, geleneksel yaklaşımlardaki yanlış uygulamaların yerini kanıta dayalı uygulamaların alması sağlanmalıdır.

3. SONUÇ ve ÖNERİLER

Sonuç olarak, ERAS protokolleri geleneksel cerrahi uygulamalarına kıyasla hastanın tüm perioperatif sürecinde en iyi optimizasyonu sağlamayı hedefleyen kanıta dayalı uygulamalardandır. Literatür incelendiğinde ERAS protokolleri uygulanması doğrultusunda; hastanede kalış süresi azalmakta, erken mobilizasyon sağlanarak birey günlük yaşam aktivitelerine daha hızlı dönmekte, daha erken oral beslenme sağlanmakta, postoperatif ağrıda anlamlı bir azalma görülmekte, ameliyat sonrası dönemde komplikasyon görülme sıklığı

azalmakta ve bunun beraberinde hasta memnuniyeti ve konforu artmakta, sağlık bakım maliyetleri, sağlık personeli iş yükü hafiflemektedir. Multidisipliner bir yaklaşım gerektiren ERAS protokolü cerrahi sağlık ekibi içerisinde profesyonel bir iletişimin ve ekip uyumunun olmasını gerektirmektedir. ERAS protokolü uygulanabilirliği için ekip içerisinde bireylerin üzerine düşen rol ve sorumlulukları bilmesi ve yerine getirmesi gerekmekle beraber kurum içi protokol ve eğitimlerle klinikte yer alması sağlanmalıdır. Uzun ve meşakkatli bir süreç olan yeni bilgiyi öğrenme ve uygulama adımında kalıcılık sağlaması için temel adım olan öğrenci eğitimlerinde konu ile ilgili bilgilendirmeler sağlanmalıdır.

KAYNAKÇA

Akten, M., & Aba, Y. A. (2024). Jinekolojik Onkoloji Cerrahisinde ERAS (Enhanced Recovery After Surgery) Protokolü Doğrultusunda Hemşirelik Yaklaşımları. Kadın Sağlığı Hemşireliği Dergisi, 10(1), 27-42.

Alkaya Solmaz F, Kırdemir P. Enhanced recovery after surgery (ERAS) and anesthesia. Acta Med. Alanya. 2020;4(1):95-101.

Bahadur, A., Mallick, B. K., Heda, A., Pathak, A., Heda, S., & Mundhra, R. (2024). Comparison of the Outcomes of Enhanced Recovery After Surgery and Traditional Recovery Pathway in Robotic Hysterectomy for Benign Indications: A Randomized Controlled Trial. Journal of minimally invasive gynecology, 31(7), 601–606. https://doi.org/10.1016/j.jmig.2024.04.019

Chaudhary, N. K., Sunuwar, D. R., Sharma, R., Karki, M., Timilsena, M. N., Gurung, A., Badgami, S., Singh, D. R., Karki, P., Bhandari, K. K., & Pradhan, P. M. S. (2022). The effect of pre-operative carbohydrate loading in femur fracture: a randomized controlled trial. BMC musculoskeletal disorders, 23(1), 819. https://doi.org/10.1186/s12891-022-05766-z

Ergenc, M., Karpuz, S., Ergenc, M., & Yegen, C. (2021). Enhanced recovery after pancreatic surgery: A prospective randomized controlled clinical trial. Journal of surgical oncology, 124(7), 1070–1076. https://doi.org/10.1002/jso.26614

Jain, S. N., Lamture, Y., & Krishna, M. (2023). Enhanced Recovery After Surgery: Exploring the Advances and Strategies. Cureus, 15(10), e47237. https://doi.org/10.7759/cureus.47237

Jani, A., Chaudhry, K., Kaur, A., Bhatia, P. K., Kumar, P., Gigi, P. G., Batra, T., & Chugh, A. (2023). Efficacy of Enhanced Recovery after Surgery (ERAS) protocol in maxillofacial trauma: A randomized controlled trial. Journal of stomatology, oral and maxillofacial surgery, 124(6S2), 101576. https://doi.org/10.1016/j.jormas.2023.101576

Mihăilescu, A. A., Onisâi, M., Alexandru, A., Teodorescu, M., Aliuș, C., Blendea, C. D., Neagu, Ș. I., Șerban, D., & Grădinaru, S. (2024). A Comparative Analysis between Enhanced Recovery after Surgery and Traditional Care in the Management of Obstructive Colorectal Cancer. Medicina (Kaunas, Lithuania), 60(8), 1319.Poletti, B., Stringer, G., & Furness, K. (2024). Patient Experience Pre-Implementation of an Enhanced Recovery After Surgery Protocol: A Qualitative Investigation. Journal of multidisciplinary healthcare, 17, 1147–1158. https://doi.org/10.3390/medicina60081319

Sauro, K. M., Smith, C., Ibadin, S., Thomas, A., Ganshorn, H., Bakunda, L., Bajgain, B., Bisch, S. P., & Nelson, G. (2024). Enhanced Recovery After Surgery Guidelines and Hospital Length of Stay, Readmission, Complications, and Mortality: A Meta-Analysis of Randomized Clinical Trials. *JAMA network open*, *7*(6), e2417310. https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2024.17310

Tandup, C., Chauhan, A., Jr, Chauhan, R., Thakur, V., Sahu, S., Kaman, L., Khare, S., Sakaray, Y., Nenavath, K. N., & Kurdia, K. C. (2023). Impact of Tailored-Enhanced Recovery After Surgery Versus Conventional Care in Patients of Gastro-Duodenal Perforation: A Pilot Randomized Control Trial. Cureus, 15(9), e45349. https://doi.org/10.7759/cureus.45349

Zhang, M., Gong, S. G., & Xie, R. (2024). Application of enhanced recovery after surgery in perioperative nursing care of elderly patients with hip and knee arthroplasty: A systematic review and meta-analysis. *Medicine*, *103*(9), e37240. https://doi.org/10.1097/MD.0000000000037240

ACİL SERVİSTE ÇALIŞAN HEMŞİRELERİN KİŞİSEL KORUYUCU EKİPMAN KULLANIMI

FEYZA ÖNAL [Yüksek Lisans Öğrencisi][1], Doç. Dr. MAKBULE TOKUR KESGİN[2]

[1] Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Hemşirelik Anabilim Dalı, -0009-0005-4593-8494

[2] Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Hemşirelik Bölümü, -0000-0003-2729-8612

ÖZET:

Kişisel koruyucu ekipmanlar, çalışanları çeşitli tehlikelerden korumak, oluşabilecek olan risk düzeyini en aza indirmek amacıyla kullanılmaktadır. Sağlık hizmetlerinde hastaların ve sağlık çalışanlarının güvenliği için bakım esnasında kişisel koruyucu ekipman kullanımı oldukça önemlidir. Özellikle acil servislerin, hızlı karar verme ve müdahale gerektiren yoğun iş temposu ve yüksek riskli ortamları nedeniyle, kişisel koruyucu ekipman kullanımı konusunda diğer sağlık birimlerinden ayrıştığı düşünülmektedir. Acil servislerde, beklenmedik ve hızla gelişen dahili ve cerrahi acil durumlara müdahale edilirken, bu ekipmanların kullanımı sağlık çalışanlarının korunmasında hayati bir rol oynamaktadır. Bu birimlerde karşılaşılan risklerin minimize edilmesi, çalışanların güvenli bir ortamda hizmet sunabilmesi için etkili ve doğru ekipman kullanımı gereklidir. Bu nedenle, bu çalışma, hem acil servislerin risk profiline hem de bu ortamlarda kişisel koruyucu ekipman kullanımına ilişkin bireysel ve çevresel faktörlere odaklanarak alanda önemli bir bilgi açığını doldurmayı hedeflemektedir. Bu derleme acil servislerin risk durumunun, kişisel koruyucu ekipmanların öneminin, kişisel koruyucu ekipman türleri ve kullanım alanlarının, iş kazalarının, maruz kalınan risk etmenlerinin literatür incelemesiyle değerlendirmek amacıyla yapılmıştır.

Anahtar kelimeler: Kişisel Koruyucu Ekipman, Acil Servisler, Hemşirelik

ABSTRACT:

Personal protective equipment is used to protect employees from various hazards and to minimize the level of risk that may occur. In healthcare services, the use of personal protective equipment during care is very important for the safety of patients and healthcare workers. Especially emergency departments are thought to differ from other health units in terms of the use of personal protective equipment due to their intensive work tempo and high-risk environments that require rapid decision-making and intervention. While intervening in unexpected and rapidly developing internal and surgical emergencies in emergency departments, the use of this equipment plays a vital role in the protection of healthcare workers. Effective and correct use of equipment is necessary to minimize the risks encountered in these units and to provide service in a safe environment. Therefore, this study aims to fill an important knowledge gap in the field by focusing on both the risk profile of emergency departments and

the individual and environmental factors related to the use of personal protective equipment in these settings. This review aims to evaluate the risk status of emergency departments, the importance of personal protective equipment, types and usage areas of personal protective equipment, occupational accidents, and the risk factors exposed through a literature review.

Key words: Personal Protective Equipment, Emergency Services, Nursing

GİRİŞ:

Acil servisler ani gelişen durumlarda, hızlı müdahale gerektiren, çoğu zaman ilk başvurulan, birçok tehlike ve riskin olduğu sağlık hizmeti sunum ortamıdır. Bazı toplum kesimleri içinde ulaşılabilir sağlık hizmeti olması nedeniyle çoğu hastayla sağlık personellerinin ilk temas noktası acil servisler olmaktadır. Aslan'ın (2023) acil servis kullanımını değerlendirdiği çalışmasında, acil servis kullanımının bölgedeki nüfusa, sunulan sağlık hizmetlerine göre farklılık gösterdiğini belirtmektedir (1). Acil servislerin temel amacı sunulan hizmetin hastalara güvenli, yeterli ve zamanında etkin şekilde ulaşmasını kapsamaktadır (2). Acil servislerin sağlık sistemindeki önemli rolü, bu birimlerde görev yapan sağlık personelinin uzmanlık alanlarını ve becerilerini de önemli hale getirmektedir. Bu kapsamda, acil servis hemşireliği acil sağlık hizmetlerinin etkinliğinde anahtar bir rol oynamaktadır.

Acil servis hemşireliği 1960'lı yıllarda hastanelerin de önem kazanmasıyla birlikte daha fazla dikkat çekmeye başlamıştır (3). Acil servis hemşireliğinin temel amacı acil durumlarda en hızlı sürede, etkin biçimde bakım hizmetinin sunulması, hasta sağlığının korunması ve geliştirilmesidir (2). Ancak bu hizmetleri sunarken acil servislerde çalışan hemşireler kendi sağlıklarını tehdit eden çeşitli risklerle karşılaşmaktadırlar (2). Acil servis hemşireleri, kan yolu, solunum-damlacık yolu ve temas yolu ile bulaşan patojenlere maruz kalarak sağlık risklerine açık hale gelmektedirler (2,4). Acil servislerde hemen hemen rutin girişimler arasında olan intravenöz (IV) kateter uygulaması, kan alma, intramüsküler enjeksiyon yapma, nazogastrik tüp yerleştirilmesi, entübasyon, kanama kontrolü ve üriner kateter yerleştirilmesi gibi pek çok girişim kan yolu ve hasta vücut sıvıları ile bulaşan patojenlerle temas açısından hemşireler için riskli girişimler olarak tanımlanmaktadır. Hasta yoğunluğunun, çeşitliliğinin ve sirkülasyonun fazla olması nedeniyle acil serviste çalışan hemşireler bu girişimler sırasında çeşitli risk faktörleri ile karşı karşıya kalabilmektedirler (4). Çalışanlar için bu risk faktörleri; bulaşıcı mikroorganizmalara maruziyet, kesici-delici alet yaralanmaları sonucu oluşan iş kazaları, hastalar veya hasta yakınları ile yaşanılan fiziksel-sözlü şiddet, çalışma ortamı ve çalışma saatlerinden kaynaklanabilen stres durumu, ortamın çok sıcak veya çok soğuk oluşu, gürültü varlığı, uzun süreli çalışma saatleri, iyi aydınlatılmayan ve iyi havalandırılmayan çalışma ortamının varlığı olabilmektedir. Bu riskler çalışanların olumsuz etkilenmesine ve verimliliğin düşmesine sebep olmaktadır (5). Aynı zamanda acil servis hemşireleri hastaya çok yakın olarak çalışmak zorunda oldukları için hava yolu-damlacık yoluyla bulaşabilen bulaşıcı hastalıklar açısından da yüksek risk taşırlar. Acil serviste pratik düşünüp, hızlı bir şekilde uygun girişimi yapma yetisine sahip olması beklenen hemşireler için hem sağlığı hem güvenliği tehdit eden olası tehlike ve risklerin kaçınılmaz olması nedeniyle bu risk ve tehlikeleri en aza indirebilmek, hemşirelerin güvenli bir çalışma alanına sahip olabilmesi açısından kişisel koruyucu ekipmanların kullanımı oldukça önemlidir (6).

Kişisel Koruyucu Ekipman

İnsan Bağışıklık Eksikliği Virüsünün (HIV) 1980'li yıllarda yayılımının artması ile birlikte yaygın şekilde kullanılmaya başlanan kişisel koruyucu ekipmanlar günümüzde de küresel salgınların artmasıyla, örneğin geçtiğimiz yıllarda yaşanılmış olan COVID-19 salgını gibi salgınlar ile daha çok kullanılır hale gelmiştir (7). Uluslararası bazı sağlık kuruluşları salgın hastalıkların yönetiminde, çalışan güvenliğinde önemli bir konu olan kişisel koruyucu ekipman kavramına ilişkin çeşitli tanımlamalar yapmıştır:

- **Dünya Sağlık Örgütü'ne göre Kişisel Koruyucu Ekipman**, "biyolojik (virüs, bakteri gibi), kimyasal, radyolojik, elektriksel ve mekanik tehlikelere maruz kalmayı önlemek ya da en aza indirmek için kullanılan ekipmanlardır" (8).
- **İş Güvenliği ve Sağlığı İdaresine (Occupational Safety and Health Administration-OSHA) göre Kişisel Koruyucu Ekipman**, "bir çalışanın potansiyel tehlikelerden korunmak için giydiği özel giysiler ya da ekipmanlardır" (7).
- **Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezine (Centers for Disease Control and Prevention-CDC) göre ise Kişisel Koruyucu Ekipman**, "sağlık personelinin bulaşıcı ajanlara maruz kalmaktan veya bulaşıcı ajanlarla temastan korunmak için tasarlanmış özel giysilerdir". Kişisel koruyucu ekipmanların doğru kullanımları patojen yayılımın önlenmesinde son derece önemlidir (9).

Kişisel Koruyucu Ekipmanlar, iş yerlerinde yaşanılan veya yaşanabilecek kazalarda, bulaşıcı ajanlara maruziyette ve hastalıklarına neden olan tehlikelere maruziyeti en aza indirmekte kullanılan ekipmanlar olarak tanımlanmaktadır. Bu maruziyetler kimyasal, radyolojik, fiziksel, elektriksel, mekanik veya diğer işyeri tehlikeleriyle temaslardan kaynaklanabilir. Kişisel koruyucu ekipmanlar ile iş kazalarında yaralanma riskinin azalması, bulaşıcı ajanlarla temasın önlenmesi, çalışanların daha güvenli bir çalışma alanına sahip olması amaçlanmaktadır (10).

Acil Servislerde Kişisel Koruyucu Ekipman Kullanımı ve Kullanılan Ekipman Türleri

Acil servisler kişisel koruyucu ekipman kullanımında bahsedilen tehlikelerin fazla olduğu alanlardır ve buna bağlı olarak çalışan hemşirelerde bu tehlikeler ile karşı karşıya kalmaktadır. Kişisel koruyucu ekipman kullanımı acil servis hemşireleri için önemli ve dikkat edilmesi gereken bir durumdur. Acil serviste çalışan hemşirelerin kullanabileceği kişisel koruyucu ekipmanlar arasında eldivenler, koruyucu gözlükler, yüz siperlikler, solunum maskeleri ve önlükler yer alabilir. Tüm bu kişisel koruyucu ekipmanlar güvenli kullanıma uygun bir şekilde tasarlanmalı, temiz ve güvenilir bir şekilde, saklama koşullarına uygun olarak muhafaza edilmelidir. Ekipmanlar kullanım kolaylıkları, ulaşılabilirliği ve etkin koruma sağlaması gibi özellikleri ile acil servis hemşirelerinin kullanımını teşvik edecek şekilde olmalıdır (7).

Hemşireler tarafından farklı tipte kişisel koruyucu ekipmanlar kullanılmaktadır. Kişisel koruyucu ekipmanı seçerken acil servis hemşireleri, bakım verecekleri hastalarla etkileşim türünü, hastanın mevcut hastalığını veya belirtilerini, hastaya yapılacak olan girişimi göz önünde bulundurmalıdır ve en uygun ekipmanı kullanmalıdır. Kişisel koruyucu ekipmanın uygunluğunda ekipmanın dayanıklı, konforlu, uzun süreli kullanıma uygun olması da karşılaşılacak olan risk ve tehlikeden korunma konusunda önem taşımaktadır (9).

Eldiven

Eldivenler yaygın olarak kullanılan kişisel koruyucu ekipman türüdür. Tıbbi eldivenlerin vinil, nitril, steril ve steril olmayan çeşitleri mevcuttur ve eldivenler gereksinime göre uygun olarak seçilmelidir (10). Acil servislerde eldivenler;

- Bulaşıcı hastalığın varlığında veya risk oluşturduğu zamanlarda,
- Kontamine yüzeylere ve malzeme/aletlere temas edilmeden önce,
- İnvaziv uygulamaların öncesinde,
- İlaç hazırlığında ilaç etken maddeleri ile temasın önlenmesinde,
- Hastaların vücut sıvılarına maruz kalınabilecek durumlarda, kullanıldıktan sonra başka bir hastaya geçmeden önce mutlaka çıkartılmalı ve el hijyeni sağlanmalıdır bu şekilde çapraz bulaşmalar da önlenebilmektedir (11,12).

Maske

Burnu ve ağzı tamamen kaplamalı, patojen mikroorganizmalardan korumalıdır. Maskeler burun ve ağız üzerinde kolay uyum sağlayabilecek kullanım uygunluğunda olmalıdır. Bu nedenle, maskelerin esnek bir burun kısmı vardır ve lastikli veya iple bağlanabilir şekilde kafaya yerleştirilebilmektedirler (10). Acil servislerde;

- Solunum yolu ile bulaşıcı mikroorganizmalar (Covid-19, tüberküloz gibi)ile enfekte olan hastalara bakım verilirken,
- Çeşitli ilaçların hazırlanması sırasında oluşabilecek sıçrama, bulaşma durumunda,
- Çoklu solunum yolu viral enfeksiyonlarının bulaşmasını önlemede,
- Yapılacak olan intravenöz veya hasta vücut sıvıları ile temasa yol açabilecek durumlarda yüze sıçrama, bulaşma olabileceğinden, yüksek riskli alanlar olan acil servislerde çalışan hemşireleri korumada maske etkin bir ekipman türüdür (8,9,10).

Gözlük ve Yüz Siperlikleri

Patojen mikroorganizmalar vücuda gözler aracılığıyla da girebilmektedir bu nedenle kan veya diğer vücut sıvılarına maruziyetin sık olduğu acil servislerde gözlerin korunması önemlidir.

- Hastaların vücut sıvılarına maruz kalınacağında veya kalınabilecek durumlarda (örneğin acil serviste sık uygulanan aspirasyon işlemi sırasında),
- Hastalara yapılacak olan lavaj girişimleri öncesinde (örneğin gözünde adenovirüs olan bir hastaya yapılan göz lavajı sırasında aynı virüsün çalışan hemşirenin gözüne bulaşmaması amacıyla) ve gözler için çeşitli risk oluşturabilecek ilaç hazırlama sırasında bulaşı önlemede buğulanmayan, görmeyi etkilemeyen özellikleri olan koruyucu gözlükler acil servislerde patojenlerden korunmaya yardımcı olmaktadır (10,11,12).

Yüz siperliği alını kaplamalı, çenenin altına kadar uzanmalı ve yüzün etrafını sararak acil serviste hastalarda;

- Yapılacak olan invaziv ve hastanın tükürüğü gibi vücut sıvıları ile temasta bulunulabilecek yakın mesafeli girişimlerde, çalışanın yüzüne, ağız-burun gibi vücut boşluklarına yönelik bulaşma sağlayabilecek durumlarda siperliklerin kullanımı gerekli ve önemlidir (10,12).

Önlük

Acil serviste uygulanacak olan girişimler sırasında cildi ve giysileri;

- Kan, idrar gibi hasta vücut sıvılarına maruziyetten,
- Hastaya, kıyafetlerine temas edilebilecek girişimler sırasında (uyuz öyküsü olan hastaya mesane kateteri uygulanması gibi),
- Çalışanın vücuduna veya kıyafetlerine bulaşma riski oluşturabilecek girişimlerde, önlükler vücudu tümüyle kaplayarak, uygun boyutta ve bilekleri sıkmadan kavrayarak koruma sağlamada önemlidir (10,12).

Acil Servislerin Risk Durumu ve Maruz Kalınan Riskler

Acil servislerde hasta sayısı, sirkülasyonun fazlalığı, bu serviste çalışan hemşirelerin iş yükü, stres ve yorgunluklarının fazla olması hemşirelerin; güvensiz hareket ve davranışlarda bulunması, ihmalkârlık, sabırsızlık, acelecilik, yetersiz bilgi ve tecrübe, kişisel koruyucu malzemelerin kullanılmaması ve eğitim eksikliği gibi davranışlarının artmasını sağlayarak iş kazalarına ve kişisel koruyucu ekipman kullanılmamasına neden olmaktadır (12).

Sağlık çalışanları arasında insanlarla iletişimi ve etkileşimi en fazla olan meslek kolu hemşireliktir. Hasta ile ailesi arasındaki iletişimi kesintisiz yirmi dört saat sağlayan ve hasta yakınlarının ilk başvurulan kişilerin hemşireler olması, hastalar ile iletişimde hemşirelerin önemini artırır. Hemşireler, görevleri gereği her çeşit hasta ve yakınlarıyla iletişim halinde olması onların çeşitli tehlike ve risklere maruz kalma ihtimalini yükseltir (13). Hemşirelerin sağlığını etkileyen **tehlike ve riskler; biyolojik, fiziksel, ergonomik, kimyasal ve psikososyal olmak üzere gruplandırılmaktadır.** Amerikan Ulusal Mesleki Sağlık ve Güvenlik Enstitüsü (National Institute for Occupational Safety and Health - NIOSH)' ne göre, hastanelerde 29 çeşit fiziksel, 25 çeşit kimyasal, 24 çeşit biyolojik, 6 çeşit ergonomik ve 10 çeşit psiko-sosyal tehlike ve risk vardır. Hastaların kanıyla veya vücut sıvılarıyla temas sonucunda Hepatit B ve C virüsleri, HIV, HPV gibi bulaşıcı patojenlerle temas sonrasında oluşan risk biyolojik risk olarak tanımlanmaktadır. Ultraviyole ışıklar, bilgisayar ekranları, gürültü, aydınlatmalar, havalandırmalar gibi etkenler çalışanlar için fiziksel riskleri oluşturmaktadır. Çalışanların 24 saatlik nöbetler ile çalışması-gece çalışmaları, fazla ve düzensiz çalışma saatleri, artan iş yükü, mobbing ve artan iş yükü gibi durumlar ise çalışanlar için psikososyal riskleri oluşturmaktadır (14). Hemşirelerin çalışma ortamında karşılaştıkları tüm bu riskler, kişisel koruyucu ekipman kullanımını zorunlu hale getirmektedir. Öte yandan bazı faktörler kişisel koruyucu ekipman kullanımını olumsuz olarak etkilemektedir.

Yoltay ve ark (2023) çalışmalarında, kişisel koruyucu ekipman kullanılmamasının nedenleri arasında bireysel ve çevresel faktörler olduğuna değinmektedirler. Çalışmada bahsedilen faktörler yorgunluk, aceleci davranma, sabırsız olmak, alerjik reaksiyonlar, gelişebilen bazı deri-cilt problemleri ve solunum problemlerini içeren bireysel faktörler; klinik çalışma koşulları, herhangi bir salgın durumunun varlığı çevresel faktörleri; kişisel koruyucu ekipmanın bedeni, boyutu, kalitesi gibi özellikleri, kontamine olunan durumlarda sık sık değiştirilmesinin gerekliliği ise diğer etkileyen faktörlerdir (9).

Gür ve ark (2021) ise çalışmalarında, kişisel koruyucu ekipman kullanımlarının acil servisteki günlük çalışma süresine bağlı olarak değiştiğini, çalışma süresi arttıkça kişisel koruyucu

ekipman kullanım düzeyinin azaldığını ve sekiz saatlik çalışma süresinde kişisel koruyucu ekipman kullanımının yüksek olduğunu, diğer etkenler olan cinsiyet, yaş, mezuniyet, medeni durum gibi etkenlere bağlı olmadığını belirtmektedir. (15).

Kesici-delici alet yaralanmaları hastanelerde meydana gelen iş kazaları arasında ilk sırada yer almaktadır. Kesici-delici alet yaralanması esnasında gerçekleşen kanla ve kontamine vücut sıvılarıyla temas, 60 farklı patojenin bulaşma riskini ortaya çıkaran tehlike olarak, sağlık personelinin hepatit B virüsü, hepatit C virüsü ve edinilmiş immün yetmezlik sendromundan sorumlu virüs (HIV) ile kontamine olarak bulaşıcı hastalıklara yakalanması ile sonuçlanabilmektedir (16). Ceylan ve ark (2022) ikinci basamak bir hastanede 2012-2019 yılları arasında görev yapan sağlık çalışanlarının kesici ve delici alet yaralanmalarına maruz kalma durumları değerlendirmiştir. Çalışmada kesici ve delici alet yaralanmalarının yüksek oranlarda meydana geldiği görülmüş, mesleki gruplardan hemşirelerin yaralanmaya daha sık maruz kaldığı, yaralanmanın daha çok acil serviste görüldüğü, en çok iğne ucu maruziyeti ilişkili yaralanmanın gerçekleştiği, acil serviste çalışan hemşirelerin kişisel koruyucu ekipman kullanımının yetersiz olduğu görülmüştür (17).

Kişisel Koruyucu Ekipmanların Sağlık Çalışanları Üzerindeki Etkileri

Çalışanların hareket kabiliyetini, el becerilerini büyük ölçüde kısıtlayabilen kişisel koruyucu ekipmanlar, çalışan sağlığı üzerinde fizyolojik ve psikolojik stres faktörü gibi olumsuz etkilere neden olarak yapılan işin süresinin tedavi ve bakım uygulama süresinin uzamasına neden olmaktadır. Özellikle acil servislerde hayat kurtarıcı müdahaleler sırasında kişisel koruyucu ekipman kullanımı daha zorlayıcı olabilmektedir (18). Örneğin; acil servislerde resüsitasyon odasında Kardiyak Arrest ile servise gelen hastaya yapılan müdahale sırasında kişisel koruyucu ekipman kullanımı çalışanı kısıtlayabilir, tedavi sürecini olumsuz etkileyebilir. Bir başka deyişle acil servisler zamanla yarışılan, hızlı müdahalenin önemli olduğu alanlardır ve kişisel koruyucu ekipmanlar bu alanda çalışan hemşireler için bazen bu süreyi uzatabilmekte, yapılan işlemin etkinliğini azaltabilmektedir.

Kişisel koruyucu ekipmanın sağlık hizmetlerinde sık aralıklarla ve uzun süreli kullanımına bağlı çalışanlarda bazı cilt problemlerine yol açabilmektedir. Acil servislerde uzun süren tedavilerde veya hasta yoğunluğu nedeniyle sık aralıklarla kullanımına bağlı ekipmanların cilde fazla sürtünmesi sonucu hassasiyet ve tahriş oluşumu, alerjik reaksiyon gelişmesi bu alanda çalışan hemşirelerin yaşadığı problemlere örnek olarak verilebilir. Bu konuda ülkemizde 2020 yılında yapılan bir çalışmada sağlık çalışanlarında kişisel koruyucu ekipman kullanımına bağlı ortaya çıkabilecek cilt problemleri incelenmiştir (18,19). Araştırma bulgularına göre çalışanların %69,7'si akne, %39,4'ü ise yüzde kaşıntı yaşadıklarını belirtmişlerdir. Yapılan bu çalışmadan elde edilen bir başka bulgu ise çalışanların %69'nun kişisel koruyucu ekipman kullanımına bağlı baş ağrısı yaşadıklarını belirtmesidir (19,20).

Yapılan bir başka çalışmada ise kişisel koruyucu ekipman kullanan sağlık çalışanlarında psikolojik bozuklukların daha az görüldüğü vurgulanmıştır (21). Çin'de yapılan bir araştırmaya göre ise maske kullanımı fazla olan sağlık çalışanlarının maske kullanmayanlara kıyasla depresyon ve anksiyete seviyelerinin daha düşük olduğu belirtilmiştir. Çalışmadan elde edilen bulgularda kişisel koruyucu ekipmanların çalışanların üzerinde sağladığı güvenlik duygusunun, psikolojik bozuklukları azaltmada önemli etkisinin olduğu vurgulanmıştır (22). Acil servislerde

çalışan hemşireler kişisel koruyucu ekipman kullanımında uzun çalışma saatlerinin etkisi ile çalışmada belirtilen akne, kaşıntı, baş ağrısı gibi olumsuz durumlarla karşı karşıya kalırken; yapılan diğer çalışmalara göre ise kişisel koruyucu ekipman kullanımının kendini ve çevresindekileri korumanın vermiş olduğu güven ile acil servis çalışanlarında depresyon ve anksiyete gibi psikolojik bozukluklar üzerinde olumlu etkisi olabileceği gözlenmiştir.

COVID-19 Gibi Pandemi Süreçlerinde Kişisel Koruyucu Ekipman Kullanımı

2019 yılında başlayan ve hala etkisi azalmış olsa bile devam eden COVID-19 pandemisi küresel bir yayılım göstermiştir (23). Sağlık çalışanları bu gibi pandemi süreçlerinde çoğu zaman en önde ve kendi sağlığını riske atarak mücadeleye destek olmaktadırlar (23,24). Sağlık çalışanları arasında en geniş kitleye ve hastalarla daha yakın temasa sahip olan hemşireler için, özellikle de acil servisler gibi çok tehlikeli alanlar için kişisel koruyucu ekipmanların doğru ve amacına uygun kullanımı olası/kesin COVID-19 vakalarında veya pandemi etkisi gösterebilecek, bulaşıcı hastalıklarda yayılımı azaltan önemli faktörlerden biridir (11,25). COVID-19 vakalarının yönetiminde alınması gereken önlemler konusunda uluslararası kurum ve kuruluşların yaklaşımlarında birtakım farklılıklar olmuştur (25). Örneğin dünya sağlık örgütü, önlemler konusundaki rehberlerinde standart önlemlere, COVID-19 döneminde temas ve damlacık yolu ile ilgili önlemlerinde kullanılması gerektiğini önermiştir (25,26). COVID-19 pandemisinde veya oluşabilecek diğer pandemilerde; pandemi etkisi gösteren hastalığın iyi bilinmediği zamanlarda hastaların ilk başvurduğu yer olan acil servisler ve burada çalışanlar bu dönemlerde yaylımın kontrolü için önemli etkenlerdir. Bu nedenle acil servislerde olası veya kesin pandemi durumlarında kişisel koruyucu ekipman kullanımı büyük önem taşımaktadır.

Pandemiye yol açan COVID-19 ile ilgili yapılan bir çalışmada, sağlık çalışanlarının enfekte olmasındaki risk faktörlerinin değerlendirilmesinde Wuhan'da bir hastanede COVID-19 tanısı alan 28 sağlık çalışanı ile 34 enfekte olmamış çalışanın izlenmesi ile bulaşa etki eden faktörlerden biri olan kişisel koruyucu ekipman kullanımının riski 2,8 kat artırdığı görülmüştür. 2020 yılında bu kez İtalya'da yapılan çalışmada ise bir hastanede çalışan, COVID-19 tanısına rastlanan üç hemşire incelenmiştir. Bulgulara göre bu hemşirelerde ve hastane çalışanlarında maske kullanımı oranı yüksektir. Daha sonrasında elde edilen sonuçlarda sadece bir hemşirede pozitif olguya rastlanmıştır (27). Her iki çalışmada da kişisel koruyucu ekipman kullanımı ile kurum içinde veya hasta bireylerin çevrelerine pandemi süreçlerinde oluşabilecek bulaş riskinde kişisel koruyucu ekipman kullanımının riski önemli ölçüde azalttığı görülmüştür.

Öneri ve Önlemler

Kişisel koruyucu ekipmanın yanlış, eksik veya yersiz kullanımının sonucu işlevsiz ve konforsuz olmasının engellenmesi, çalışanın ekipmanı doğru kullanmayı bilmesi, kişisel koruyucu ekipmanın onarılması, temizlenmesi ve bunların belirli periyotlarla kontrolünün sağlanması gibi kişisel koruyucu ekipman kullanımına yönelik gerekli eğitimler işveren ve yöneticilerin sorumluluğundadır. Acil servis hemşirelerinin kişisel koruyucu ekipman konusunda duyarlılıklarının ve kullanım konusunda gösterdikleri dikkat ve özen ile ilgili;

- Kişisel koruyucu ekipman kullanımında acil serviste çalışanlara yönelik iyileştirme programlarının hazırlanması,

- Kullanılacak ekipmanın kısa sürede hasta tedavi ve bakımının sağlanmasına yönelik olan acil serviste çalışanların fizik yapısına uygun, yeterli miktarda ve kolay ulaşılabilir bulundurulması,
- Düzenli koruyucu ekipman kullanmayan acil servis çalışanları için bireyin kendi sağlığının önemi ve sağlığın nasıl yönetileceği ile ilgili eğitimlerin düzenlenmesi,
- Acil servis çalışanlarının belirli aralıklarla ekipman kullanımına olan uyumunun değerlendirilmesi, gibi önlemler alınarak kişisel koruyucu ekipman kullanım duyarlılığının arttırılması ve uyumun sağlanması desteklenebilmektedir (28,29).

Kurum yöneticilerinin, iş sağlığı ve güvenliği konusunda acil serviste çalışanlar için gerekli koruyucu ve önleyici tedbirleri alması, çalışanlara bu konuda destek olması; iş kazalarının, çeşitli bulaşıcı hastalıkların en aza indirilmesi, ortaya çıkan maliyetlerin de azaltılması açısından büyük önem taşımaktadır (29).

Karakuş S. ve Yılmaz F. tarafından bir hastanede görev yapan 344 sağlık çalışanının kişisel koruyucu ekipman kullanımında standart önlemlere uyumunun değerlendirilmesi amacıyla yaptıkları çalışmada, uyumun standart önlemlere uyum ölçeğine göre orta düzeyde olduğunu göstermektedirler. Standart uyum durumu sağlık çalışanlarının eğitim düzeyi, cinsiyet, medeni durum açısından fark göstermemektedir. Ancak haftalık çalışma saati standart önlemlere uyum açısından 48 saat üzeri çalışanlar için anlamlı bir fark olarak bulunmuştur. Sağlık çalışanları için çalışma alanlarında kişisel koruyucu ekipmanın hazır bulundurulmasının, çalışanın bu konuda eğitilmesinin, ekipmanın kullanıma uygunluğunun denetlenmesinin son derece önemli olduğu bu çalışma sonuçları arasında yer almaktadır (28). Hızlı ve doğru tedavinin esas olduğu acil servislerde kişisel koruyucu ekipmanın hazır bulundurulması, tüm acil servis çalışanları tarafından bulunduğu yerler, kullanım şekilleri bilinmeli ve çalışanlar bu konuda eğitilmelidir.

SONUÇ:

Sağlık çalışanları kendilerini, çevresindeki insanları ve sağlık hizmeti sundukları hastaları risk ve tehlikelerden, oluşabilecek ikincil bulaşmalardan korumalıdırlar ve bu kapsamda kişisel koruyucu ekipman kullanımına önem vermeli, koruyucu ekipman kullanımının bilincinde olmalıdırlar. Günümüzde riskli birimlerden biri olan acil servislerde kişisel koruyucu ekipman kullanımının gereksinimi hemşireler tarafından algılanırsa, nasıl-ne zaman kullanılacağı bilinirse kişisel koruyucu ekipmanlar o oranda koruyucu olurlar. Acil servis hemşirelerine uygun bir şekilde kişisel koruyucu ekipman kullanımlarının devamlılığını sağlamak için aralıklı olarak eğitimlerin verilmesi ve bu eğitimlerin etkili olup olmadığının değerlendirilmesi çok önemlidir. Bu kapsamda bu alanda çalışanlar için kişisel koruyucu kullanımı konusunda düzenli bilgilendirmeler ve değerlendirmeler yapılmalıdır. Bu çalışma acil serviste hemşirelerin kişisel koruyucu ekipmanları kullanımının önemini belirtmek, kullanım alışkanlığını desteklemek, var olan alışkanlığı değerlendirmek ve artırmaya yöneliktir. Hemşirelerin sağlığı aynı zamanda toplum sağlığını da etkileyen bir faktör olduğu için yasa ve prosedürler ile çerçevesi belirlenen, kamu ve özel sağlık sektörünü içeren, kullanımı kolay, ulaşılabilir, geniş ve kapsamlı kişisel koruyucu ekipman uygulamalarının hayata geçirilmesi önerilmektedir.

KAYNAKÇA:

1. Aslan E. ‘Acil Servis Kullanımının Değerlendirilmesi ‘Araştırma Makalesi (Mersin Üniversitesi Sağlık Bilim Dergisi 2023).
2. Fırat B. Karataş G. Barut A. Metin G. Sarı D. ‘ Acil Servis Hemşirelerinin Etik Duyarlılıklarının İncelenmesi’ , Dokuz Eylül Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Elektronik Dergisi, (2017).
3. Topçu, D., Baykal, Ü., & Gegin, H. (2024). Acil tıp ve acil bakım hemşireliğinin tarihsel gelişimi. Disiplinlerarası Yenilik Araştırmaları Dergisi. https://doi.org/10.56723/dyad.1401726
4. Uzm. Dr. Figen COŞKUN ‘Acil servislerde dezenfeksiyon ve sterilizasyon konusunda yapılan hatalar’ Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi, Acil Tıp Anabilim Dalı, Erişkin Acil Servisi, ANKARA
5. Pakdemirli A. Sağlık Çalışanları İçin Kişisel Koruyucu Ekipman Kullanımı. JGON. 2021.
6. Yazıcı G. Elbaş N. ‘Hemşirelerin Hasta ve Hemşire Güvenliği Açısından Acil Servislerin Çalışma Ortamına İlişkin Görüşleri’ Sağlık Akademisyenleri Dergisi, 2017, Ankara
7. OSHA, Personal Protective Equipment. https://www.osha.gov/personal-protective-equipment
8. Dünya Sağlık Örgütü, Kişisel koruyucu ekipman. https://www.who.int/teams/healthproduct-policy-and-standards/assistive-and-medicaltechnology/medical-devices/ppe
9. Yoltay H. Korkmaz F. (2023) ‘Hemşirelik Uygulamalarında Kişisel Koruyucu Ekipman Kullanımı’ Avrasya Sağlık Bilimleri Dergisi, 52-59
10. Beşer A. Topçu S. ‘Sağlık Alanında Kişisel Koruyucu Ekipman Kullanımı’, Dokuz Eylül Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi, 2013, 6(1), 241-247.
11. Sarmasoğlu Ş. Çelik G. H. Korkmaz F. ‘İnceleme: COVID-19 Hastalığında Korunmaya Yönelik Kişisel Koruyucu Ekipman Kullanımı’, Hacettepe Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi (2020).
12. Çalışkan, H. (2017). Sağlık hizmetlerinde kişisel koruyucu ekipman kullanma davranışını etkileyen faktörler. Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi. 20(3), 313-328.
13. Sarıçam, H. (2012). İş Sağlığı ve Güvenliği Kapsamında Hemşirelerin Karşılaştığı Risk ve Tehlikelerin İş Stres Düzeyleri Üzerine Etkisi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
14. Meydanlıoğlu A. ‘Sağlık Çalışanlarının Sağlığı ve Güvenliği’, Balıkesir Sağlık Bilimleri Dergisi, 2013, ANTALYA.
15. Gür, B. Yavuz Ş.& Baba, G. (2021). Yoğun Bakım Hemşirelerinin Kişisel Koruyucu Donanım Kullanımlarının Değerlendirilmesi. Journal Of Social And Humanities Sciences Research,8(73), 2097-2105
16. Diker H. Barsbay M. ‘Hastanelerde Meydana Gelen İş Kazalarının İncelenmesi: Bir Devlet Hastanesi Örneği’ , Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi, 2023.
17. Ceylan M. R. Çelik M. ‘Sağlık Çalışanlarında Kesici-Delici Alet Yaralanmaları’, Abant Med J 2022.
18. Çarıkçı F, Salmanlı Ö. Pandemi Döneminde Kişisel Koruyucu Ekipman Kullanımının Sağlık Çalışanları Üzerindeki Fiziksel ve Psikolojik Etkilerine Genel Bakış. 2022.

19. Turan A. Naçar H. ‘Pandemide Sağlık Çalışanlarının Kişisel Koruyucu Ekipman Kullanımına Bağlı Olumsuz Cilt Reaksiyonlarının Belirlenmesi’, Cerrahi Bilimler Dergisi (2020), ADANA.
20. Kantor, J. (2020). Behavioral considerations and impact on personal protective equipment use: Early lessons from the coronavirus (COVID-19) pandemic. Jour- nal of the American Academy of Dermatology.
21. Polat, Ö. ve Coşkun, F. (2020). Covid-19 salgınında sağlık çalışanlarının ki- şisel koruyucu ekipman kullanımları ile depresyon, anksiyete, stres düzeyleri arasındaki ilişkinin belirlenmesi. Batı Karadeniz Tıp Dergisi.
22. Liu, Z., Han, B., Jiang, R., Huang, Y., Ma, C., Wen, J. ve ark. (2020). Mental health status of doctors and nurses during COVID-19 epidemic in China. Emerg Med J., 24(2), 28-45.
23. Tuncay Enli, F., Koyuncu, E., Özel, Ş. (2020). Pandemilerde Sağlık Çalışanlarının Psikososyal Sağlığını Etkileyen Koruyucu ve Risk Faktörlerine İlişkin Bir Derleme.
24. Akgün, T., & Karaca Sivrikaya, S. (2021). COVID-19 Pandemisinin Hastane Öncesi Acil Sağlık Çalışanı Üzerine Etkisi. Hastane Öncesi Dergisi.
25. World Health Organization (WHO). Infection prevention and control during health care when COVID-19 is suspected [Internet](2020). Erişim adresi: https://www.who.int/publications-detail/infection- prevention-and-control-during-health-care-when- novel-coronavirus-(ncov)-infection-is-suspected- 20200125
26. World Health Organization (WHO). Q&A on infection prevention and control for health care workers caring for patients with suspected or confirmed 2019-nCoV [Internet]. (2020)Erişim adresi: https://www.who.int/news-room/q-a-detail/q- a-on-infection-prevention-and-control-for-health- care-workers-caring-for-patients-with-suspected-or- confirmed-2019-ncov
27. Metan, G. (2020). Sağlık Çalışanları İçin Korunma Yöntemleri. İnfeksiyon Dünyası Covid-19 Eğitim Seti https://www.infeksiyondunyasi.org/covid19 videoegitimseti/VideoView.aspx?id=12
28. Karakuş S. Yılmaz F. ‘Sağlık Tesislerinde Kişisel Koruyucu Ekipman Kullanımının Değerlendirilmesi’ , Uluslararası Akademik Birikim Dergisi, 2023, ISSN:2757-6469.
29. Yüksel, A. (2021). Sağlık Hizmetlerinde Kişisel Koruyucu Donanım (KKD) Kullanımının Önemi. Ankara Sağlık Hizmetleri Dergisi, 19(2), 44-50.

INVESTIGATION ON MECHANICAL PROPERTIES OF VOLCANIC SLAG REINFORCED POLYMER MATRIX COMPOSITES PRODUCED BY ADDITIVE MANUFACTURING

Alperen Böğrekci

İzmir Katip Çelebi University, - 0009-0003-6073-6239

Öğr.Gör. Dr., Saadet Güler

İzmir Katip Çelebi University, - 0000-0001-9656-342X

ABSTRACT

Additive manufacturing represents a transformative methodology in material fabrication, enabling the production of complex geometries and customized structures through precise layer-by-layer deposition techniques. Among these, stereolithography (SLA) leverages photopolymerization to solidify liquid resins into high-resolution structures with exceptional accuracy. This study focuses on the fabrication of polymer matrix composites (PMCs) reinforced with volcanic slag (VS) using the SLA technique. Volcanic slag, an abundant yet underutilized byproduct of volcanic activity, was incorporated into an epoxy matrix at varying weight percentages (0%, 0.50%, 0.75%, and 1.0%) to evaluate its impact on composite performance. The investigation primarily aimed to assess how VS additives influence the mechanical properties of epoxy/acrylate-based composites, emphasizing hardness and bending strength. This approach has highlighted the potential of recycling volcanic slag into high-value materials while contributing to sustainable development goals by minimizing waste and promoting eco-friendly material solutions. By leveraging the capabilities of SLA to produce environmentally conscious composites, this research paves the way for innovative advancements in sustainable engineering and cutting-edge design.

Keywords: Volcanic slag, Polymer matrix composites, Additive manufacturing, Stereolithography, Mechanical performance

1. INTRODUCTION

Use of polymer matrix composites (PMCs) is a very important part of our lives. PMCs are widely used in many application areas such as automotive, aerospace, and construction materials. The incorporation of volcanic slag as reinforcement in these composites can expand their application areas and enhance their mechanical and thermal properties. Volcanic slag, a lightweight and porous material formed during volcanic eruptions, has gained significant attention due to its unique properties, including high porosity, low density, and vesicular glassy structure. These characteristics make volcanic slag ideal for construction applications, particularly in lightweight concrete and polymer matrix composites (Guzel & Deveci, 2017). Incorporating volcanic slag into construction materials improves their thermal insulation and mechanical properties while contributing to sustainability by reducing reliance on raw materials (Demirdag et al., 2008; Topçu, 1997). These enhanced properties highlight versatility of the volcanic slag, particularly as a lightweight aggregate for structural applications.

As a natural lightweight aggregate, volcanic slag offers enhanced mechanical properties when integrated into composites. Its irregular structure enhances bonding with epoxy resins, leading to the production of durable and lightweight materials ideal for structural applications in construction and industrial sectors (GÜNDÜZ & Kalkan, 2023). The idea of adding volcanic slag to epoxy to create a composite is inspired by its use in concrete. This approach is particularly critical for applications in multi-storey buildings and seismic zones, where reducing dead load and increasing strength significantly enhance structural safety and performance (KÖSEDAĞ, 2023). The potential of these composites extends further, with applications in advanced manufacturing techniques, such as 3D printing.

Additive manufacturing (AM), also known as 3D printing, offers exceptional design flexibility and efficiency, enabling the creation of intricate, customized structures with minimal waste. This innovative technology has transformed industries by facilitating the production of advanced materials and complex geometries. The integration of volcanic slag in AM techniques, such as stereolithography (SLA), broadens its application potential(Schmidleithner & Kalaskar, 2018). SLA, a high-precision AM method, enables layer-by-layer fabrication of intricate designs by using photocurable resin composites (Huang et al., 2020). This technique is particularly advantageous for fabricating volcanic slag-reinforced epoxy composites, allowing the production of complex geometries with consistent material properties. Epoxy resins, known for their superior mechanical, thermal, and adhesive properties, form a robust matrix with volcanic slag, enhancing the composite's performance in demanding applications (Peerzada et al., 2020). Its application in manufacturing aligns with broader sustainability goals, emphasizing its value in reducing waste and conserving resources.

The sustainability benefits of utilizing volcanic slag are significant. Recycling volcanic slag not only mitigates industrial waste but also reduces the carbon footprint of material utilization, particularly the construction materials (Topçu, 1997). Research highlights its potential to replace conventional aggregates, providing a cost-effective and eco-friendly alternative for composite production(BİÇER, 2020). This dual focus on innovation and sustainability sets the stage for exploring its integration into epoxy-based composites through advanced techniques like SLA.

This paper examines the integration of volcanic slag into epoxy-based composite materials, focusing on its application in advanced additive manufacturing techniques such as SLA. By examining its properties, processing methods, and contributions to sustainability, this study underscores the value of volcanic slag as a recyclable material in construction and material science.

2. MATERIALS AND METHODS

In this experimental study, volcanic slag powder was added to epoxy resin to create a polymer matrix composite. In this study, volcanic slag acts as the reinforcement material, while epoxy resin serves as the matrix material. Firstly, volcanic slag powder was sieved under 75 μm for the purpose of achieving a homogeneous distribution in the epoxy resin. The volcanic slag powder was integrated into the epoxy resin in four different weight percentages, namely 0, 0.5, 0.75, and 1.0. For each proportions, the weights of the powder and the resin were adjusted by measuring with the analytical balance (Radwag AS 220/C/2). Then, the two materials were mixed by using mechanical mixer (IKA EUROSTAR 20) at approximately 400 rpm for 10 minutes.

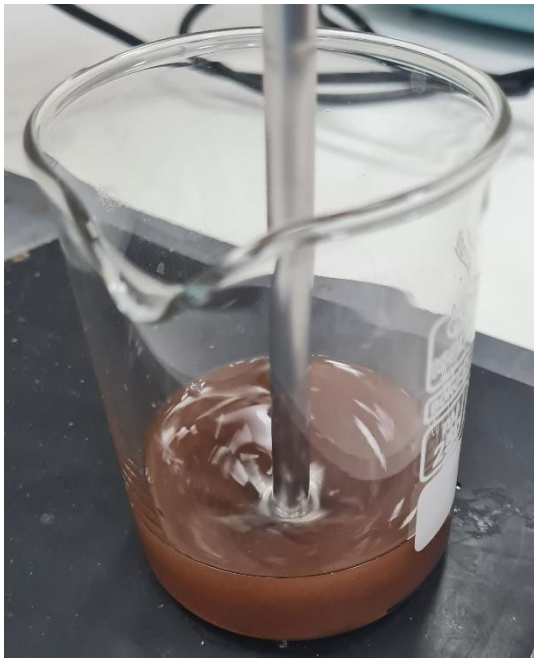


Figure 2.1. The Mixture of Powder and Resin

The volcanic slag reinforced polymer composites were manufactured through 3D printing using a commercial LCD-based SLA printer (Creality Halot-One). The optimized printing parameters were applied continually for all samples. After the printing process, the produced composites were immersed in methyl alcohol and cleaned in ultrasonic bath for 15 minutes. Afterwards, all samples went through a post-curing process under UV light for 60 minutes.

Figure 2.2. Image of the Produced Composites

The produced composite samples were coded as shown in Table 2.1.

Table 2.1. Proportions of the Reinforcement Material

Material Code Name	Matrix	Additive Material Proportions (wt. %)
VS0	Epoxy Resin	0
VS50	Epoxy Resin	0.5
VS75	Epoxy Resin	0.75
VS100	Epoxy Resin	1.0

The samples used in bending tests were produced according to ASTM D 790 standards. In addition, disc-shaped specimens with a diameter of about 20 mm and a height of 5 mm were also produced. These disc-shaped samples were used for X-ray diffraction (XRD) analysis using a Bruker D2-phaser and Shore D hardness tests using a Loyka M2D.

3. RESULTS AND DISCUSSION

Figure 3.1 shows the phase analysis of volcanic slag. In figure distinctly displays the peaks of the anorthite ($CaAl_2Si_2O_8$) and magnetite (Fe_3O_4) phases. An extensive amorphous peak signifies the glassy structure created by the natural cooling process of the slag. These findings offer valuable insights into the applicability of volcanic slag in construction materials and environmental uses.

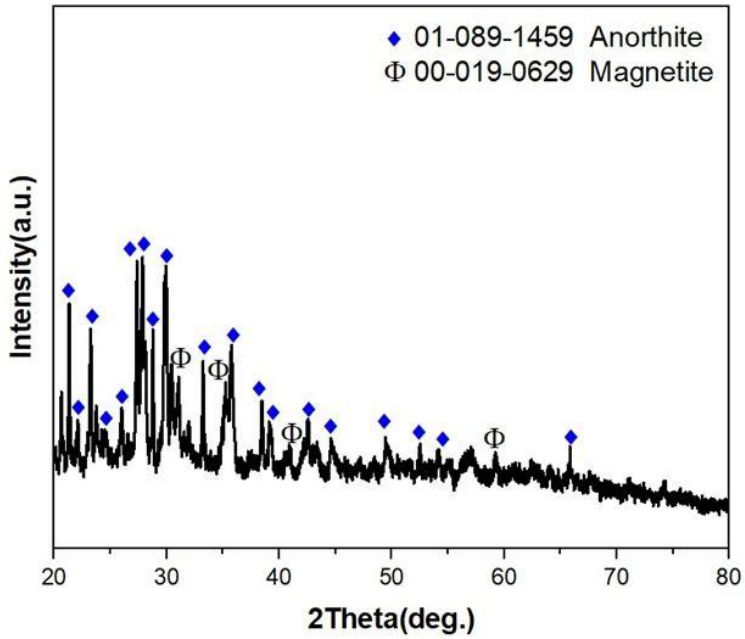


Figure 3.1. Volcanic slag XRD analysis

Figure 3.2 illustrates the XRD study of pure epoxy (VS0) and the composite with 1.0% volcanic slag (VS100). The pure epoxy matrix (VS0) exhibits an amorphous structure at 2θ values. In contrast, the XRD pattern of the composite with 1.0% volcanic slag (VS100) reveals the emergence of crystalline phases, particularly the anorthite phase and magnetite, distinguished by prominent peaks at approximately 2θ ~25°, ~27°, and ~28°. The integration of volcanic slag illustrates its significant effect on the epoxy matrix.

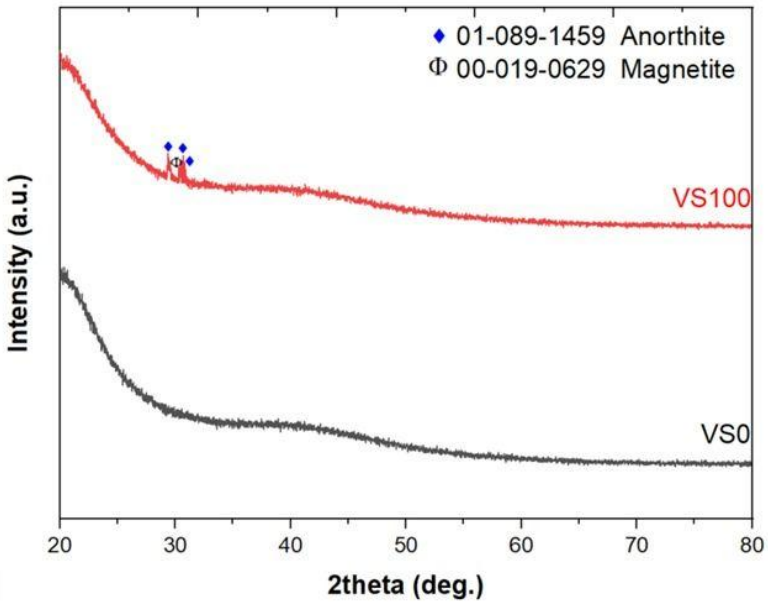


Figure 3.2. XRD analysis of volcanic slag-reinforcement polymer composites

Figure 3.3 illustrates the Shore D hardness values of samples with different proportions (0%, 0.5%, 0.75%, and 1%) of volcanic slag incorporated into epoxy acrylate resin. The control sample (VS0, 0% slag) demonstrated a Shore D hardness of 65. A significant decrease was observed in the VS50 specimen, which comprised 0.5% volcanic slag, leading to a hardness fall to 60. This decline is due to the failure to attain uniform dispersion within the matrix at low slag ratios, along with the tendency of the slag to aggregate. The current research demonstrates a clear association between the mechanical characteristics of composites and their particle size and uniform dispersion.

Increasing the slag ratio to 0.75% (VS75) resulted in a hardness of 66, while the addition of 1% slag (VS100) achieved a maximum hardness of 67. This finding illustrates that the incorporation of volcanic slag enhances hardness and strengthens the matrix structure by acting as a filler at increased proportions. The study emphasizes the critical significance of the optimal ratio and distribution of volcanic slag in enhancing the hardness characteristics of epoxy-based composites. In the composite research conducted by Priyank Lohiya et all. in 2022, a corresponding rise in hardness values was seen with the increase in additive quantities(Lohiya et al., 2022).

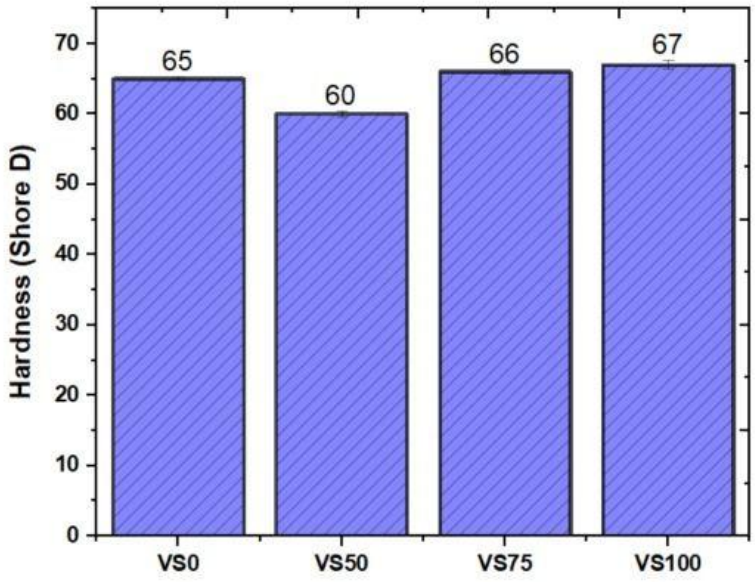


Figure 3.3. An investigation into the hardness behavior of polymer composites produced

Figure 3.4 evaluates the flexural strength of specimens produced via the SLA technique. The specimens were created by integrating various proportions of volcanic slag (VS0, VS50, VS75, VS100) into epoxy acrylate resin. The flexural strength of the VS0 specimen, produced without volcanic slag, was approximately 50 MPa, while the strength significantly increased to a peak of 75 MPa in the VS75 specimen. A little reduction is noted in the VS100 specimen, indicating an ideal volcanic slag concentration for enhancing flexural strength. In the composite study of Sourav Kumar Mahapatra and Alok Satapathy in 2022, a similar increase in the flexural strength was observed with the increase in the amount of additives(Mahapatra & Satapathy, 2022).

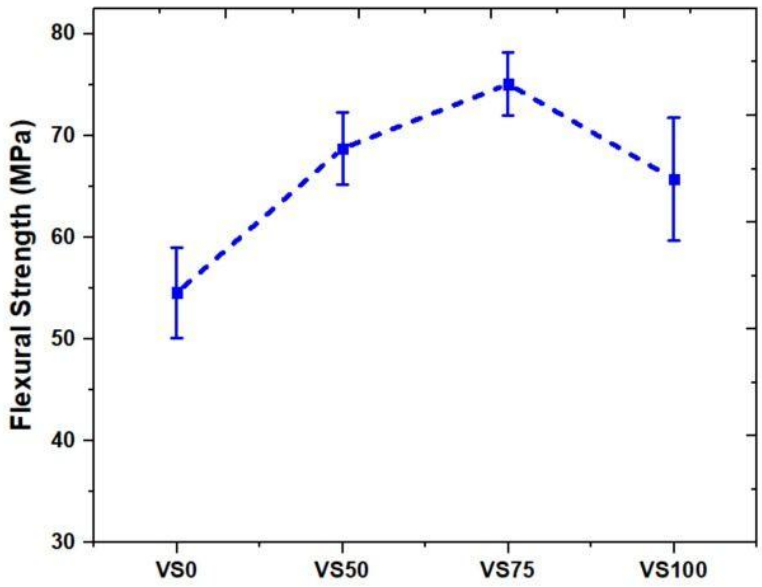


Figure 3.4. Flexural strength of produced polymer composites

4. CONCLUSION

This work emphasizes the substantial influence of volcanic slag integration on the mechanical and structural characteristics of epoxy acrylate composites. The incorporation of volcanic slag significantly affected hardness, XRD patterns, and flexural strength. Shore D hardness evaluations indicated that the addition of 1.0% volcanic slag attained the maximum value of 67, illustrating its efficacy in improving hardness when appropriately incorporated into the composite matrix. Flexural strength tests demonstrated that a 0.75% slag content enhanced mechanical performance by augmenting interfacial adhesion inside the matrix. According to the results from XRD, hardness, and flexural strength assessments, a 1.0% volcanic slag incorporation is advised as the ideal proportion for improving the mechanical properties of epoxy acrylate composites.

KAYNAKÇA

BİÇER, A. (2020). Make Use of Volcanic Slag as Aggregate in the Production of Concrete. *Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi*, *2*(2), 337–347. https://doi.org/10.47898/ijeased.790991

Demirdag, S., Ugur, I., & Sarac, S. (2008). The effects of cement/fly ash ratios on the volcanic slag aggregate lightweight concrete masonry units. *Construction and Building Materials*, *22*(8), 1730–1735. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2007.05.011

GÜNDÜZ, L., & Kalkan, Ş. O. (2023). The Effect of Different Natural Porous Aggregates on Thermal Characteristic Feature in Cementitious Lightweight Mortars for Sustainable

Buildings. *Iranian Journal of Science and Technology, Transactions of Civil Engineering*, *47*(2), 843–861. https://doi.org/10.1007/s40996-022-00937-3

Guzel, G., & Deveci, H. (2017). Physico-mechanical, thermal, and coating properties of composite materials prepared with epoxy resin/steel slag. *Polymer Composites*, *38*(9), 1974–1981. https://doi.org/10.1002/pc.23768

Huang, J., Qin, Q., & Wang, J. (2020). A Review of Stereolithography: Processes and Systems. *Processes*, *8*(9), 1138. https://doi.org/10.3390/pr8091138

KÖSEDAĞ, E. (2023). Investigation of the Effect of Filling Ratio on Mechanical Properties of Pumice Filled Epoxy-Based Composites. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Part C: Tasarım ve Teknoloji*, *11*(2), 431–438. https://doi.org/10.29109/gujsc.1279794

Lohiya, P., Agrawal, A. B., Agrawal, A., & Purohit, A. (2022). Physical, mechanical, and sliding wear behavior of micro-sized Linz-Donawintz slag filled epoxy composites. *Journal of Applied Polymer Science*, *139*(31). https://doi.org/10.1002/app.52714

Mahapatra, S. K., & Satapathy, A. (2022). Processing and physico-mechanical characterization of sponge iron slag filled ramie fiber reinforced epoxy-based composites. *Polymer Composites*, *43*(9), 6191–6203. https://doi.org/10.1002/pc.26923

Peerzada, M., Abbasi, S., Lau, K. T., & Hameed, N. (2020). Additive Manufacturing of Epoxy Resins: Materials, Methods, and Latest Trends. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, *59*(14), 6375–6390. https://doi.org/10.1021/acs.iecr.9b06870

Schmidleithner, C., & Kalaskar, D. M. (2018). Stereolithography. In *3D Printing*. InTech. https://doi.org/10.5772/intechopen.78147

Topçu, İ. B. (1997). Semi lightweight concretes produced by volcanic slags. *Cement and Concrete Research*, *27*(1), 15–21. https://doi.org/10.1016/S0008-8846(96)00190-1

LARGE DIAMETER STEEL PIPE BENDS UNDER CYCLIC LOADINGS

Asst. Prof., Ercan Serif KAYA

Alanya Alaaddin Keykubat University, - 0000-0002-1098-6534

ABSTRACT

The transport and distribution of water, gas and oil products from the source to the end user often involves large diameter buried steel pipes. Due to their high flexibility, these pipelines often incorporate bends to accommodate routing requirements. Understanding the mechanical behavior of such critical infrastructure components is vital for enhancing their seismic performance under cyclic loading conditions. To this end, a detailed three-dimensional finite element model was developed to study the behavior of large-diameter pipe bends with varying angles. The developed model also takes both geometrical and material nonlinearities into consideration to capture ratcheting effects under both pressurized and unpressurized conditions. Results indicate that bends with larger angles exhibit greater durability, withstanding more loading cycles before reaching failure. Conversely, as the bend angle decreases, their behavior begins to resemble that of straight pipes, making them more susceptible to plastic deformations such as kinking and buckling under bending stresses.

Keywords: Pipe Bend, Seismic Performance, Buried Pipeline, Finite Element Method

1. **INTRODUCTION**

Buried pipelines are essential infrastructure that enhance urban life by delivering critical resources such as water, oil, and gas particularly crucial in post-disaster scenarios. Severe damage to these systems and connected units can result in service disruptions affecting large areas [1-4]. Design principles emphasize that pipelines should be positioned along their routes to be subject to predominantly tensile loads, thereby optimizing their structural performance and reliability [5]. At this point, pipe bends are often used (Fig. 1) for this purpose due to their high flexibility and ability to absorb energy [6-7].

Figure 1. Rerouting of pipelines using pipe bends [6-7]

Pipe diameter-to-wall thickness ratio, D/t, and the bend curvature radius-to-pipe diameter ratio, R/D, are two critical factors influencing the mechanical behavior of pipe bends [8-9]. Most studies in the literature have focused on steel pipe bends with D/t ratios ranging from 10 to 100 [10-14]. On the other hand, water transmission pipelines in particular are designed with large pipe diameters up to 2.6 meters due to amount of water to be transmitted. Therefore, this study investigates the cyclic loading behavior of large diameter steel pipe bends that may be severely damaged under seismic events.

2. **FINITE ELEMENT MODELING**

Initially, verification and calibration studies were carried out taking into account geometrical and material nonlinearities affecting the post-buckling behavior of these steel components [15]. For this purpose, an experimental test equipment [16] was modeled using the finite element method (Fig. 2) and applied cyclic loading protocol. The pipe material is P355N which corresponds to API 5L X52 steel grade, and the sample is 203 mm long with a diameter of 219.1 mm and a wall thickness of 8.18 mm.

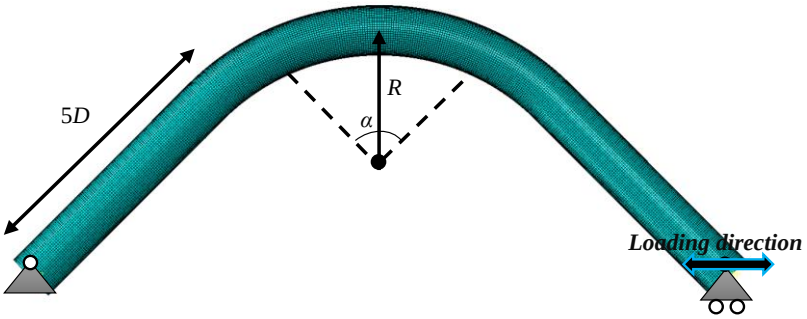


Figure 2. Finite element test model

The opening and closing ovalization form of the pipe bend sample was captured, as was the load-displacement hysteresis (Fig. 3).

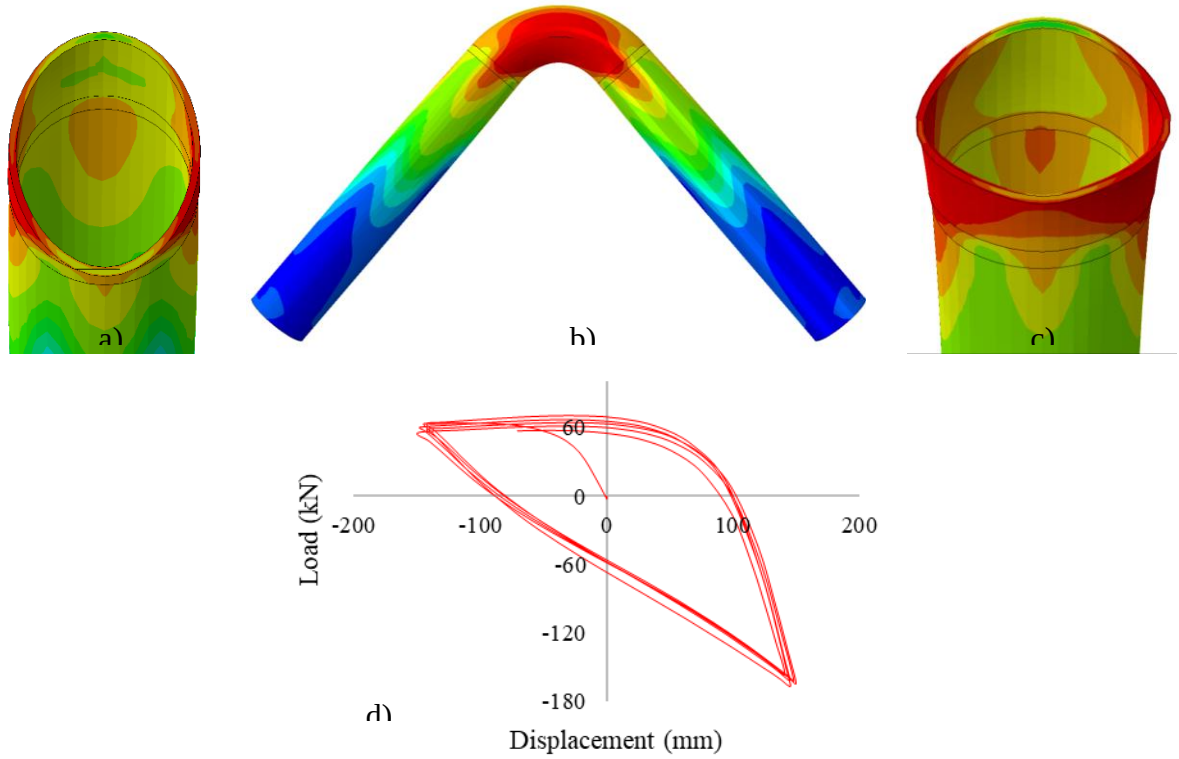


Figure 3. a) Opening shape of b) bended pipe followed by c) closing shape under d) cyclic loading

Following calibration studies, large diameter steel pipe bends was investigated using the well-known Thames water transmission pipeline [1] with a diameter of 2200 mm (D/t = 122). In addition, three different bend angles, 30, 60 and 90 degrees (Fig. 4), with a bend curvature radius-to-pipe diameter ratio of 5, were subjected to cyclic loading until limit states were reached. Numerical analysis results are explained in the following section.

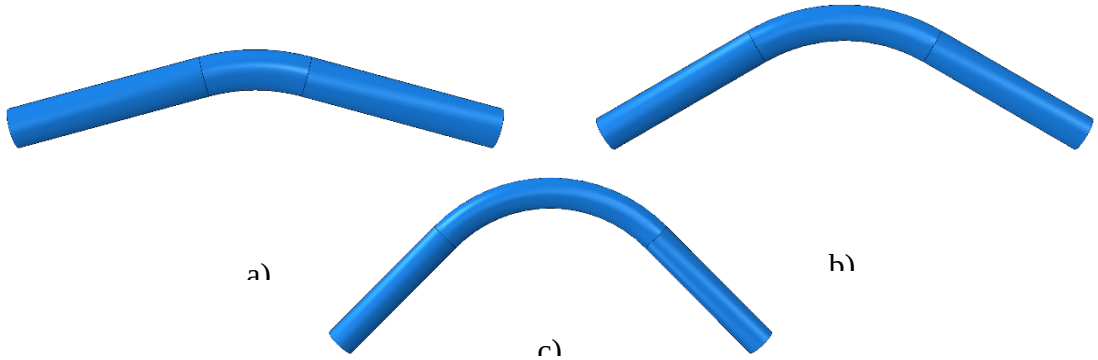


Figure 4. Pipe bends with different angles a) 30, b) 60, c) 90

3. NUMERICAL ANALYSIS

The compressive limit state (4% of strain) was achieved after 32 cycles without any buckling at high repetitive displacements for the 90-degree pipe bend (Fig. 5.a). For the 60-degree and 30-degree pipe bends, the plastic limit was reached after fewer cycles compared to 90-degree pipe bend. However, no buckling was observed for 60-degree pipe bend either (Fig. 5.b). In contrast, the 30-degree pipe bend reached its limit state the earliest, exhibiting pipe wall buckling (Fig. 5.c) even under lower displacement levels.

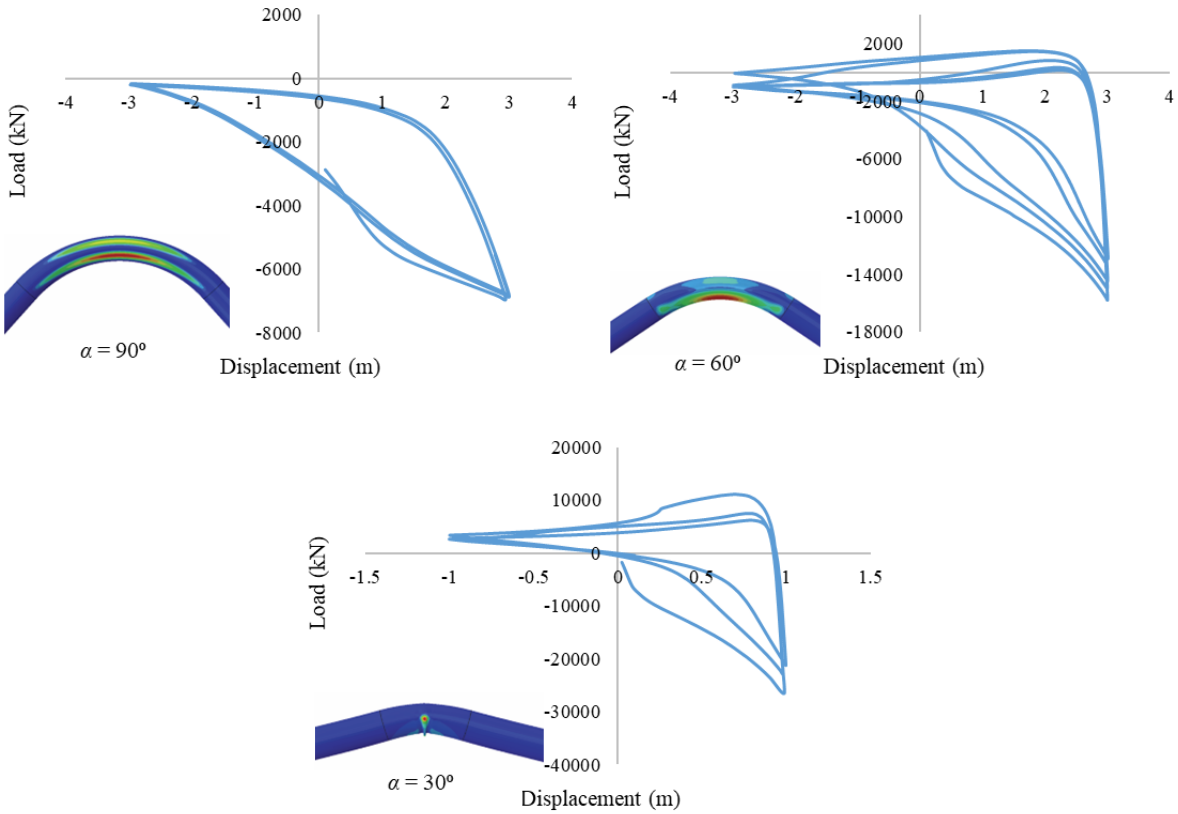


Figure 5. Hysteresis curves for a) 90-degree, b) 60-degree and c) 30-degree pipe bends

4. **CONCLUSION**

Steel pipe elbows serve as essential components in pipeline infrastructure, enabling the orientation and alignment of pipelines along their designated routes. In this study, large-diameter steel pipe bends were investigated due to the unique stresses and deformations they experience as a result of their flexibility. For this purpose, a 3D nonlinear finite element model is utilized. It is seen that larger pipe bend angles could endure more cycles before reaching their limit states. Additionally, steel pipe bends with smaller angles performed similar behavior to that of straight pipes. Moreover, pipes with smaller elbow angles demonstrated a heightened vulnerability to plastic deformations compared to those with larger angles.

5. **REFERENCES**

[1] Kaya, E.S., Uckan, E., O'Rourke, M.J., Karamanos, S.A., Akbas, B., Cakir, F., Cheng, Y. Failure analysis of a welded steel pipe at Kullar fault crossing, Engineering Failure Analysis. (71), 43-62, 2017.

[2] Uckan, E., Aksel, M., Atas, O., Toprak, S., Kaya, E.S. The performance of transmission pipelines on February 6th, 2023 Kahramanmaras earthquake: a series of case studies, Bulletin of Earthquake Engineering, 1-20, 2024.

[3] Kaya, E.S. Earthquake damage mitigation methods for buried pipelines under compressive loads: A case study of the Thames water pipeline, International Journal of Pressure Vessels and Piping, 212, 105322, 2024.

[4] Saka, A.C., Kaya, E.S., Uckan, E. Seismic performance of cylindrical liquid storage tanks in the 2023 kahramanmaras earthquakes: A case study of a self-supported oil storage tank, Journal of Earthquake Engineering, 1-12, 2024.

[5] Uckan, E., Akbas, B., Kaya, E.S., Cakir, F., Ipek, C., Makaraci, M., Ataoglu, S. Design issues of buried pipelines at permanent ground deformation zones, Disaster Science and Engineering. 2(2) 53-58, 2016.

[6] Kaya, E.S. Mechanical behavior of large-diameter pipe elbows under low-cyclic loading, Journal of Sustainable Construction Materials and Technologies, 8(3), 243-250, 2023.

[7] Vazouras, P., Karamanos, S. A. Structural behavior of buried pipe bends and their effect on pipeline response in fault crossing areas, Bulletin of Earthquake Engineering, 15, 4999-5024, 2017.

[8] Kaya, E.S. Determination of performance criteria of steel pipes subjected to axial compressive load and bending moment, Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, 38(4), 2107-2118, 2023.

[9] Vazouras P., Karamanos S.A., Dakoulas P. Finite element analysis of buried steel pipelines under strike-slip fault displacements, Soil Dyn Earthq Eng, 30(11), 1361–1376, 2010.

[10] Sobel, L.H., Newman, S. Z. Comparison of experimental and simplified analytical results for the in-plane plastic bending and buckling of an elbow, J Pressure Vessel Technology, 102, 400-409, 1980.

[11] Suzuki, N., Nasu, M. Non-linear analysis of welded elbows subjected to in-plane bending, Computers & Structures, 32(3-4), 871-881, 1989.

[12] Chattopadhyay, J., Nathani, D.K., Dutta, B.K., Kushwaha, H.S. Closed-form collapse moment equations of elbows under combined internal pressure and in-plane bending moment, J. Pressure Vessel Technol., 122(4), 431-436, 2000.

[13] Karamanos, S.A., Tsouvalas, D., Gresnigt, A.M. Ultimate bending capacity and buckling of pressurized 90 deg steel elbows, Journal of Pressure Vessel Technology, 138(4), 041203, 2006.

[14] Takahashi, K., Tsunoi, S., Hara, T., Ueno, T., Mikami, A., Takada, H., Shiratori, M. Experimental study of low-cycle fatigue of pipe elbows with local wall thinning and life estimation using finite element analysis, International Journal of Pressure Vessels and Piping, 87(5), 211-219, 2010.

[15] Kaya, E.S, Uckan, E., Cakir, F., Akbas, B. A 3D nonlinear numerical analysis of buried steel pipes at strike-slip fault crossings, Građevinar, 68(10), 815-823, 2016.

[16] Varelis, G.E., Karamanos, S.A., Gresnigt, A.M. Pipe elbows under strong cyclic loading, Journal of Pressure Vessel Technology, 135(1), 011207, 2013.

EVALUATING CODE QUALITY WITH PREDICTIVE MODELS: A OMPARATIVE ANALYSIS OF MACHINE LEARNING ALGORITHMS

Assoc. Prof. Dr. Fatih YÜCALAR[1], Prof. Dr. Akın ÖZÇİFT[2]

[1] Manisa Celal Bayar University,– 0000-0002-1006-2227

[2] Manisa Celal Bayar University, – 0000-0002-5317-5678

ABSTRACT

Code quality is a critical component of the software development process in terms of both cost and sustainability. Poor code increases error rates, complicating maintenance and development processes, whereas high-quality code enhances the reliability and long-term performance of software systems. In this study, a comparative analysis was conducted to predict code quality using Logistic Regression, Naive Bayes, Decision Tree, AdaBoost, and Neural Network algorithms. Five different machine learning models were trained and evaluated using software metric data such as code length, modularity, comment-to-code ratio, code complexity, and meaningful variable naming. The models were compared based on metrics such as Precision, Recall, and F-Score, with AdaBoost observed to deliver the best performance (F-Score: 0.9272). Additionally, the Decision Tree algorithm demonstrated high accuracy and consistency. Logistic Regression, Naive Bayes, and Neural Network algorithms performed less effectively, suggesting that the dataset and feature engineering processes could be improved for these models. The study highlights machine learning as a powerful tool for developing automated systems to predict software quality. Predicting code quality in advance can significantly accelerate software development processes and reduce error rates. In the future, the integration of larger datasets, more complex algorithms, and optimization techniques has the potential to enhance the effectiveness of such systems.

Keywords: Code Quality Prediction, Machine Learning Algorithms, Software Metrics, Comparative Analysis.

1. INTRODUCTION

Code quality is a critical research area in software engineering and a factor that directly impacts the success of the software development process. High-quality code enhances the reliability, sustainability, and maintainability of software, while poor-quality code results in an increase in software errors, higher development costs, and more complex maintenance processes [1]. Code quality consists of various components such as modularity, readability, documentation, and error rate [2]. However, as the size and complexity of software increase, the manual evaluation of code quality becomes increasingly challenging, emphasizing the growing need for automated methods in this process [3].

Machine Learning (ML) is an effective tool in software engineering for addressing problems such as predicting code quality and forecasting errors [4]. Specifically, models trained on datasets based on software metrics can optimize software development processes by predicting the future behavior of code [5]. Metrics such as code length, cyclomatic complexity, variable naming, and comment ratio are fundamental attributes used to evaluate the quality of a software system [6]. These metrics play a critical role not only in assessing the current state of the code but also in predicting future errors and declines in quality [7].

This study examines popular machine learning algorithms, including Logistic Regression [8], Naive Bayes [9], Decision Tree [10], AdaBoost [11, 12], and Neural Network [13], for predicting code quality. These algorithms were compared in terms of performance using metrics such as Precision, Recall, and F-Score. The AdaBoost algorithm stood out with superior performance (F-Score: 0.9272), while the Decision Tree algorithm also demonstrated high accuracy and reliability. The other algorithms exhibited lower accuracy and F-Score values, indicating reduced suitability to the dataset's characteristics [14].

The effectiveness of machine learning methods in evaluating code quality has been emphasized in various studies in literature. For example, algorithms such as Logistic Regression and Naive Bayes have been successfully applied to predict software errors [15]. AdaBoost and Decision Tree algorithms are particularly favored for their strong performance on high-dimensional and complex datasets [16]. Neural Networks, meanwhile, can be more effective in specific scenarios due to their sensitivity to dataset size and quality [17].

The selection of metrics used to evaluate code quality plays a critical role in the performance of predictive models. In particular, Cyclomatic Complexity, a widely used metric for measuring code complexity, is directly linked to software error rates and maintenance costs [18]. Similarly, factors such as the ratio of comment lines and adherence to variable naming standards are key elements that enhance the readability and maintainability of software [19].

In conclusion, the findings of this study highlight that machine learning algorithms are powerful tools for predicting and evaluating software quality. Integrating such automated methods can make software development processes more efficient and significantly reduce maintenance costs. In the future, the use of more comprehensive datasets and advanced algorithms is expected to further enhance the effectiveness of these methods [20-21].

2. MACHINE LEARNING ALGORITHMS AND THEIR PERFORMANCES

This section discusses the machine learning algorithms used in the study, the performance metrics for evaluating the success of the experiments, and the results obtained.

2.1. Machine Learning Algorithms

In this study, Logistic Regression, Naive Bayes, Decision Tree, AdaBoost, and Neural Network algorithms were employed to predict code quality. This section explores the characteristics, advantages, and applications of each algorithm in the context of code quality.

Logistic Regression (LR) is an algorithm commonly used for binary classification problems. It is an extended version of linear regression and predicts output values within a probability range (0 to 1) [22]. This algorithm is well-suited for modeling the relationship between independent variables, such as code quality metrics, and a dependent variable. Logistic Regression offers several advantages, including effective performance with small datasets and low computational cost [23]. However, its performance is limited in capturing non-linear relationships and generally has lower accuracy compared to other methods.

Naive Bayes (NB) is an algorithm based on Bayes' theorem that assumes variables are independent. It performs particularly well on categorical datasets [24]. In the context of predicting code quality, NB offers notable advantages, including its speed and its ability to make predictions on complex datasets using a simple model [25]. However, dependencies between variables can negatively affect its performance. In this study, the NB algorithm demonstrated moderate success, producing results similar to those of Logistic Regression, largely due to the limited dependency among the metrics.

The Decision Tree (DT) algorithm is a hierarchical model used for classification and regression problems. It creates decision trees by splitting data into segments and employs criteria such as information gain or the Gini index to determine the optimal splits at each node [26]. In the evaluation of code quality, DT demonstrates its ability to model complex relationships between various metrics [27]. Although its performance may decline as the dataset size increases, within the scope of this study, it excelled with high accuracy and strong predictive results. Furthermore, the explainability of DT models is a notable advantage in software engineering problems [28].

AdaBoost is an ensemble method that combines weak classifiers to create a strong classifier. This algorithm aims to improve the overall accuracy of the model by assigning higher weights to misclassified examples [29]. In the context of evaluating code quality, the AdaBoost algorithm demonstrated exceptional performance in understanding complex relationships between metrics. In this study, it emerged as the most successful algorithm in terms of F-Score and Precision. One of AdaBoost's key advantages is its ability to achieve high accuracy and effectively handle complex datasets. However, the risk of overfitting requires careful preparation of the dataset [30].

Artificial Neural Networks (ANNs) are learning models inspired by the biological nervous system. These algorithms have the capacity to model non-linear relationships due to their structure, which includes one or more hidden layers [31]. In predicting code quality, ANNs

offer advantages in handling large datasets and complex relationships. However, in this study, they exhibited relatively low performance. One reason for this is the need for large datasets and precise hyperparameter tuning in ANNs [32]. Additionally, the model's high computational cost necessitated the use of alternative methods that are more effective for small and medium-sized datasets [33].

2.2. Comparison of Algorithms in Code Quality Prediction

The results of the study revealed that the performance of the algorithms used varied significantly depending on the characteristics of the dataset and the selected metrics. AdaBoost and Decision Tree algorithms demonstrated strong performance in the context of code quality evaluation, proving effective in understanding more complex structures. Logistic Regression and Naive Bayes, while effective on simpler datasets, showed limited success with more complex code metrics. The performance of Neural Networks, on the other hand, can be improved with large-scale and more complex datasets. The use of machine learning algorithms in this study has shown that they can make the software quality evaluation process faster and more consistent. However, the selection of algorithms should be made carefully, based on the characteristics of the dataset, the predicted metrics, and the intended application of the model.

2.3. Performance Metrics

Precision, Recall, and F-Score metrics were used to evaluate the performance of machine learning models for code quality prediction. These metrics are commonly used measures to understand the accuracy and effectiveness of prediction models. The Confusion Matrix (CM) is used to obtain these metric values. In the CM, True Positive (TP) and True Negative (TN) predictions are considered correct predictions, while False Negative (FN) and False Positive (FP) predictions are considered incorrect predictions [34].

Precision measures how many of the positive predictions made by the model are actually correct. It is particularly important in scenarios where minimizing errors is critical. The Precision value is calculated as shown in Equation (1):

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP} \tag{1}$$

In this study, high Precision values indicate a low rate of false positive classifications and demonstrate the reliability of the model's predictions [34].

Recall measures the model's ability to correctly capture truly positive data. Low Recall values in code quality may indicate that errors are being overlooked. The Recall value is calculated using the formula provided in Equation (2):

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN} \tag{2}$$

The Recall value reflects the completeness of the model and is important for effectively predicting software defects [35].

F-Score is a metric that measures the balance between Precision and Recall, making it particularly useful in cases where these two values are in conflict. The F-Score value is calculated using the formula provided in Equation (3):

$$F - score = 2 * \frac{Precision * Recall}{Precision + Recall} \quad (3)$$

The F-Score metric provides a balanced evaluation, reflecting the overall performance of a model in terms of both accuracy and completeness [36]. A high F-Score in code quality prediction indicates both a high proportion of correct predictions and a low number of missed errors. These metrics offer a comprehensive framework for understanding the code quality assessment performance of different models. By using Precision, Recall, and F-Score metrics together, the strengths and weaknesses of a model can be analyzed in detail.

2.4. Experimental Results

Machine learning algorithms used for predicting the quality of software code have been evaluated, and the performance of each model has been analyzed using key metrics such as Precision, Recall, and F1-Score, as shown in Table 1. Considering the F1-Score, which measures the balance between Precision and Recall, the AdaBoost algorithm demonstrated the highest success in evaluating code quality with a score of 92.72%, particularly showing consistently high performance in both Precision and Recall values. This result shows that the AdaBoost algorithm is more effective than other algorithms in predicting software code quality.

Table 1. Performance values of the algorithms

Algorithm	Precision	Recall	F-score
Logistic Regression	0.53431	0.71345	0.61102
Naive Bayes	0.53478	0.71931	0.61347
Decision Tree	0.90335	0.89279	0.89804
AdaBoost	0.91149	0.94347	0.92723
Neural Network	0.54286	0.74074	0.62655

As seen in Table 1, among the five selected algorithms, the highest F-score value of 0.92723 was achieved with the AdaBoost algorithm. Besides the AdaBoost algorithm, a satisfactory performance was also achieved with the Decision Tree algorithm. However, the Logistic Regression, Naive Bayes, and Neural Network algorithms were observed to achieve lower performance compared to the AdaBoost and Decision Tree algorithms when all performance metrics were considered.

The graph illustrating software code quality performance based on the F1-Score values obtained from the evaluation of machine learning algorithm models is shown in Figure 1. It provides a visual comparison of the strengths and weaknesses of each algorithm in balancing Precision and Recall. This visual representation aids in identifying the most effective algorithm for predicting software code quality.

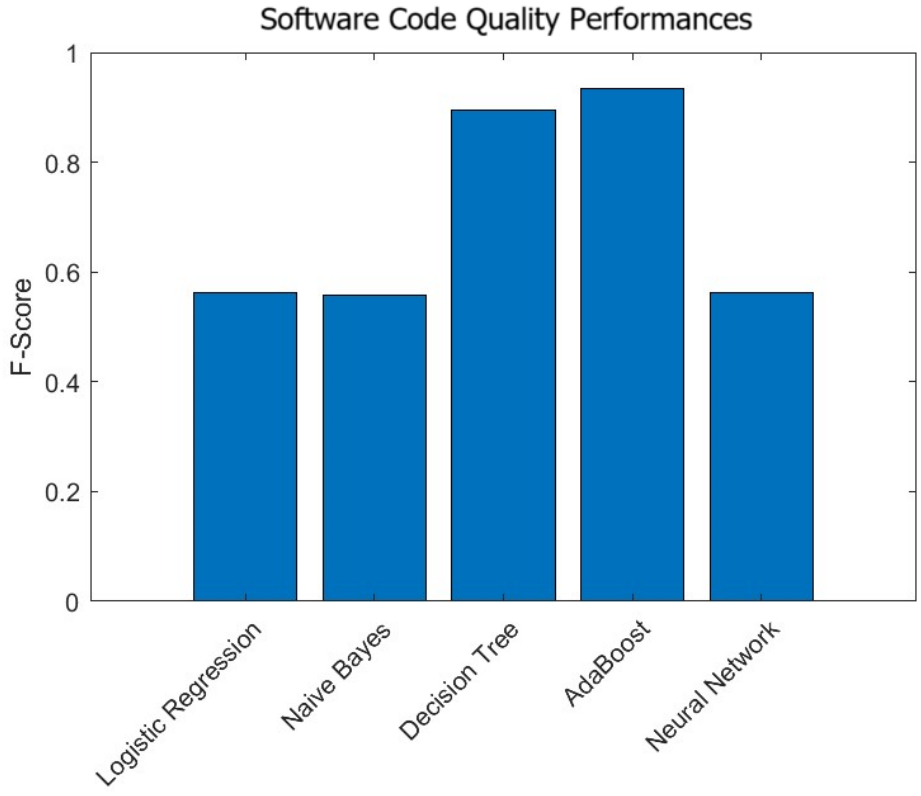


Figure 1. Software Code Quality Performance Graph of Machine Learning Algorithms

4. CONCLUSION

This study evaluated the performance of various machine learning algorithms for predicting software code quality. The algorithms used included Logistic Regression, Naive Bayes, Decision Tree, AdaBoost, and Neural Network. The performance of each model was analyzed using Precision, Recall, and F-Score metrics. The results revealed that the AdaBoost algorithm demonstrated the highest success, consistently delivering strong performance, particularly in Precision and Recall values. The Decision Tree and Neural Network algorithms also achieved satisfactory results, although their performance was not as high as that of AdaBoost. Other algorithms, especially Logistic Regression and Naive Bayes, were observed to have lower success rates.

The study highlights the importance of predictions in assessing code quality during software development processes. Accurate and reliable code quality predictions directly impact the effectiveness of software maintenance. Such predictions have the potential to make software development processes more efficient while reducing error rates.

Future studies conducted with larger and more diverse datasets are expected to provide more comprehensive results, improving the accuracy of the algorithms and metrics used. Additionally, further optimization of algorithms with different parameters can be performed. This study demonstrates that machine learning-based solutions have significant potential to improve software quality in software engineering practices.

REFERENCES

[1] Pressman, R. S., Maxim, B. R. (2019). Software Engineering: A Practitioner's Approach, 9th Edition, McGraw Hill.

[2] Sommerville, I. (2015). Software Engineering, 10th Edition, Pearson Education.

[3] Aquil, M. A. I., Ishak, W. H. W. (2020). Predicting Software Defects using Machine Learning Techniques, *International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering*, 9(4), 6609-6616.

[4] Fred, N., & Temkin, I.O. (2024). A Systematic Literature Review on the Use of Machine Learning in Software Engineering, ArXiv, abs/2406.13877.

[5] Catal, C., Diri, B. (2009). A systematic review of software fault prediction studies. *Expert Systems with Applications*, 36(4), 7346-7354.

[6] Mamun, M.A.A., Berger, C., Hansson, J. (2019). Effects of measurements on correlations of software code metrics. Empirical Software Engineering, 24, 2764–2818.

[7] Bird, C., Pattison, D., D'Souza, R., Filkov, V., Devanbu, P. (2008). Latent social structure in open-source projects. *In Proceedings of the 16th ACM SIGSOFT International Symposium on Foundations of Software Engineering (SIGSOFT '08/FSE-16)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 24–35.

[8] Jiang, Y., Cukic, B., Menzies, T., Bartlow, N. (2008). Comparing design and code metrics for software quality prediction. International Conference on Predictive Models in Software Engineering.

[9] Sankar, K., Kannan, S., Jennifer, P. (2014). Prediction of Code Fault Using Naive Bayes and SVM Classifiers, Middle East Journal of Scientific Research, 20(1), 108-113.

[10] Quinlan, J. R. (1986). Induction of decision trees. *Machine Learning*, 1(1), 81-106.

[11] Zhu, X., Zhang, P., Xie, M. (2021). A Joint Long Short-Term Memory and AdaBoost regression approach with application to remaining useful life estimation, *Measurement*, 170, 108707.

[12] Freund, Y., Schapire, R. E. (1997). Decision-Theoretic Generalization of On-Line Learning and an Application to Boosting, *Journal of Computer and System Sciences*, 55(1), 119-139.

[13] Rumelhart, D., Hinton, G. & Williams, R. Learning representations by back-propagating errors. *Nature* **323**, 533–536 (1986).

[14] Han, J., Kamber, M., Pei, J. (2011). Data Mining: Concepts and Techniques. 3rd. Edition, Morgan Kaufmann.

[15] Menzies, T., Greenwald, J., Frank, A. (2007). Data Mining Static Code Attributes to Learn Defect Predictors, *IEEE Transactions on Software Engineering*, 33(1), 2-13.

[16] Breiman, L. (1996). Bagging Predictors. *Machine Learning, 24*, 123-140.

[17] Zhang, G. P. (2000). Neural networks for classification: a survey, *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C (Applications and Reviews)*, 30(4), 451-462.

[18] Henry, S., Kafura, D. (1981). Software Structure Metrics Based on Information Flow, in *IEEE Transactions on Software Engineering*, SE-7(5), 510-518.

[19] Kemerer, C. F. (1987). An empirical validation of software cost estimation models, Communications of the ACM, 30(5), 416–429.

[20] Basili, V. R., Briand, L. C., Melo, W. L. (1996). A validation of object-oriented design metrics as quality indicators, *IEEE Transactions on Software Engineering*, 22(10), 751-761.

[21] Wohlin, C., Runeson, P., Höst, M., Ohlsson, M. C., Regnell, B., Wesslén, A. (2012). Experimentation in Software Engineering, 2012th edition, Springer.

[22] Cox, D. R. (1958). The Regression Analysis of Binary Sequences, Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological), 20(2), 215–232.

[23] Khoshgoftaar, T. M., Allen, E. B. (1999). International Journal of Reliability, Quality and Safety Engineering, Logistic Regression Modeling of Software Quality, 6(4), 303-317.

[24] Mitchell, T. M. (1997). Machine Learning. 1st Edition, McGraw-Hill.

[25] Kuncheva, L. I. (2006). On the optimality of Naïve Bayes with dependent binary features, Pattern Recognition Letters, 27(7), 830-837.

[26] Taherkhani, A. (2011). Using Decision Tree Classifiers in Source Code Analysis to Recognize Algorithms: An Experiment with Sorting Algorithms, The Computer Journal, 54(11), 1845-1860.

[27] Begum, M., Shuvo, M. H., Ashraf, I., Mamun, A. A., Uddin, J., Samad, M. A. (2023). Software Defects Identification: Results Using Machine Learning and Explainable Artificial Intelligence Techniques, IEEE Access, vol. 11, 132750-132765.

[28] Rokach, L., Maimon, O. (2014). Data Mining with Decision Trees: Theory and Applications, 2nd Edition, World Scientific, vol. 81.

[29] Mohammadi, M., Rashid, T. A., Taher Karim, S. H., Aldalwie, A. H. M., Tho, Q. T. Bidaki, M., Rahmani, A. M. Hosseinzadeh, M. (2021). A comprehensive survey and taxonomy of the SVM-based intrusion detection systems, Journal of Network and Computer Applications, 178, 102983.

[30] Khan, A. A., Chaudhari, O., Chandra, R. (2024). A review of ensemble learning and data augmentation models for class imbalanced problems: Combination, implementation and evaluation, Expert Systems with Applications, 244, 122778.

[31] Zou, J., Han, Y., So, S. S. (2008). Overview of Artificial Neural Networks. In: Livingstone, D.J. (eds) Artificial Neural Networks. Methods in Molecular Biology™, vol 458. Humana Press.

[32] Ali, Y. A., Awwad, E. M., Al-Razgan, M., & Maarouf, A. (2023). Hyperparameter Search for Machine Learning Algorithms for Optimizing the Computational Complexity. Processes, 11(2), 349.

[33] Oluwasakin, E., Torku, T., Tingting, S., Yinusa, A., Hamdan, S., Poudel, S., Hasan, N., Vargas, J., Poudel, K. (2023). Minimization of high computational cost in data preprocessing and modeling using MPI4Py, Machine Learning with Applications, 13, 100483.

[34] Powers, D. (2011). Evaluation: From Precision, Recall and F-Measure to ROC, Informedness, Markedness & Correlation. *Journal of Machine Learning Technologies*, *2*(1), 37-63.

[35] Davis, J., Goadrich, M. (2006). The relationship between Precision-Recall and ROC curves. *In Proceedings of the 23rd international conference on Machine learning (ICML '06)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 233–240.

[36] Sokolova, M., & Lapalme, G. (2009). A systematic analysis of performance measures for classification tasks. *Information Processing & Management*, *45*, 427-437.

DEMİRYOLU HAT ARIZALARININ KESTİRİMCİ MAKİNE ÖĞRENMESİ YÖNTEMLERİYLE ÖNCEDEN TAHMİN EDİLMESİ

Prof. Dr. Akın ÖZÇİFT[1], Doç. Dr. Fatih YÜCALAR[2]

[1] Manisa Celal Bayar Üniversitesi, – 0000-0002-5317-5678

[2] Manisa Celal Bayar Üniversitesi,– 0000-0002-1006-2227

ÖZET

Demiryolu hatlarının güvenliği ve verimliliği, taşıma sistemlerinin sürdürülebilirliği için kritik bir faktördür. Demiryolu altyapısındaki arızaların tespiti, erken müdahale için büyük önem taşır. Bu çalışmada, demiryolu hatlarının hata tahminlemesi amacıyla sıcaklık, titreşim ve ray deformasyonu verileri kullanılarak çeşitli makine öğrenmesi algoritmalarının performansı değerlendirilmiştir. Kullanılan özellikler arasında, ortam sıcaklığı (°C), raydaki titreşim (g) ve ray deformasyonu (mm) yer almaktadır. Çalışmada, Random Forest (RF), Decision Tree (DT), Naive Bayes (NB), Multi-Layer Perceptron (MLP) ve Support Vector Machine (SVM) olmak üzere beş farklı makine öğrenmesi algoritması değerlendirilmiştir. Her bir model kesinlik, duyarlılık ve F1-skoru gibi metriklerle değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar, Random Forest algoritmasının en yüksek performansı sergileyerek %95.8 kesinlik, %82.7 duyarlılık ve %88.8 F1-skoru ile en başarılı model olduğunu göstermektedir. Diğer algoritmaların performansları sırasıyla DT, NB, MLP ve SVM şeklinde sıralanmıştır. Bu sonuçlar, demiryolu hatlarındaki potansiyel arızaların tahmin edilmesinde RF algoritmasının güçlü bir araç olabileceğini ortaya koymaktadır. Ayrıca, farklı algoritmalar arasındaki karşılaştırmalar, demiryolu sistemlerinin bakımı için en uygun modelin seçiminde rehberlik edebilir. Çalışma, demiryolu altyapısının güvenliğini artırmak ve arıza tespiti süreçlerini iyileştirmek amacıyla gelecekteki araştırmalar için bir temel sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Demiryolu Güvenliği, Makine Öğrenmesi, Arıza Tahminlemesi, Sürdürülebilir Ulaşım, Kestirimci Bakım.

1. GİRİŞ

Demiryolu altyapısının güvenliği ve verimliliği, taşıma sektöründe önemli bir yer tutmaktadır. Ancak, zamanla meydana gelen arızalar ve hatalar hem güvenlik risklerine yol açmakta hem de operasyonel kesintilere neden olabilmektedir [1]. Bu sebeple, demiryolu hatlarındaki bakım süreçlerinin etkinliği, sistemin sürekliliğini sağlamak adına büyük önem taşımaktadır. Geleneksel bakım yöntemleri, genellikle belirli aralıklarla yapılan incelemelere ve kontrollerle sınırlıdır, ancak bu yöntemler çoğu zaman arızaların erken teşhis edilmesini zorlaştırmaktadır [2]. Bu bağlamda, kestirimci bakım (predictive maintenance) teknikleri, makinelerin ve sistemlerin çalışma koşullarına ilişkin verilerle erken uyarılar sağlayarak, bakım süreçlerinin daha verimli hale gelmesini sağlamaktadır [3].

Kestirimci bakım, makinelerin ve altyapıların, performansını izleyerek arızaların olasılığını tahmin etmeye yönelik bir yaklaşımdır [4]. Bu yaklaşım, yalnızca arıza meydana geldiğinde müdahale etmek yerine, olası arıza durumlarını öngörmeyi amaçlar. Böylece, bakım maliyetleri azaltılabilir, sistemin kesintisiz çalışması sağlanabilir ve güvenlik riskleri en aza indirilebilir [5]. Demiryolu sistemlerinde, arızaların tahmin edilmesi, sürücülerin ve taşıma araçlarının güvenliğini artırmak için kritik öneme sahiptir. Özellikle, demiryolu hatlarındaki sıcaklık, titreşim ve ray deformasyonu gibi parametreler, bu tahminlerin yapılmasında temel göstergeler olarak kullanılır [6].

Makine öğrenmesi (ML), büyük veri analizi ve modelleme tekniklerini kullanarak kestirimci bakım süreçlerini iyileştirmede önemli bir rol oynamaktadır [7]. Demiryolu altyapısındaki sensörlerden elde edilen veriler, bu modeller aracılığıyla analiz edilerek, arızaların ne zaman ve nerede meydana gelebileceği tahmin edilebilir. Özellikle, sıcaklık, titreşim ve ray deformasyonu gibi parametrelerin analizi, demiryolu hatlarında yaşanabilecek arızaların erken uyarılarını sağlamak adına önemlidir [8]. Bu bağlamda, çeşitli makine öğrenmesi algoritmaları (örneğin; Karar Ağaçları (Decision Trees), Rastgele Ormanlar (Random Forests), Destek Vektör Makineleri (Support Vector Machines) ve Yapay Sinir Ağları (Artificial Neural Networks)) kullanılarak yüksek doğruluk oranlarına sahip tahminler yapılabilir [9].

Makine öğrenmesi algoritmalarının demiryolu hatlarında arıza tahmininde kullanılmasının avantajları arasında verimlilik artışı, bakım süreçlerinin optimizasyonu ve güvenlik düzeyinin yükseltilmesi yer almaktadır. Özellikle, sıcaklık, titreşim ve ray deformasyonu gibi parametrelerin izlenmesi, arızaların tahmin edilmesinde önemli rol oynamaktadır [10]. Bu nedenle, makine öğrenmesi yöntemleri kullanılarak geliştirilen kestirimci bakım sistemleri, demiryolu altyapılarının daha güvenli, verimli ve sürdürülebilir olmasına katkı sağlamaktadır [11].

Bu çalışmada, demiryolu hatlarındaki sıcaklık, titreşim ve ray deformasyonu verileri kullanılarak, arıza tahmini için çeşitli makine öğrenmesi algoritmalarının performansı incelenmiştir. Algoritmaların kesinlik, duyarlılık ve F1-skoru gibi performans metrikleri ile değerlendirilmiştir. Sonuçlar, hangi algoritmaların demiryolu hatlarındaki arızaların tahmin edilmesinde daha etkili olduğunu göstermektedir. Bu tür kestirimci bakım sistemlerinin, demiryolu güvenliğini artırmada ve bakım maliyetlerini düşürmede önemli bir rol oynayacağı öngörülmektedir.

2. MATERYAL VE METOT

Bu bölümde, çalışmada kullanılan makine öğrenimi algoritmaları, deneysel sonuçların başarısını değerlendirmek için kullanılan performans ölçütleri ve elde edilen deneysel sonuçlar ele alınmaktadır.

2.1. Çalışmada Kullanılan Algoritmalar

Kestirimci bakım, makinelerin arızalarını ve bakım ihtiyaçlarını önceden tahmin etmek amacıyla kullanılan bir tekniktir. Bu yaklaşım, demiryolu sistemlerinde arızaların erken tespiti ve bakım süreçlerinin optimize edilmesi için kritik öneme sahiptir [12, 13]. Makine öğrenmesi (ML) algoritmaları, sensör verilerini analiz ederek, demiryolu hatlarındaki sıcaklık, titreşim, ray deformasyonu gibi parametrelerle ilişkili arızaları tahmin etmek için etkin bir şekilde kullanılmaktadır [14]. Bu çalışmada, demiryolu altyapısında kullanılan çeşitli makine öğrenmesi algoritmalarının kestirimci bakım bağlamında nasıl performans gösterdiği incelenmiştir. Çalışmada kullanılan algoritmalar arasında Rastgele Orman (Random Forest – RF), Karar Ağaçları (Decision Tree – DT), Naive Bayes (NB), Çok Katmanlı Algılama (Multi-Layer Perceptron – MLP) ve Destek Vektör Makineleri (Support Vector Machine – SVM) yer almaktadır. Bu algoritmalar, farklı parametrelerin etkileşimini anlayarak, bakım sürecinin iyileştirilmesine yönelik tahminler yapmaktadır.

Rastgele Orman, karar ağaçlarından oluşan bir topluluk öğrenme (ensemble learning) yöntemidir [15]. Bu yöntem, her bir ağacın bağımsız olarak karar verdiği ve nihai tahminin çoğunluk oyu ile belirlendiği bir yapıya sahiptir. RT, demiryolu sistemlerinde sıcaklık, titreşim gibi parametrelerin değişimlerine bağlı olarak arıza tahmini yapmada etkili bir yöntemdir [16]. Algoritma, çok büyük veri setleriyle başa çıkabilir ve farklı özelliklerin önem derecelerini belirleyebilir. Bu özelliği, özellikle sensör verilerinden arıza tahminleri yaparken önemli bir avantaj sunar. RT, genellikle doğruluk oranı yüksek sonuçlar verdiği için kestirimci bakım uygulamalarında yaygın olarak tercih edilmektedir. Yapılan çalışmalarda, RT algoritması, yüksek doğruluk, kesinlik (precision) ve duyarlılık (recall) değerleriyle sonuçlanmıştır [1].

Karar Ağaçları, sınıflandırma ve regresyon problemlerinde yaygın olarak kullanılan bir denetimli öğrenme algoritmasıdır [1]. Bu algoritma, veriyi ağaç yapısında bölerek her bir dalda sınıflama yapar. Demiryolu altyapılarında, bu algoritma genellikle bakım öncesi tahminleme için kullanılır [16]. Özellikle, belirli eşiklere dayalı kararlar verildiği için karar ağaçları, kolayca yorumlanabilir ve anlaşılabilir sonuçlar sağlar. Bununla birlikte, karar ağaçları, aşırı öğrenme (overfitting) eğiliminde olabilir. Bu nedenle, karar ağacının derinliği veya budama teknikleriyle genelleme gücü artırılabilir. Demiryolu sistemlerinde titreşim, sıcaklık gibi parametrelerin izlenmesi sonucunda arıza tahminlerinde başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Bu algoritma, küçük veri setleri ile çalıştığında etkili olabilir, ancak büyük veri setlerinde performansı sınırlı kalabilir [17].

Naive Bayes, olasılık temelli bir sınıflandırma algoritmasıdır ve her bir özelliğin birbirinden bağımsız olduğunu varsayar. Bu algoritma, özellikle büyük veri setlerinde hızlı ve verimli sonuçlar verir [18]. NB, arıza tahminlerinde kullanılan özelliklerin her birinin birbirinden bağımsız olduğu varsayımı altında çalışır ve bu özelliklerin olasılıklarını hesaplar. Demiryolu sistemlerinde, bu algoritmanın kullanımı, parametrelerin bağımsızlık varsayımına dayalı olarak

hızlı sonuçlar elde edilmesine olanak sağlar. Ancak, özellikler arasındaki bağımlılıkların göz ardı edilmesi, modelin doğruluğunu düşürebilir. Bununla birlikte NB, özellikle hızlı karar verme süreçlerine ihtiyaç duyulan durumlarda tercih edilmektedir. Çalışmada, NB algoritması genellikle iyi performans göstermiştir [19].

Çok Katmanlı Algılama, yapay sinir ağlarının bir türüdür ve genellikle derin öğrenme alanında kullanılır. Bu model, birden çok gizli katmandan oluşur ve her bir katman, giriş verilerinin doğrusal olmayan özelliklerini öğrenir [20]. Demiryolu hatlarında arıza tahmininde, MLP algoritması, sıcaklık ve titreşim gibi parametrelerin yüksek doğrulukla tahmin edilmesine olanak sağlar. Ancak, MLP'nin eğitim süreci daha karmaşık olabilir ve büyük veri setlerinde oldukça hesaplama gücü gerektirebilir. Çalışmada, MLP'nin genellikle iyi sonuçlar verdiği, ancak hesaplama zamanının arttığı gözlemlenmiştir [21].

Destek Vektör Makineleri, sınıflandırma ve regresyon problemlerinde yaygın olarak kullanılan güçlü bir algoritmadır. SVM, veriyi en iyi şekilde ayıran bir hiper düzlem bulmaya çalışır ve bu doğrultuda sınıflandırma yapar [22]. Demiryolu hatlarındaki arıza tahminlerinde, SVM, sıcaklık, titreşim ve ray deformasyonu gibi parametreleri kullanarak arıza olasılıklarını tahmin etmek için etkin bir şekilde kullanılabilir [23]. Özellikle doğrusal olmayan sınıflandırmalar için, çekirdek fonksiyonları kullanılarak yüksek doğruluk elde edilebilir. Bununla birlikte, SVM'nin eğitim süresi ve hesaplama maliyeti, büyük veri setlerinde yüksek olabilir. Çalışmada, SVM'nin düşük duyarlılık oranlarıyla sonuçlandığı gözlemlenmiştir [24].

2.2. Performans Ölçütleri

Demiryolu kestirimci bakım uygulamalarında, doğru tahminlerin yapılması ve kritik hataların önceden tespit edilmesi büyük önem taşır. Çalışmamızda, titreşim, sıcaklık ve ray deformasyonu gibi fiziksel özelliklere dayanarak arızaların tahmin edilmesinde kullanılan makine öğrenimi modellerini değerlendirmek için kesinlik, duyarlılık ve F1-skor metrikleri kullanılmıştır.

Bir sınıflandırma problemi için geliştirilen algoritmaların sonuçlarını karşılaştırmak ve değerlendirmek için bir dizi ölçüt kullanılması gereklidir. Sınıflandırma için kullanılan birincil araç Karmaşıklık Matrisi (Confusion Matrix) olarak bilinir. Gerçek Pozitif (True Positive – TP) ve Gerçek Negatif (True Negative – TN) tahminler doğru tahminler olarak kabul edilirken, Yanlış Negatif (False Negative – FN) ve Yanlış Pozitif (False Positive – FP) tahminler yanlış tahminler olarak kabul edilir [25][26].

Kesinlik (precision), özellikle kritik olmayan bir durumu hatalı şekilde arıza olarak sınıflandırmanın maliyetli olduğu durumlarda öne çıkar. Örneğin, ray deformasyonu olmayan bir durumda yanlış bir "arıza" alarmı verilmesi, gereksiz bakım ve operasyonel kesintilere neden olabilir. Bu nedenle, yüksek kesinlik değerleri, modellerin güvenilir tahminler yapması açısından hayati önemdedir [26]. Denklem (1)'de yer alan TP, doğru şekilde arıza olarak tahmin edilen durumları; FP, arıza olmadığı halde arıza olarak tahmin edilen durumları ifade etmektedir.

$$Kesinlik = \frac{TP}{TP + FP} \tag{1}$$

Duyarlılık (recall), gerçek arızaların doğru bir şekilde tespit edilme oranını ifade eder. Özellikle bir ray deformasyonu veya sıcaklık artışı gibi kritik durumların gözden kaçırılmasının tehlikeli sonuçlar doğurabileceği demiryolu bakımında, bu metrik büyük önem taşır. Yüksek duyarlılık değeri, modelin arızaları tespit etmedeki başarısını gösterir [26]. Denklem (2)'de yer alan FN, arıza olmasına rağmen "arıza yok" olarak sınıflandırılan durumları göstermektedir. Duyarlılık değerinin düşük olduğu bir senaryoda kritik arızaların gözden kaçırılması, sistemin güvenliğini riske atabilir.

$$Duyarlılık = \frac{TP}{TP + FN} \tag{2}$$

F1-skor, Kesinlik ve Duyarlılık değerleri arasındaki dengeyi değerlendirir ve demiryolu gibi güvenlik odaklı uygulamalarda dengeli bir performans ölçütü sağlar. Bu ölçüt, özellikle veri setindeki dengesizliklerin (örneğin %90 sağlıklı, %10 arızalı veri) etkisini minimize eder ve her iki ölçütünde dikkate alındığı genel bir performans ölçütü sunar [27].

$$F - skor = 2 * \frac{Kesinlik * Duyarlılık}{Kesinlik + Duyarlılık} \tag{3}$$

Demiryolu kestirimci bakım sistemleri, kritik arızaların önceden tahmin edilmesi yoluyla maliyetlerin ve güvenlik risklerinin azaltılmasını hedefler. Çalışmada kullanılan Kesinlik (Precision) değeri, arıza tahminlerinin doğruluğunu artırmaya odaklanırken; Duyarlılık (Recall), kritik arızaların atlanmasını önlemeye yönelmiştir. F1-skor ise her iki metriği dengeleyerek model performansını bütüncül bir şekilde değerlendirmiştir [28].

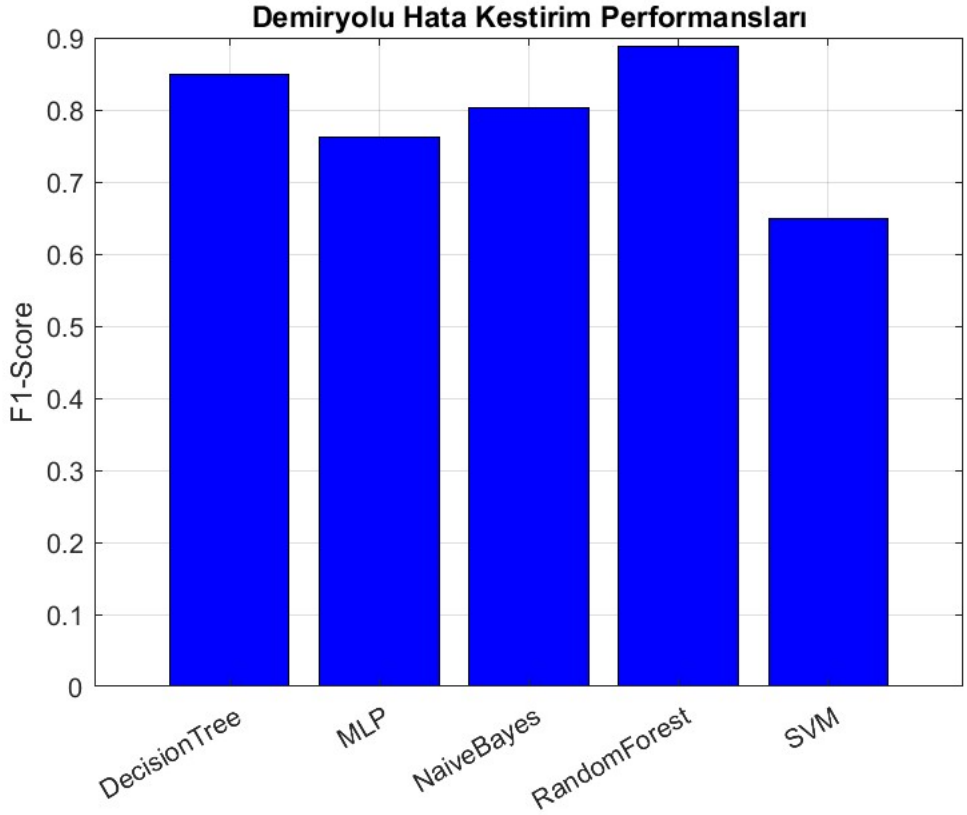
2.3. Deneysel Sonuçlar

Demiryolu hatlarının güvenliği ve sürdürülebilirliği açısından demiryolu arızalarının tahmin edilmesi amacıyla kullanılan makine öğrenimi algoritmaları değerlendirilmiş ve her bir algoritmanın model performansları Çizelge 1'de görüldüğü üzere Kesinlik, Duyarlılık ve F1-skor gibi temel ölçütler kullanılarak analiz edilmiştir. Kesinlik ve Duyarlılık arasındaki dengeyi ölçen F1-skor değeri dikkate alındığında Random Forest algoritmasının %88,78 ile arıza tespiti için yüksek performans sergilediğini göstermiştir. Elde edilen bu sonuç, Random Forest algoritmasının demiryolu arızaları için hem yanlış alarmları en aza indirgemede hem de gerçek arızaları tespit etmede etkili olduğunu göstermektedir.

Çizelge 1. Algoritmaların performans değerleri

Algoritma	Kesinlik	Duyarlılık	F1-skor
RF	0.95789	0.82727	**0.88783**
DT	0.88235	0.81818	0.84906
NB	0.90805	0.71818	0.80203
MLP	0.80103	0.72727	0.76192
SVM	0.78205	0.55455	0.64894

Makine öğrenimi algoritmaların model performansının değerlendirilmesi sonucu elde edilen F1-skor değerlerine göre demiryolu hata kestirim performanslarını ele alan grafik, Görsel 1'de görülmektedir.



Görsel 1. Demiryolu hata kestirim performansları grafiği

3. SONUÇ

Demiryolu hatlarının güvenliği ve sürdürülebilirliği açısından kestirimci bakım sistemleri, kritik bir role sahiptir. Bu çalışmada, demiryolu arızalarının tahmin edilmesi amacıyla kullanılan makine öğrenimi algoritmaları değerlendirilmiş ve model performansları Kesinlik, Duyarlılık ve F1-skor gibi temel metrikler kullanılarak analiz edilmiştir. Özellikle sıcaklık, titreşim ve ray deformasyonu gibi fiziksel özellikler, bu sistemlerin temel veri kaynağını oluşturmuş ve arıza tespitinde etkin bir rol oynamıştır.

Elde edilen sonuçlar, Random Forest gibi güçlü ve açıklanabilir algoritmaların, arıza tespiti için yüksek performans sergilediğini göstermiştir. Kesinlik ve Duyarlılık arasındaki dengeyi ölçen F1-skor değerleri, modellerin hem yanlış alarmları en aza indirgemede hem de gerçek arızaları tespit etmede etkili olduğunu ortaya koymuştur. Bununla birlikte, dengesiz veri setleri ve değişken özelliklere sahip fiziksel ortamlar, tahmin modellerinin optimizasyonu için ek stratejilere ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir.

Çalışma, demiryolu bakım süreçlerine kestirimci yaklaşımlar entegre edilmesinin hem operasyonel maliyetlerin düşürülmesi hem de yolcu güvenliğinin artırılması açısından önemli katkılar sağlayabileceğini vurgulamaktadır. Gelecekte, daha büyük ve çeşitli veri setlerinin kullanımı, algoritmaların gerçek zamanlı sistemlere entegrasyonu ve daha karmaşık modelleme

tekniklerinin uygulanması, demiryolu sistemlerinde kestirimci bakımın daha etkin bir şekilde gerçekleştirilmesine olanak tanıyacaktır.

KAYNAKÇA

[1] Mario, B., Mezhuyev, V., Tschandl, M. (2023). Predictive Maintenance for Railway Domain: A Systematic Literature Review, *IEEE Engineering Management Review*, 51(2), 120-140.

[2] Malekjafarian, A., Sarrabezolles, C.-A., Khan, M. A., & Golpayegani, F. (2023). A Machine-Learning-Based Approach for Railway Track Monitoring Using Acceleration Measured on an In-Service Train. *Sensors*, 23(17), 7568.

[3] Le-Nguyen, M.-H., Turgis, F., Fayemi, P.-E., Bifet, A. (2023). Real-time learning for real-time data: online machine learning for predictive maintenance of railway systems, *Transportation Research Procedia*, 72, 171-178.

[4] Kalathas, I., & Papoutsidakis, M. (2021). Predictive Maintenance Using Machine Learning and Data Mining: A Pioneer Method Implemented to Greek Railways. *Designs*, *5*(1), 5.

[5] Tran, N. T., Trieu, H. T., Tran, V. T., Ngo, H. H., & Dao, Q. K. (2021). An overview of the application of machine learning in predictive maintenance. *Petrovietnam Journal*, 10, 47 - 61.

[6] Huang, Z., Li, Y., Cai, W., Huang, H. (2023). A Fault Diagnosis Method Based on Temperature and Vibration Characteristics for High-speed Train Axle Box Bearing, *Proceedings of the 33rd European Safety and Reliability Conference (ESREL 2023)*, Singapore.

[7] Manoj Gudala, M., Koilakonda, R. R. (2024). The Impact of Artificial Intelligence and Machine Learning on Business Analytics, *International Research Journal of Economics and Management Studies*, 3(8), 311-318.

[8] Phusakulkajorn, W., Núñez, A., Wang, H., Jamshidi, A., Zoeteman, A., Ripke, B., Dollevoet, R., De Schutter, B., Li, Z. (2023). Artificial intelligence in railway infrastructure: current research, challenges, and future opportunities, *Intelligent Transportation Infrastructure*, 2, liad016.

[9] Wang, Y. W., Ni, Y. Q. and Wang, S. M. (2022). Structural Health Monitoring of Railway Bridges Using Innovative Sensing Technologies and Machine Learning Algorithms: a Concise Review, *Intelligent Transportation Infrastructure*, 1: 1, liac009–11.

[10] Liao, Y., Han, L., Wang, H., & Zhang, H. (2022). Prediction Models for Railway Track Geometry Degradation Using Machine Learning Methods: A Review. *Sensors*, 22(19), 7275.

[11] Elansari, K., Idrissi, A., Tifernine, H. (2024). Machine Learning to Predict Railway Infrastructure Defects. In: Idrissi, A. (eds) Modern Artificial Intelligence and Data Science 2024. Studies in Computational Intelligence, vol 1166. Springer, Cham.

[12] Hosseinzadeh, A., Chen, F. F., Shahin, M., Bouzary, H. (2023). A predictive maintenance approach in manufacturing systems via AI-based early failure detection, *Manufacturing Letters*, 35, 1179-1186.

[13] Güven, Ö., & Şahin, H. (2022). Predictive Maintenance Based on Machine Learning in Public Transportation Vehicles. *Mühendislik Bilimleri ve Araştırmaları Dergisi*, 4(1), 89-98.

[14] Karakose, M., Yaman, O. (2020). "Complex fuzzy system based predictive maintenance approach in railways", IEEE Transactions on Industrial Informatics, 16(9), 6023-6032.

[15] Dai, C., Sun, Y. (2024). Random Forest Algorithm is Used to Analyze and Predict the Damage Rate and Maintenance Period of Key Components of Railway Vehicles, *Proceedings of the 5th International Conference on Computer Information and Big Data Applications*, Wuhan, China, pp.1036-1040.

[16] Bukhsh, Z. A., Saeed, A., Stipanovic, I., Doree, A. G. (2019). Predictive maintenance using tree-based classification techniques: A case of railway switches, *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 101, 35-54.

[17] Althnian, A., AlSaeed, D., Al-Baity, H., Samha, A., Dris, A. B., Alzakari, N., Abou Elwafa, A., & Kurdi, H. (2021). Impact of Dataset Size on Classification Performance: An Empirical Evaluation in the Medical Domain. *Applied Sciences*, *11*(2).

[18] Yang, F.-J. (2018). An Implementation of Naive Bayes Classifier, *2018 International Conference on Computational Science and Computational Intelligence (CSCI)*, Las Vegas, NV, USA, 2018, pp. 301-306.

[19] Wang, H., Yan-Fu Li, Y.-F., Ren, J. (2024). Machine learning for fault diagnosis of high-speed train traction systems: A review, *Traffic Engineering Systems Management*, 11(1), 62-78.

[20] Sarker, I.H. (2021). Deep Learning: A Comprehensive Overview on Techniques, Taxonomy, Applications and Research Directions. *SN Computer Science*, Springer Nature, 2(420).

[21] Anbuazhagan, S. (2021). A Complete Guide to train Multi-Layered Perceptron Neural Networks, https://paarthasaarathi.medium.com/a-complete-guide-to-train-multi-layered-perceptron-neural-networks-3fd8145f9498 (Erişim Tarihi: 10/12/2024).

[22] Afif, M. H., Hedar, A.-R. (2012). Data classification using Support Vector Machine integrated with scatter search method, *2012 Japan-Egypt Conference on Electronics, Communications and Computers*, Alexandria, Egypt, pp. 168-172.

[23] Kumar, A., Harsha, S.P. (2024). A systematic literature review of defect detection in railways using machine vision-based inspection methods, *International Journal of Transportation Science and Technology*, in Press.

[24] Zahoor, M., Singh, G. (2023). Predictive Maintenance and Efficiency Optimization in Indian Railways using Machine Learning Techniques, *International Journal of Research Publication and Reviews*, 4(10), 1389-1393.

[25] Iglewicz, J., & Hoaglin, D. C. (1993). How to estimate the parameters of a binary response model. *Statistics in Medicine*, 12(19), 1789-1802.

[26] Powers, D. M. (2011). Evaluation: From precision, recall and F-measure to ROC, informedness, markedness & correlation. *Journal of Machine Learning Technologies*, 2(1), 37-63.

[27] He, H., Garcia, E. A. (2009). Learning from Imbalanced Data, in IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, 21(9), 1263-1284.

[28] Sun, Y., Wong, A. K., Kamel, M. S. (2009). Classification of Imbalanced Data: A Review. *International Journal of Pattern Recognition and Artificial Intelligence*, 23(4), 687–719.

KLASİK SWOT İLE SSWOT ANALİZ KARŞILAŞTIRMASI: DHMİ'NDE UYGULAMA

Doç. Dr., Buket KARATOP
İstanbul Üniversitesi - Cerrahpaşa, - 0000-0001-6053-1755
Müh., Furkan ÖZDEMİR
Türkiye Radyo Televizyon Kurumu, - 0000-0002-4478-755X
Müh., Enes BEYAZ
Türkiye Radyo Televizyon Kurumu, - 0009-0000-9262-7422

ÖZET

Stratejik planlar gelecek için stratejiler oluştururken SWOT analizi ise stratejilere kanıt oluşturmaktadır. Klasik SWOT analizinin birçok dezavantajının olduğu literatürde yer almaktadır. Bu dezavantajları gidermenin bir yolu da SSWOT analizidir. Bu çalışmada T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığına bağlı Devlet Hava Meydanları İşletmesi Genel Müdürlüğü (DHMİ) 2024-2028 stratejik planında yer alan SWOT analizi incelenerek klasik SWOT analizi dezavantajlarını gidermek amacıyla SSWOT analizine dönüştürülmüştür. Bu amaçla; teknoloji ve inovasyon, ekonomi, sürdürülebilirlik, güvenlik, insan kaynağı, coğrafya, idari olmak üzere 7 ana kriter, 20 alt kriter belirlenmiştir. DHMİ, SWOT analizinde yer alan maddeler belirlenen kriter ve alt kriterler dikkate alınarak eşleştirilmiş ve SSWOT analizi oluşturulmuştur.

DHMİ, ülkemizdeki havalimanlarının yer hizmetlerinin sağlanması, lojistik ve ulaşım sektörü için ciddi bir öneme sahip olan hava taşımacılığının yenilikçi ve uluslararası standartlara uygun şekilde icra edilmesi, sivil havacılık hizmetleri ve hava trafik kontrol süreçlerinin denetimi, düzenlenmesi ve bunların entegre halde çalışıyor olmasından sorumlu olan bir kamu kurumudur. Coğrafi olarak kritik bir öneme sahip olan havalimanlarımızın ve hava sahamızın evrensel ve bölgesel olarak sürekli yenilikçi çözümler üreterek yönetilmesi küresel düzeyde bir güç anlamına gelmektedir. Bununla beraber tüm bunların uygun bir şekilde yerine getirilmesi için ciddi bir modern altyapı, ekonomik güç, başarılı bir idari yönetim, tecrübeli personel ve teknoloji kaynağı gerekmektedir. Bu çerçevede, DHMİ'nin önemli bir misyon üstlenmektedir.

Bu çalışmanın amacı ülkemiz için önemli bir kamu kurumu olan DHMİ'nin güncel stratejik planında yer alan SWOT analizini stratejiye daha odaklanılmasını sağlayan SSWOT analizi hazırlayarak karar vericilere farklı bir bakış açısı sunmak içindir.

Anahtar Kelimeler: Stratejik Plan, Klasik SWOT, SSWOT, DHMİ

1. GİRİŞ

Stratejik planlama, organizasyonların gelecek hedeflerine ulaşabilmek için geçmiş deneyimlerin anlamlandırılması ve mevcut kaynakların sistematik olarak verimli kullanılmasıyla etkin yönetim oluşmasını amaçlayan bir süreçtir.

Stratejik planlar gelecek için stratejiler oluştururken SWOT analizi ise stratejilere kanıt oluşturmaktadır. Organizasyonlar, karşılaştığı iç ve dış etkilerin analiz edilmesi ile güçlü yönler, zayıf yönler, fırsatlar ve tehditleri (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats) belirlemeleri, stratejik planlama çalışmalarında mevcut durum analizi ve gelecek stratejilerin belirlenmesinde etkin rol oynamaktadır. Klasik SWOT analizi çıktıları, mevcut durumun değerlendirilmesi ve strateji hazırlık çalışmalarında yol gösterici olsada birçok dezavantajının olduğu literatürde yer alan çalışmalar detaylı incelendiğinde görülebilmektedir. Bu dezavantajları gidermenin bir yolu da SSWOT analizidir.

2. KLASİK SWOT ve SSWOT

SWOT analizi ülke, toplum, işletme, kişi, olay için güçlü, zayıf yönler ile içinde bulunulan çevreyle ilgili olan fırsat ve tehditlerin sıralandığı bir analizdir. Klasik SWOT analizi uygulama alanı geniş olması ve stratejik planlarda stratejilere kanıt oluşturması nedeniyle yaygın olarak kullanılır. Ancak aynı zamanda analizin bazı olumsuz yönleri de bulunmaktadır. Klasik SWOT analizinin olumsuzlukları üzerine literatürde çalışmalar bulunmaktadır (Örneğin; Hill ve Westbrook, 1997; David,1998; David, 2001; Karatop, 2022.. vb.). Hill ve Westbrook, (1997) bu olumsuzlukları aşağıdaki gibi sıralamıştır.

- Uzun listeler halinde sıralanmış olan maddeler,
- Bu listelerde bir önceliğin olmaması,
- Bazı ifadelerin net olmaması.

Bu olumsuzlukların en önemlilerinin bu üç madde olduğunu söyleyebiliriz.

Uzun listelerin daha anlamlı duruma gelmesi ve karar vericiye daha odaklanılmış strateji oluşturmaya imkân vermek için literatüre Karatop (2015) tarafından SSWOT analizi geliştirilmiştir. SSWOT analizi, analiz yapılacak olan işletmenin faaliyet kapsamı ana ve alt kriterlere ayrılarak SWOT faktörleri bu kriterler üzerinden yapılır (Tablo 1).

Tablo 1. SSWOT (Kaynak: Karatop, 2015)

ANA KRİTER	ALT KRİTER	SSWOT			
M_1	K_{11}	S_{111}	W_{111}	O_{111}	T_{111}
		S_{112}	W_{112}	O_{112}	T_{112}
		..	..	..	..
	K_{12}	S_{121}	W_{121}	O_{121}	T_{121}
		S_{122}	W_{122}	O_{122}	T_{122}

		..	..	..	..
	..	..	..	..	..
	K_{1a}	S_{1a1}	W_{1a1}	O_{1a1}	T_{1a1}
		S_{1a2}	W_{1a2}	O_{1a2}	T_{1a2}
		..	..	..	..
..	..	..	..	..	..
..	..	..	..	..	..
M_n	K_{n1}	S_{n11}	W_{n11}	O_{n11}	T_{n11}
		S_{n12}	W_{n12}	O_{n12}	T_{n12}
		..	..	..	..
	K_{n2}	S_{n21}	W_{n21}	O_{n21}	T_{n21}
		S_{n22}	W_{n22}	O_{n22}	T_{n22}
		..	..	..	..
	..	..	..	..	..
	K_{nz}	S_{nz1}	W_{nz1}	O_{nz1}	T_{nz1}
		S_{nz2}	W_{nz2}	O_{nz2}	T_{nz2}
		..	..	..	..

3. UYGULAMA

Bu çalışmada T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığına bağlı Devlet Hava Meydanları İşletmesi Genel Müdürlüğü (DHMİ) 2024-2028 stratejik planında yer alan SWOT analizi incelenerek klasik SWOT analizi dezavantajlarını gidermek amacıyla SSWOT analizine dönüştürülmüştür. Bu amaçla; 7 ana kriter, 20 alt kriter belirlenmiştir. DHMİ, SWOT analizinde yer alan maddeler belirlenen kriter ve alt kriterler dikkate alınarak eşleştirilmiş ve SSWOT analizi oluşturulmuştur.

DHMİ, ülkemizdeki havalimanlarının yer hizmetlerinin sağlanması, lojistik ve ulaşım sektörü için ciddi bir öneme sahip olan hava taşımacılığının yenilikçi ve uluslararası standartlara uygun şekilde icra edilmesi, sivil havacılık hizmetleri ve hava trafik kontrol süreçlerinin denetimi, düzenlenmesi ve bunların entegre halde çalışıyor olmasından sorumlu olan bir kamu kurumudur. Coğrafi olarak kritik bir öneme sahip olan havalimanlarımızın ve hava sahamızın evrensel ve bölgesel olarak sürekli yenilikçi çözümler üreterek yönetilmesi küresel düzeyde bir güç anlamına gelmektedir. Bununla beraber tüm bunların uygun bir şekilde yerine getirilmesi için ciddi bir modern altyapı, ekonomik güç, başarılı bir idari yönetim,

tecrübeli personel ve teknoloji kaynağı gerekmektedir. Bu çerçevede, DHMİ'nin önemli bir misyon üstlenmektedir.

3.1. DHMİ Klasik SWOT

Çalışmanın ana konusu olan DHMİ 2024-2028 stratejik planında yer alan klasik SWOT analizi aşağıda verilmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. DHMİ SWOT Analizi (Kaynak: DHMİ 2024-28 Stratejik Planı)

Güçlü Yönler	Zayıf Yönler
•G1. Ana faaliyet alanları olan havalimanı işletme ve hava seyrüsefer hizmetlerinde 90 yıllık köklü bir geçmişe ve tecrübeye sahip olması. •G2. Türkiye hava sahasında hava seyrüsefer hizmeti veren tek otorite olması. •G3. Havalimanı işletmeciliğinde ülkenin ilk ve aynı zamanda en fazla havalimanı işleten kuruluşu niteliğine sahip olması. •G4. Yeterli bilgi, birikim ve tecrübeyi haiz, nitelikli bir insan kaynağını bünyesinde barındırması. •G5. Sivil havacılık sektöründe otorite konumunda bulunan uluslararası kuruluşlara üye olunması ve bu kuruluşlarla teknik ve idari konularda işbirliği yapılması. •G6. Yatırımlarını kendi öz kaynakları ile finanse edebilmesi. •G7. Sivil havacılık alanında yaşanan tüm teknolojik gelişme ve yeniliklerin sürekli olarak takip edilmesi ve bunların gerektirdiği iyileştirme ve güncellemelerin yapılması. •G8. Avrupa Birliği'ne uyum çalışmaları kapsamında ilgili mevzuatın yakından takip edilmesi ve buna uygun düzenlemelerin yapılması. •G9. Kamu-Özel Sektör işbirliği uygulamalarıyla büyük çaplı yatırım ve işletme projelerini gerçekleştirebilme imkan ve kabiliyeti. •G10. Hava sahası dizaynı ve yönetimini sağlayan otorite olması. •G11. Kuruluş hizmetlerinin "Kalite Yönetim Sistemi" güvencesinde, sürekli iyileştirme ve geliştirmeyi esas alan bir anlayışla yürütülmesi. •G12. Faaliyet konuları kapsamında küresel ve bölgesel ölçekte etkinliğinin yüksek olması.	•Z1. Personelin motivasyonunu, memnuniyetini ve aidiyet duygusunu güçlendirecek mekanizmaların sistematik ve işlevsel olmaması. •Z2. Çalışanların performansını objektif biçimde ölçecek kriterlerin henüz yerleşmemiş olması. •Z3. Personele yönelik kariyer planlaması mekanizmasının bulunmaması. •Z4. Kuruluşun hizmet alanlarıyla ilgili personele yönelik yapılan eğitim çalışmalarının dağılımının dengeli olmaması. •Z5. Hava trafik yoğunluğunun bölgesel farklılıklar arz etmesinden dolayı sahada görev yapan personelin iş yükünün eşitsiz bir dağılıma sahip olması. •Z6. Deneyimli personelin emeklilik vb. sebeplerle ayrılması sonucunda bilgi ve deneyimin aktarımında sorun yaşanması ve kurumsal hafızanın oluşturulamaması. •Z7. Kuruluş birimleri arasındaki koordinasyon ve görev dağılımında yer yer yaşanan sorunların verimlilik ve etkinlik üzerindeki olumsuz etkisi. •Z8. Havalimanı gelirlerinin toplanmasında otomasyon sistemlerinin yeterli olmaması. •Z9. Karlılık bakımından gelir-gider dengesi olumsuzluk arz eden havalimanları.

•G13. Faaliyet alanlarına ilişkin eğitimleri ulusal ve uluslararası düzeyde verebilecek nitelikte bir Havacılık Eğitim Akademisine sahip olması. •G14. Hava Seyrüsefer hizmet gelirlerinin EUROCONTROL aracılığıyla tahsil edilebilmesi.	
Fırsatlar	**Tehditler**
•F1. Kıtalar arası geçiş güzergahı üzerinde bulunması hasebiyle Türkiye'nin havacılık sektörü açısından ayrıcalıklı bir coğrafi konuma sahip olması. •F2. Uluslararası kuruluşlara (ICAO, ECAC, EUROCONTROL vb.) üye olunmasının Kuruluşa sağladığı olanak ve kabiliyetler. •F3. Pandemi sonrasında ülkemiz turizminin nicel ve nitel yönden hızla gelişmesinin havacılık sektörü üzerindeki olumlu etkisi. •F4. 2019 yılında hizmete giren İstanbul Havalimanı'nın yolcu ve yük taşımacılığında kıtalar arası aktarma noktası haline gelmesi. •F5. Özel sektör kuruluşlarının havacılık alanındaki yatırımlarının artarak devam etmesi. •F6. Kamu ve özel sektör işbirliği projelerinin başarılı olması. •F7. Havacılık sektörüne yeni şirketlerin katılması ile artan rekabetle birlikte, yolcu ve kargo taşımacılığında oluşan ilave talepler doğrultusunda havalimanlarının daha işler hale gelmiş olması.	•T1. Kamu İhale Kanunu'nun getirdiği kısıtlamalar nedeniyle havacılık kural ve standartlarına uyum sağlamak için gerekli teknolojik yeniliklerin temininde ve yatırımların yapılmasında yaşanabilecek aksaklık ve gecikmeler. •T2. Uyumsuzluk barındıran bazı idari ve yasal düzenlemelerin merkezi idareler ve askeri birimlerle koordinasyon sorunlarına ve yetki karmaşasına yol açarak havalimanlarındaki idari faaliyetleri olumsuz etkilemesi. •T3. Mülki İdari Amirleri ile Kuruluş arasında mevzuattan kaynaklı olarak yetki çatışmalarının ortaya çıkması. •T4. Yürürlükte bulunan mevzuatın nitelikli personel alımında çeşitli sınırlamalar getirmesi. •T5. Küresel düzeyde yaşanan savaş vb. jeopolitik gelişmelerin havacılık sektörü üzerindeki olumsuz etkileri. •T6. İklim değişikliği, deprem, sel gibi doğal felaketlerin mevcut havalimanı altyapılarına verebileceği zararlar. •T7. Usulsüz yapılaşma vb. sorunlardan dolayı hava sahası sınıflandırması ve havalimanı manevra kriterlerine yeterince uyulmaması. •T8. Havayolu ulaşımının, demiryolu ve denizyolu başta olmak üzere diğer ulaşım modları ile entegrasyonunun tam olarak sağlanamamış olması ve buna bağlı olarak intermodal taşıma ve lojistik uygulamalarının yapılamaması. •T9. Sivil havacılığa ilişkin uygulanmakta olan uluslararası kural ve standartların bir kısmının milli mevzuata dönüştürülememiş olması.

3.2. DHMİ SSWOT

DHMİ 2024-2028 Stratejik Planı kapsamlı şekilde incelenmiş, mevcut klasik SWOT analizi referans alınarak kurumun amaçları ve hedefleri doğrultusunda önemli görülen konulara odaklanmıştır. Elde edilen bulgular, Tablo 3'de belirtildiği gibi 7 ana kriter ve 20 alt kritere dönüştürülerek klasik SWOT analizin yeniden yorumlanabilmesi için SSWOT dönüşümü aşamasına geçilmiştir.

Tablo 3.DHMİ SSWOT Analiz İçin Ana ve Alt Kriterler

Ana Kriterler	**Alt Kriterler**
Teknoloji ve İnovasyon	Yatırım
	Altyapı
Ekonomi	Pazar Hacmi
	Finansal İstikrar
	Rekabet,
Sürdürülebilirlik	Toplum
	Çevre
Güvenlik	Dijital/Siber
	Fiziki
İnsan Kaynağı	Liderlik
	İşgücü ve Yetenek
	Motivasyon
	Performans Yönetimi
	Eğitim
Coğrafya	Stratejik Konum
	Çevresel Etkiler
İdari	Kurumsal Hafıza
	İşbirliği
	Hukuk ve Mevzuat
	İç İletişim

Belirlenen kriterler, klasik SWOT analizinin oluşturacağı belirsizliklerin giderilebilmesi ve strateji analizin yeniden anlamlandırılması için maddeler halinde gerekli eşleştirmeler yapılarak Tablo 4'te SSWOT dönüşümü gerçekleştirilmiştir.

Tablo 4.DHMİ SSWOT Analizi

Ana Kriter	Alt Kriter	S (G)	W (Z)	O (F)	T (T)
Teknoloji ve İnovasyon	Yatırım	G7 – G9		F5	T1
	Altyapı	G5	Z8		
Ekonomi	Pazar Hacmi			F3	
	Finansal İstikrar	G6 - G14	Z8 – Z9		
	Rekabet,			F7	
Sürdürülebilirlik	Toplum	G12		F3	T8
	Çevre				T5 – T6
Güvenlik	Dijital/Siber				
	Fiziki	G10			T6
İnsan Kaynağı	Liderlik		Z6 – Z7	F6	T2
	İşgücü ve Yetenek	G4	Z5		T4
	Motivasyon		Z1 – Z3		
	Performans Yönetimi		Z2		
	Eğitim	G13	Z4		
Coğrafya	Stratejik Konum			F1 – F4	T5
	Çevresel Etkiler				T5 – T6 – T7
İdari	Kurumsal Hafıza	G1 – G3 - G11	Z6		
	İşbirliği	G5 – G6		F2 – F4 - F6	
	Hukuk ve Mevzuat	G2 - G8			T1 – T2 – T3 – T9
	İç İletişim		Z7		

Kurumun faaliyet alanlarına ait çalışmalar kritik bir çok sürecin etkileşim içerisinde işleyişi ile gerçekleştiğinden organizasyonel süreçler belirlenirken ve yeni stratejiler oluşturulurken mevcut durumun kapsamlı şekilde analiz edilmesi önemlidir. Yapılan bu analiz ile elde edilen SWOT bulgularının, bu çalışmada uygulanan SSWOT dönüşümü ile daha ayrıntılı olarak ele alınması ve belirlenen her bir alt kriter karşısında güçlü, zayıf yönler ile fırsat ve tehditler açısından kapsamları daha ayrıntılı görülmektedir. Stratejik planlama çalışmaları yapılırken elde edilen bulguların SSWOT formatında sınıflandırılması, her bir kriter ile eşleştirilen bulgulara ait GZFT maddeleri belirlenmesine olanak sağlamaktadır. Aynı zamanda karar vericiye odaklanması gereken stratejiler hakkında da bilgiler vermektedir.

Bu sayede DHMI örneğinde gerçekleştirildiği haliyle örneğin “İdari” süreçlere ait kriter altında yer alan “Kurumsal Hafıza” alt kriteri için SSWOT çalışması incelendiğinde Stratejik Planda yer alan Güçlü (G1-G3-G11) ve Zayıf (Z6) maddeleri ile eşleştirilebileceği görülürken,

bu alt kritere ait Fırsat ve Tehdit başlıklarında herhangi bir eşleştirme yapılamamıştır. Stratejik plan çalışmalarında kurumların faaliyet alanlarına ait bu şekilde çalışmalar gerçekleştirilmesi, oluşturulacak stratejik planların kapsamında yer alacak analizlerin daha ayrıntılı ve ölçülebilir olmasına büyük katkılar sunacaktır.

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bu çalışmada, Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığına bağlı Devlet Hava Meydanları İşletmesi Genel Müdürlüğü (DHMİ)'nin 2024-2028 stratejik planındaki yer alan klasik SWOT analizi, detaylı olarak incelenerek analitik bir yaklaşım sunan SSWOT analizine dönüştürülmüştür. 7 ana kriter ve 20 alt kriter belirlenerek, DHMI'nin güçlü yönleri, zayıf yönleri, fırsatları ve tehditleri sistematik bir şekilde yeniden yorumlanmıştır. Yapılan analiz, Stratejik Plan üzerinden belirlenen teknoloji ve inovasyon, altyapı, insan kaynağı, coğrafi konum ve idari süreçler gibi kriterler çerçevesinde DHMİ'nin mevcut durumunu ayrıntılı bir şekilde ortaya çıkarmıştır.

SSWOT analizi, klasik SWOT'a kıyasla daha kapsamlı ve ölçülebilir sonuçlar elde edilmesini sağlayarak, stratejik planlamada süreçlerinde daha etkili bir yöntem olarak kullanılabilmektedir. Özellikle yatırım, finansal istikrar, güvenlik, işgücü ve yetenek, kurumsal hafıza, personel motivasyonu, işbirliği gibi alanlarda tespit edilen bulgular, DHMİ'nin gelecek stratejilerinin belirlenmesinde önemli bir referans kaynağı olacaktır. Gerçekleştirilen çalışma, kurumun güçlü yönlerini daha iyi kullanmasına, zayıf yönlerini gidermesine, karşılaşılacak fırsatları değerlendirmesine ve tehditlere karşı önlem almasında yardımcı olacaktır.

Sonuç olarak, bu çalışma, SSWOT analizinin stratejik plan hazırlama süreçlerinde verimli bir şekilde kullanılabileceğini göstermektedir. Elde edilen bulgular, DHMİ'nin hem iç hem de dış etkilerini daha iyi anlamasına ve bu amaçla kapsamlı stratejiler oluşturulmasına katkı sunacaktır. Gelecekte, uygulanan SSWOT dönüşümünün devamı niteliğinde olabilecek diğer bir çalışma ise elde edilen ana ve alt kriterlere ait bulguların sektör profesyonelleri, akademisyenler ve kriterlere ait alanlarda çalışan uzmanlar tarafından değerlendirilmesi ve puanlanması ile her bir kriterin ağırlıkları bulanık çok kriterli karar verme teknikleri ile hesaplanabilir ve bir sonraki döneme ait Stratejik Plan çalışmalarında referans olabilmesi için öncelik sıralaması ile optimizasyon yapılabilir.

Ayrıca çalışmada yer alan yöntemin diğer özel sektör ve kamu kurumları için de uygulanabilirliği araştırılabilir ve kriterler genişletilerek daha kapsamlı analizler elde edilebilir. Gerçekleştirilen bu tür çalışmalar, stratejik planlamanın verimliliğini artırarak, kurumların orta ve uzun vadeli başarılarına önemli katkılar sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

David, F.R. (1998). Strategic Management, Seventh ed., Prentice-Hall, New Jersey.

David, F.R. (2001). Strategic Management, Concepts and Cases, eighth ed., Prentice Hall.

DHMİ 2024-28 Stratejik Planı, *https://www.dhmi.gov.tr/Lists/StratejikPlan/Attachments/27/Stratejik%20Plan%202024-2028.pdf* (Erişim Tarihi: 26.Aralık.2024)

Hill, T., Westbrook, R. (1997). SWOT Analysis: It's Time for a Product Recall, Long Range Planning, vol.30, no.1, pp. 46-52.

Karatop, B. (2015). *Bulanık ahp yöntemiyle odak strateji modelinin geliştirilmesi: otomotiv sektöründe uygulama* (Doctoral dissertation, Sakarya Universitesi (Turkey)).

Karatop, B., Taşkan, B., & Adar, E. (2022). Determination of the focus strategies related to renewable energy for Turkey by using the fuzzy sectional SWOT. *Journal of Intelligent Systems: Theory and Applications*, *5*(1), 42-56.

PROJE YÖNETİMİNDE YAPAY ZEKA DESTEKLİ STRATEJİK YÖNETİMİN UYGULAMA ZORLUKLARI ANALİZİ

Doç. Dr., Buket KARATOP
İstanbul Üniversitesi - Cerrahpaşa, - 0000-0001-6053-1755
Mehmet Alp EHLİZ
İstanbul Üniversitesi - Cerrahpaşa, - 0009-0005-0233-1174
Hasan GÜNDOĞDU
İstanbul Üniversitesi - Cerrahpaşa, - 0009-0001-0980-7631

ÖZET

Proje yönetiminde başarı elde etmek için yapay zekâ ile desteklenmiş stratejik yönetimden yararlanılmaktadır. Bu konuda yapay zekadan beklentiler giderek artmakta aynı zamanda akademik çalışmalarda artan hızla yapılmaktadır. Stratejik yönetim hangi sektör ve alanda kullanılırsa kullanılsın daha optimal kararlar almak, insan hatalarını azaltmak, gelecek hedefleri tahmin etmek, gerçek zamanlı performans analizi yapmak gibi birçok neden için yapay zekadan faydalanılması gerekmektedir. Aynı zamanda yapay zekanın benimsenmesinde alışılmadık bazı zorlukların da varlığı söz konusudur. Literatürde bu zorlukları teknolojik ve geleneksel olarak ikiye ayıran çalışmalar bulunmaktadır[1]. Teknolojik zorluklar; yüksek teknoloji maliyetleri, teknik bilgi eksikliği, operasyon ve bilgisayar tabanlı faaliyetler için kaynak ve teknolojik cihaz eksikliği ve/veya yetersizliği, teknik arızalar (ağ hataları, zayıf ağ ve siber güvenlik tehditleri gibi) olarak belirlenmiştir. Geleneksel zorluklar; Sosyo-politik, ekonomik ve çevresel faktörler, ilgi eksikliği, korku, teknolojilere ve teknolojik yeniliklerin benimsenmesine yönelik olumsuz tutum, operasyon ve hizmet sunumunda geleneksel yöntemleri modern dijital yöntemlere tercih etmek, kültürel faktörler olarak belirlenmiştir. Ancak bu zorlukların önemleri ve öncelikleri (yazarların birkaç yorumu dışında) analiz ile sıralanmamıştır.

Bu çalışmada yapay zekanın benimsenmesinde karşılaşılan zorlukların öncelik sırası, uzman görüşleri alınarak Bulanık Analitik Hiyerarşi Proses yöntemiyle bulunmuştur. Çalışmanın amacı başarılı bir proje yönetimi için stratejik yönetim ve yapay zekanın önündeki zorlukların önceliklerinin belirlenmesiyle bu konuya dikkat çekerek önlem alınmasını sağlamak içindir.

Anahtar Kelimeler: Yapay Zekâ, Stratejik Yönetim, Çok kriterli karar verme, Bulanık AHP.

1. GİRİŞ

[1] Thuraka, B., Pasupuleti, V., Malisetty, S., & Ogirri, K. O. (2024). Leveraging artificial intelligence and strategic management for success in inter/national projects in US and beyond. *Journal of Engineering Research and Reports*, *26*(8), 49-59.

Yapay zeka yöntem ve tekniklerinin kanıtlanmış verimliliklerine, performanslarına, farklı sorunlara getirdikleri çözümlere ve yaşamın farklı alanlarına yaptıkları büyük katkılara dayanarak farklı alanlarda başarıyla uygulanmakta olduğunu görmekteyiz. Aynı zamanda bu başarı ile birlikte beraberinde bazı uygulama zorluklarının da olduğunu bilmekteyiz. Farklı alanlarda uygulama zorlukları hakkında literatürde çalışmalar bulunmaktadır.

Bu çalışmada yapay zekanın benimsenmesinde karşılaşılan zorlukların öncelik sırası, uzman görüşleri alınarak Bulanık Analitik Hiyerarşi Proses yöntemiyle bulunmuştur. Çalışmanın amacı başarılı bir proje yönetimi için stratejik yönetim ve yapay zekanın önündeki zorlukların önceliklerinin belirlenmesiyle bu konuya dikkat çekerek önlem alınmasını sağlamak içindir.

2. PROJE YÖNETİMİ, STRATEJİK YÖNETİM VE YAPAY ZEKA

Proje Yönetimi önceden karar verilmiş amaç, maliyet, zaman ve kalite öncelikleri doğrultusunda yeni yönetim tekniklerini uygulayarak proje süresi boyunca insan ve malzeme kaynaklarını yönetme ve organize etme sanatıdır.

Stratejik yönetim ise stratejik planlama ile değişimi yönetmektir. Stratejik yönetimi uygulayan ve benimseyen kurum ya da devletler hatta kişiler planlama yaparak daha verimli iş yapacaklar ve bu işi yaparken harcadıkları zamanı ve emeği değerlendirerek öncesi ile bir kıyas yapabileceklerdir ve olası durumlar hakkında öngörüleri planlama aşamasında oluşacağı için de önlem alıp geliştirme ve iyileştirme yapabileceklerdir. Stratejik yönetimde başta insan hatalarını minimize etmek olmak üzere verimlilik, hız, doğruluk gibi unsurları da artırmak için yapay zekanın kullanılması önem arz etmektedir.

Yapay zekanın farklı alanları veya alt alanları vardır. Bunlar arasında aşağıdaki alanlar yer almaktadır [1];

- Makine Öğrenimi (ML)
- Derin Öğrenme (DL)
- Doğal Dil İşleme (NLP)
- Nesnelerin İnterneti
- Robotik
- Robotik Süreç Otomasyonu
- Pekiştirmeli Öğrenme
- Bilgisayarla Görme
- Dijital Görüntü Analizi
- Bina Otomasyon Sistemleri
- Yenilenebilir Enerji Sistemleri
- Akıllı Su Yönetim Sistemleri
- Canny Kenar Dedektörü

Yapay zekanın işlevi farklı işlevleri yerine getirirken yapay zeka teknolojileri ve yöntemlerinin faydalarını sergilemesidir. Yapay zekanın beklentilerini oluşturan başlıca işlevleri verimli

planlama, etkinlik performansı, proje faaliyetlerinin başarılarının öngörülmesi, maliyetlerin hesaplanması vb.dir.

Thuraka ve arkadaşlarının (2024) [1] literatüre katkı olarak sağladığı temel konular yapay zekanın faydalarını bize öğretmiştir. Çevresel bozulmanın etkin bir şekilde azaltılması ile alakalı yapılan öngörüler, güvenlik tehditlerinin tespiti ve tahmin edilmesinin etkin olarak kullanılması, iş yeri güvenliğinin sağlanması, risklerin proaktif olarak azaltılması, gelişmiş güvenlik garantisi, gerçek zamanlı tehlike tespiti, geliştirilmiş olay raporlama ve müdahale kavramlarıdır.

Bilgi ve iletişim teknolijisinin kullanılması ile ortaya güvenlik açıklıkları çıkmış ve beraberinde internet dünyasının güvenliğini sağlamaya yönelik tüm eylemler ve faaliyetler
siber güvenlik olarak adlandırılmıştır. Siber güvenlikle alakalı gelişen sebeplerden ve güvenlik endişesinden dolayı Amerika Birleşik Devletleri, Hindistan Endonezya, Güney Afrika gibi ülkeler siber güvenlikle alakalı yasa ve devlet organları insa etmiş lakin sanal alemdeki kötülükler devam etmektedir. Devletler ve şirketler güvenliklerini sağlamak için çok ciddi bütçeler ayırmaktadır [1].

Bulama ve Shirivastata'ya [2] göre biyometri siber güvenlikle mücadelede etkin bir mekanizmadır çünkü biyometri sayesinde oluşan veri havuzunda ulaşılmak istenilen kişiye çok rahat ve hızlı ulaşılmaktadır. Motiwala'ya göre dünyadaki farklı uluslararası güvenlik birimlerinin güçlendirilmesi ve düzenli olarak eğitim verilip gerekli ihtiyaçlarının karşılanması gerekmektedir [3].

Çizelge 1. Yapay zekanın yönetimsel işlevleri (Kaynak: Thuraka ve ark., 2024)

Fonksiyonlar	**Alıntılar**
Uyum Yönetimi	Obiuto ve digerleri (2024) [4]
Verimli Planlama	Singh (2024) [5]
Proje faaliyetlerinin ve basarisinin ongorulmesi	George ve diğerleri(2022) [6]
Etkinlik	Yigitcanlar ve digerleri (2020) [7]
Artis Gelistirilmis Performans	Kamble ve Gaikwad (2024) [8]
Etkin Proje Planlanmasi	Obiuto ve digerleri (2024) [4]
Maaliyetlerin azaltilmasi	Regona ve digerleri (2023) [9]
Etkin Guvenlik Yontemi	Kamble ve Gaikwad(2024) [8]
Etkin is ve proje riskleri yönetimi	George ve digerleri (2022) [6] Srivastava (2021) [10] Yigitcanlar ve digerleri (2020) [7] Jarrahi(2018) [11]
Tahmin, tespit ve saha güvenliğinin sağlanmasına yardımcı olur	Bidhendi ve Azizinin (2021) [12] Juhrich (2023) [13]

Temel yönetsel işlevleri yerine getirdiği için yapay zekanın yönetimdeki yerini teyit eden mevcut literatür olduğunu göstermektedir (Çizelge 1). Yukarıdakiler göz önüne alındığında yapay zekanın Amerika Birleşik Devletleri ve ötesinde her türlü ulusal ve uluslararası projelerde katalizor olabilecegi aciktir.

Çizelge 2. Yapay zekanın işlevleri (Kaynak: Thuraka ve ark., 2024)

Fonksinyonlar	**Alıntılar**
Çevresel bozulmanın etkin bir şekilde azaltılması	Adefemi ve digerleri (2023) [14] George ve diğerleri (2022) [6]
Güvenlik tehditlerinin tespit edilmesinin kolaylastirilmasi- isyeri guvenliginin saglanmasi	Juhrich (2023) [13]
Risklerin proaktif olarak azaltılması	Bulama ve Shirivastata (2022) [2]
Gelismis guvenlik garantisi	George ve digerleri (2022) [6]
Gercek zamanli tehlike tespiti	Thakkar ve Lohiya (2021) [15]
Gelistirilmis olay raporlama ve mudahale	Baker ve digerleri (2020) [16]

Yapay zekanın insan çabalarının çeşitli alanlarında güvenliğin sağlanmasında önemli işlevleri oynadığı çizelge 2'den anlaşılmaktadır. Yani yapay zeka teknolojileri ve teknikleri, işyeri içinde ve dışında güvenliği sağlamak ve elde etmek amacıyla da dahil olmak üzere çesitli şekillerde kullanılabilir. Yukarıda belirtilenlerden de anlaşılacağı üzere yapay zeka ile her türlü uluslararası/ulusal projeye yönelik farklı riskler öngörülebilir, tespit edilebilir ve proaktif olarak ele alınabilir. Bu sayede projelerin başarılı bir şekilde yürütülmesi garanti altına alınmaktadır.

Yapay zeka hayatımıza girdiği andan itibaren bazı zorlukları beraberinde getirmiştir. Teknik olarak bakıldığı zaman sürekli kolaylıkları ile anılan yapay zeka zorlukları da beraberinde getirmektedir. Konuya geleneksel çerçeveden bakıldığı zaman ekonomik olarak her kesimden insanın bu teknolojiye ulaşması ve kabullenmesi, konu hakkında ilgisinin olmaması, teknolojik olarak yeniliklere yönelik olumsuz tutum, kültürel faktörler yapay zekayı benimsemenin zorlukları arasındadır. Operasyon ve hizmet sunumunda geleneksel yöntemleri modern dijital yöntemlere tercih etmek hatta korku da bu da zorluklar arasındadır. Korku özelinde söyleyecek olursak insan bilmediği şeylerden korkabilir ve ilgisi olmadığı takdirde yapay zekayı tamamen kötü olarak nitelendirebilir (Thuraka ve ark. 2024).

Yüksek teknoloji maliyetleri, teknik bilgi eksikliği ve yetersizliği, operasyon ve bilgisayar tabanlı faaliyetler için kaynak ve teknolojik cihazların eksikliği ya da yetersizliği, ağ hataları ve siber givenlik tehditleri gibi arızalar ise yapay zeka benimsenirken geleneksel olmayan zorluklardandır. Öyle ki askeri olarak geliştirilen bir projeyi tamamen yapay zeka merkezli bir sistem üzerine inşa edilirse zayıf ağ durumunda proje yarım kalabilir ya da olası bir siber saldırı da ciddi bir güvenlik açığı ortaya çıkabilir [1].

3. UYGULAMA

Proje yönetiminde başarı elde etmek için yapay zekâ ile desteklenmiş stratejik yönetimden yararlanılmaktadır. Bu konuda yapay zekadan beklentiler giderek artmakta aynı zamanda akademik çalışmalarda artan hızla yapılmaktadır. Stratejik yönetim hangi sektör ve alanda kullanılırsa kullanılsın daha optimal kararlar almak, insan hatalarını azaltmak, gelecek hedefleri tahmin etmek, gerçek zamanlı performans analizi yapmak gibi birçok neden için yapay zekadan faydalanılması gerekmektedir. Aynı zamanda yapay zekanın benimsenmesinde alışılmadık bazı zorlukların da varlığı söz konusudur. Literatürde bu zorlukları teknolojik ve geleneksel olarak ikiye ayıran çalışmalar bulunmaktadır.

Çizelge 3. Teknolojik Zorluklar (Kaynak: Thuraka ve ark. 2024)

No.	**Teknolojik Zorluklar**
1	Yüksek teknoloji maliyetleri
2	Teknik bilgi eksikliği (ve yetersizliği)
3	Operasyon ve bilgisayar tabanlı faaliyetler için kaynak ve teknolojik cihaz eksikliği ve/veya yetersizliği
4	Ağ hataları, zayıf ağ gibi teknik arızalar
5	Siber güvenlik tehditleri

Çizelge 4. Geleneksel Zorluklar (Kaynak: Thuraka ve ark. 2024).

No.	**Teknolojik Olmayan Geleneksel Zorluklar**
1	Sosyo-politik, ekonomik ve çevresel faktörler
2	İlgi eksikliği
3	Korku
4	Teknolojilere ve teknolojik yeniliklerin benimsenmesine yönelik olumsuz tutum
5	Operasyon ve hizmet sunumunda geleneksel yöntemleri modern dijital yöntemlere tercih etmek
6	Kültürel faktörler

Başarılı bir proje yönetimi için yapay zekâ destekli stratejik yönetimin önündeki zorlukların belirlenmesi ve hangi zorluğun daha önemli olduğu belirlenerek bununla başa çıkma stratejilerinin belirlenmesi gerekmektedir. Çalışma bu merkezden hareketle yapılmıştır.

Teknolojik ve geleneksel zorlukların önceliklendirilmesi için 1 akademisyen, 2 lisans üstü öğrencisi, 6 sahada çalışan alan uzmanı olmak üzere toplan 9 katılımcıdan bilgi alınmıştır.

Analizde Bulanık Analitik Hiyararşi Prosesi (BAHP) yöntemi kullanılmıştır. Analizde Chang'in (1996) BAHP prosedürü kullanılmıştır.

Teknolojik ve geleneksel zorlukların kriterleri 9 katılımcı tarafında BAHP prosedürüne uygun olarak değerlendirmişlerdir. Analiz sonuçları çizelge 5 ve Çizelge 6'da gösterilmiştir. Katılımcıların verdiği bilgilerin tutarlılık oranı (CR) < 0,1'den küçük olması % 90 tutatlılığı göstermektedir. Analizde teknolojik zorluklar için CR=0,05 bulunmuştur. Analiz % 95 tutarlıdır. Geleneksel zorluklar için ise için CR=0,04 bulunmuştur. Analiz % 96 tutarlıdır.

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Teknolojik zorluklarda en yüksek ağırlık %68,77 ile "siber güvenlik tehditleri" için verilmiştir. İkinci sırada "yüksek teknoloji maliyetleri" % 13,68 ağırlıkla yer almaktadır. Üçüncü sırada ise "ağ hataları, zayıf ağ gibi teknik arızalar" yer almakta ve %11,17 ağırlık değeri vardır. Burada dikkat çekilmesi gereken konu ise ilk sırada yer alan siber güvenlik tehditleri konusunun yüksek bir fark ile ilk sırada yer almasıdır. Katılımcılar siber güvenlik tehditlerine çok dikkat çekmektedir.

Çizelge 5. Teknolojik zorluklar ağırlıkları

TEKNOLOJİK ZORLUKLAR	Wİ	CR
Yüksek teknoloji maliyetleri	0,136883	0,05
Teknik bilgi eksikliği (ve yetersizliği)	0,016378	
Operasyon ve bilgisayar tabanlı faaliyetler için kaynak ve teknolojik cihaz eksikliği ve/veya yetersizliği	0,041695	
Ağ hataları, zayıf ağ gibi teknik arızalar	0,117331	
Siber güvenlik tehditleri	0,687713	

Geleneksel zorluklarda en yüksek ağırlık %25,04 ile "kültürel faktörler" için verilmiştir. İkinci sırada "korku" % 22,86 ağırlıkla yer almaktadır. Üçüncü sırada ise "Operasyon ve hizmet sunumunda geleneksel yöntemleri modern dijital yöntemlere tercih etmek" yer almakta ve %21,80 ağırlık değeri vardır. Burada teknolojik zorluklarda olduğu gibi bir konu üzerine yığılma olmadığı görülmektedir. Ancak burada dikkat çeken konu ise ilk üç maddenin de kurum kültürü ile bağlantılı konular olmasıdır.

Çizelge 6. Geleneksel zorluklar ağırlıkları

Teknolojik Olmayan Geleneksel Zorluklar	Wİ	CR
Sosyo-politik,ekonomik ve çevresel faktörler	0,051229	0,04
İlgi eksikliği	0,069593	
Korku	0,228606	
Teknolojilere ve teknolojik yeniliklerin benimsenmesine yönelik olumsuz tutum	0,182044	
Operasyon ve hizmet sunumunda geleneksel yöntemleri modern dijital yöntemlere tercih etmek	0,218081	
Kültürel faktörler	0,250447	

Yapılan bu çalışma, proje yönetiminde daha başarılı olabilmek için yapay zeka destekli stratejik yönetimden yararlanılırken karşılaşılan zorluklardan hangilerini öncelikli olarak ele alınması ve öncelikle hangi zorluk ile başa çıkılması gerektiğini belirlemek amacı ile yapılmıştır.
Bir sonraki çalışmada katılımcı sayısı artırılabilir, diğer bulanık çok kriterli karar verme teknikleri ile etkileşimli analizler yapılabilir.

KAYNAKÇA

[1] Thuraka, B., Pasupuleti, V., Malisetty, S., & Ogirri, K. O. (2024). Leveraging artificial intelligence and strategic management for success in inter/national projects in US and beyond. *Journal of Engineering Research and Reports*, *26*(8), 49-59.

[2] Bulama L, Shirivastata M. The role of information & communication technology towards protection of lives and property in northern Nigeria: A focus on Maiduguri Borno State in vidyabharti.International Interdisciplinary Research Journal. 2022;14(1):1–9.

[3] Motiwala, A. (2017). Cyber security in Ghana: Evaluating readiness for the future.

[4] Obiuto NC, Adebayo RA, Olajiga OK, Festus-Ikhuoria IC. Integrating artificial intelligence in construction management: Improving project efficiency and cost-effectiveness. Int. J. Adv. Multidisc. Res. Stud. 2024;4(2):639-647.

[5] Singh S. Benefits of an AI enabled safety management system in construction. Research Gate upload; 2024, April.

[6] George RM, Nalluri MR, Anand KB. Application of ensemble machine learning for construction safety risk assessment. J. Inst. Eng. India, Ser. A. 2022;103:989-1003.

[7] Yigitcanlar T, Desouza KC, Butler L, Roozkhosh F. Contributions and risks of artificial intelligence (AI) in building smarter cities: Insights from a systematic review of the literature. Energies. 2020;13(6).
DOI: 10.3390/en13061473

[8] Kamble K, Gaikwad M. Detection of construction safety and accident management using AI. International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science. 2024;06(01).

[9] Regona M, Yigitcanlar T, Hon CKH, Teo M. Mapping two decades of AI in construction research: A scientometric analysis from the sustainability and construction phases lenses. Buildings. 2023;13:2346.

[10] Srivastava A. The application &impact of artificial intelligence (AI) on E commerce. Contemporary Issues in Commerce and Management; 2021.

[11] Jarrahi MH. Artificial intelligence and the future of work: Human-AI symbiosis in organizational decision making. Business horizons. 2018;61(4):577-586.

[12] Bidhendi A, Azizi M. Application of machine learning in project management. 12th International Congress on Civil Engineering, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran, 12-14 July; 2021.

[13] Juhrich SS. Real-time safety technologies in the construction industry: A study of current state and challenges. Industrial design engineering, Master's Level 2023, Department of

Business Administration, Technology and Social Sciences, Luleå University of Technology; 2023.

[14] Adefemi A, Ukpoju EA, Adekoya O, Abatan A, Oluwatoyin A. Artificial intelligence in environmental health and public safety: A comprehensive review of USA. World Journal of Advance Research and Review. 2023;20(3):1420-1434.

[15] Thakkar A, Lohiya R. A survey on intrusion detection system: Feature selection, model, performance measures, application perspective, challenges, and future research directions. Artificial Intell Rev. 2021;55(1):453–563.

[16] Baker H, Hallowell MR, Tixier AJ-P. Automatically learning construction injury precursors from text. Automation in Construction. 2020;118:103145.

DESIGN OF PYTHON BASED REAL-TIME SIMULATION ENVIRONMENT FOR CONTROL APPLICATIONS

Uğur TÜMER
Izmir Katip Celebi University, - 0009-0001-9460-2306
Alkım GÖKÇEN
Izmir Katip Celebi University, - 0000-0002-8131-388X
Mehmet Uğur SOYDEMİR
Izmir Katip Celebi University, - 0000-0002-2327-1642
Savaş ŞAHİN
Izmir Katip Celebi University, - 0000-0003-2065-6907

ABSTRACT

This study presents the development of a real-time simulation environment programmed in Python. It utilizes state-machine architecture to ensure timing control and real-time execution of user-defined functions at specified sampling intervals. This enabled the simulation of physical systems and data acquisition processes for testing and implementing signal processing and control algorithms. The Python-based environment has been developed as open-source software, allowing users to modify and extend its functionality which can operate compatibly with real-time simulation modes, software-in-the-loop and control prototyping modes. For control prototyping mode testing, a DC motor control system was implemented as a using an STM32 microcontroller. The implementation establishes communication between the Python environment and the microcontroller through the universal asynchronous receiver/transmitter protocol, where the microcontroller reads encoder data for counter, sends data to Python environment and executes commands. Then, Python environment makes decisions using integrated Proportional-Integral-Derivative (PID) controller and Pulse Width Modulation (PWM) techniques for DC motor drive control. The error is generated based on the speed of the DC motor and controller signal changes to PWM signal duty. This change directly affects the motor speed to ensure that the motor speed remains at the reference signal. For software-in-the-loop mode testing, a DC motor mathematical model was implemented in the Python environment with PID controller for motor speed control.

Keywords: Python, Open-Source Code, Real Time Simulation Environment

1.INTRODUCTION

With the increasing complexity of design projects and the parallel growth in supervision requirements, the need for testing created models has grown significantly [1]. One prominent solution to address this need is the creation of real-time simulation environments, which have gained substantial attention in the literature [2]. Real-time simulation environments allow for the evaluation of the real-world performance of systems or events under controlled and safe conditions [3]. Such simulation environments provide a secure platform for refining system performance without real-world risks, and they have been widely employed in autonomous driving simulations, enabling functionalities such as lane detection, road prediction, and model comparison [4].

In simulation environments, control prototyping and software-in-the-loop (SIL) implementations have emerged as crucial methodologies, enabling the implementation and validation of control algorithms across various applications, from power systems to complex nonlinear systems [5]. These simulation environments have become essential tools for testing and validating complex control systems. In one study, a low-cost and user-friendly control prototyping system based on the Arduino Uno, MATLAB/Simulink, and customized hardware/software add-ons were introduced. This approach was demonstrated on an air suspension system, where a mathematical model is formulated, and a controller is designed, tested in SIL, and experimentally validated [6]. In another study, researchers developed frameworks for the implementation of SIL configurations for testing critical components such as automatic voltage regulators and power oscillation damping controllers, ensuring secure grid operation under evolving conditions [7]. In another study, researchers implemented a real-time control prototyping system for precise manufacturing of metallic strips. The system enables direct controller deployment from the simulation environment to hardware, while modeling system dynamics and actuator bandwidth requirements demonstrates the effectiveness of model-based development in industrial applications [8]. The implementation of real-time simulation extends to education, where control prototyping methods have revolutionized control education. Educational institutions have recognized that utilizing consistent software tools throughout the learning process provides students with a more practical understanding of control systems [9].

This study presents an open-source real-time simulation environment designed to provide an alternative to software-based simulation solutions. The developed environment offers a flexible framework that users can modify and enhance according to their specific needs. The system architecture is built using Python-based object-oriented programming principles, which have emerged as an effective approach for developing complex software systems. This software development technique enhances system flexibility and reusability by transforming real-world concepts into software components [10]. The object-oriented structure has been developed to accommodate two real-time simulation modes: control prototyping and SIL. To demonstrate and validate these simulation modes, the environment was tested using a DC motor system with both physical hardware integration and mathematical model implementations.

The sections related to this study are as follows: The second section details the materials and methods, including the state machine architecture, hardware components, and software implementations for both control prototyping and SIL modes. The third section presents the results and discussion, demonstrating the performance of the developed environment through DC motor control experiments in both simulation modes. The fourth section presents conclusions and recommendations for future work, followed by acknowledgments and references.

2.MATERIALS AND METHOD

The system design and sample projects consist of hardware and software phases. For hardware implementation, an STM32L053R8 microcontroller, L298N motor driver, and JGA25-370 Geared Motor with Encoder were utilized. These components were used to implement speed control of the DC motor. Universal Asynchronous Receiver Transmitter (UART) protocol enables communication between the microcontroller and Python environment. The microcontroller is programmed using STM32CubeIDE and the Python environment implements Proportional-Integral-Derivative (PID) control algorithms.

The core structure for executing the real-time simulation environment has been developed in Python using object-oriented style code. The object code developed to run a real-time simulation that executes a user-defined process function with specified simulation duration and sampling period to ensure the simulation progresses in real-time. A state machine system has been implemented to manage this progression. The structure of the state machine is illustrated as a flow diagram in Figure 1.

The state machine consists of seven main states: The Setup state function checks for the presence of a serial connection, determines the appropriate initial state, and initiates time measurement. The Process state function performs the main simulation computation, evaluates whether there is sufficient time, and handles timeout conditions when necessary. The Update state function refreshes simulation parameters and checks if the simulation has been completed. The Wait state function completes the designated waiting period before updating operations. The Overflow state function manages timeout situations and calculates appropriate waiting periods. The Serial Connection state function reads and stores data. Finally, the End state function presents general summary and performance information at the simulation's conclusion and terminates the simulation

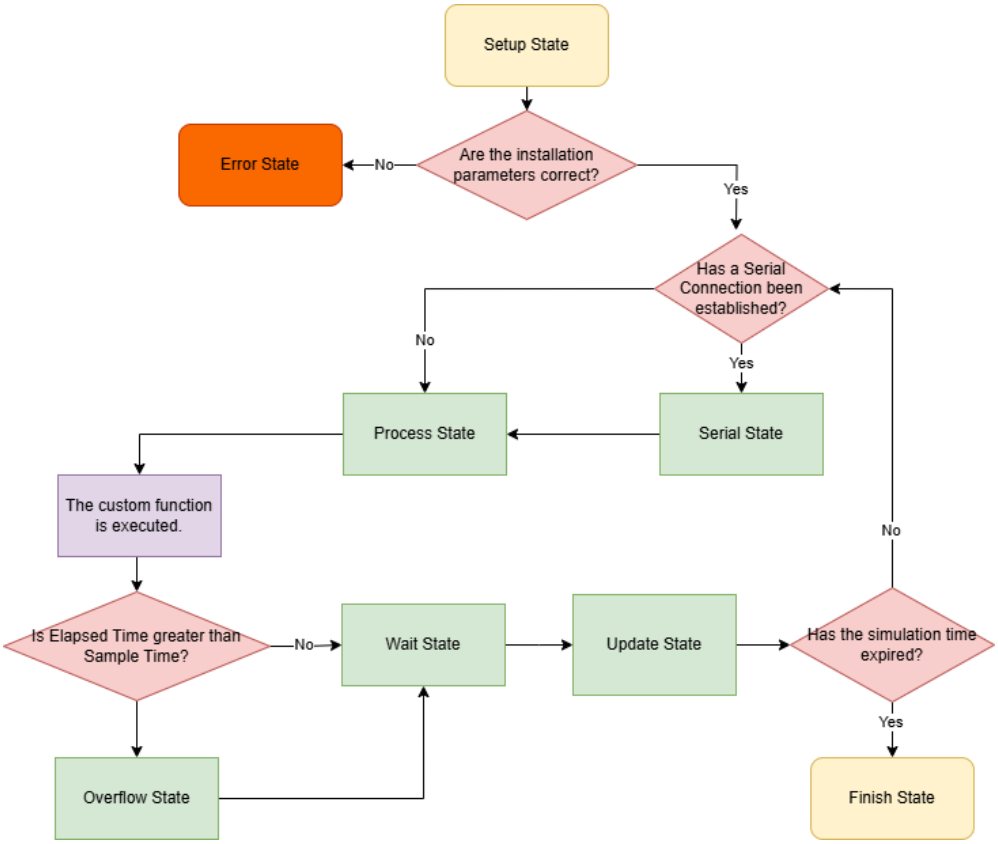


Figure 1. State machine flow chart

2.1 Hardware Design

The developed system contains an STM microcontroller, a dual-motor driver, and a geared motor with an encoder. These components are connected with electrical connections; the details of them are given in the following sub-sections subsequently.

2.1.1 STM32L053R8 microcontroller

STM32L053R8, a member of the STM32 microcontroller family, is a chip model that combines low power consumption with high-performance capabilities. This microcontroller includes essential peripherals required for control prototyping mode testing, such as UART and General-Purpose Input Output (GPIO). STM32CubeIDE was used for programming this microcontroller. The STM32L053R8 microcontroller is shown in Figure 2.

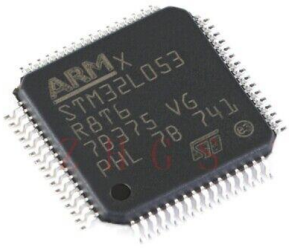


Figure 2. STM32L053 [11]

2.1.2 L298N Dual Motor Driver

The L298N is a motor driver board designed for controlling bidirectional DC motors and stepper motors. Through its H-bridge configuration, it enables control of motor direction and motor speed regulation using Pulse Width Modulation (PWM) signals. The L298N dual motor driver is shown in Figure 3.

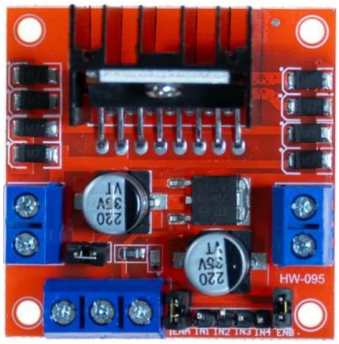


Figure 3. L298N Dual Motor Driver [12]

2.1.3 JGA25-370 Geared Motor with Encoder

The JGA25-370 Geared Motor with Encoder is a motor that operates at 6V and 12V working voltages. Its encoder enables position tracking of the motor. The JGA25-370 geared motor is shown in Figure 4.

Figure 4. JGA25-370 Geared Motor [13]

2.1.4 Hardware Connections

The hardware connections were established using these components. In this configuration, two GPIO output pins and one PWM pin extend from the STM32 to the L298N. The motor power connections are made through the L298N driver module, while the motor encoder is connected to the STM32 via two GPIO input pins to enable feedback. Additionally, the encoder's ground line is unified with the STM32's ground line, and the system's power supply is delivered through the L298N's power source. The resulting hardware connections from this setup are illustrated in Figure 5.

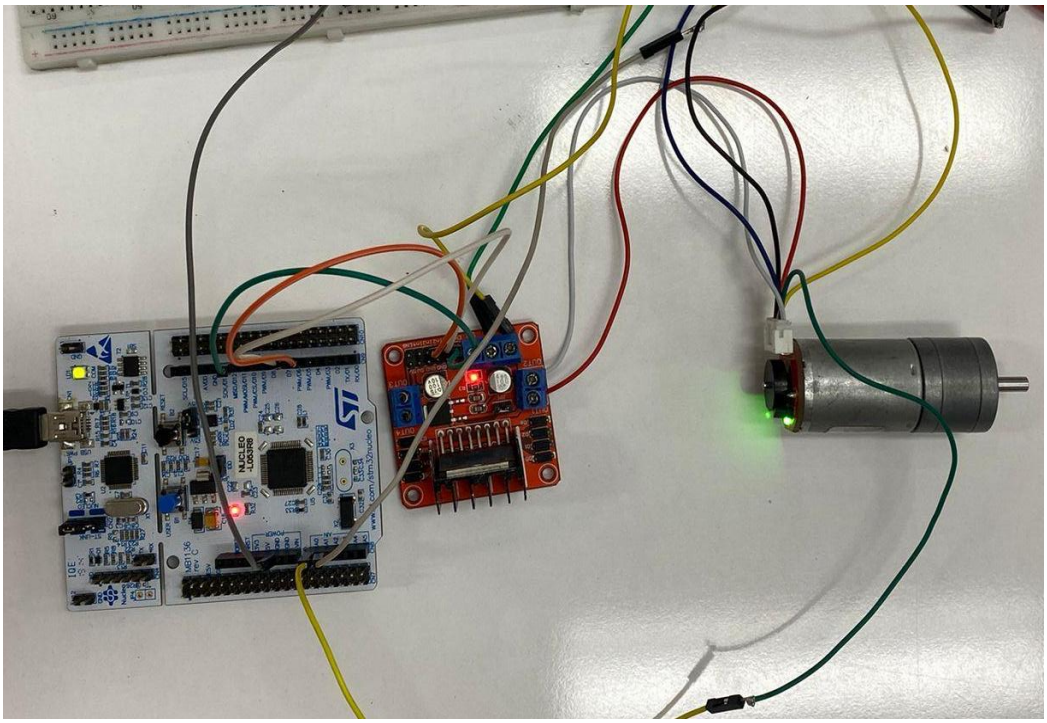


Figure 5. Hardware Connections

2.2 Software Design

This section examines how the host computer and STM32 software are configured and how the control algorithm maintains the motor at the desired speed.

2.2.1 STM32 Code for Control Prototyping Mode

The microcontroller code enables data communication and motor control through UART and timer using the STM32 microcontroller. The UART interrupt function captures incoming data into a buffer and processes it once the data transmission is complete. The code implementing these operations is shown in Figure 6.

```
#define MainBuf_SIZE 20
uint8_t RxBuf[1];
uint8_t MainBuf[MainBuf_SIZE];
uint8_t rxLen = 0;
bool uartDataComplete = false;
bool uartCallbackComplete = false;

void HAL_UART_RxCpltCallback(UART_HandleTypeDef *huart)
{
    HAL_UART_Receive_IT(&huart2, RxBuf, 1);
    if (huart->Instance == USART2)
    {
        MainBuf[rxLen++] = RxBuf[0] & 0xFF;
        uartCallbackComplete = true;
    }
}

volatile uint32_t counter = 0;
volatile uint8_t counterSendBuffer[4];
uint8_t end[] = {10}; // \n value
uint32_t pwm_value;
uint32_t iterationCountRead = 0;
uint32_t iterationCountProcess = 0;
uint8_t CountAlkim = 0;


void HAL_TIM_IC_CaptureCallback(TIM_HandleTypeDef *htim)
{
    if (htim->Instance == TIM2){
        counter = __HAL_TIM_GET_COUNTER(htim); // ICERIDEKI TIM->CNT
    }
}
```

Figure 6. Interrupts and Variables

When a "READ" command is sent through UART, the timer counter value is transmitted back via UART. The "DF" and "DB" commands utilize GPIO pins to control the motor direction, while the "S" command generates a PWM signal to adjust the motor speed. After each command execution, the program clears the buffer and prepares it for new data. Additionally, the code implements LED blinking at specified intervals. The code implementing these operations is shown in Figure 7.

```
while (1)
{
  /* USER CODE END WHILE */

  /* USER CODE BEGIN 3 */
    if (HAL_GetTick() - last_tick > 50){
        last_tick = HAL_GetTick();
        Motor_UpdateTrialCounter();
        motor_counter++;
        HAL_GPIO_TogglePin(GPIOA, LD2_Pin);
    }

    if (uartCallbackComplete){
        uartCallbackComplete = false;
        if (MainBuf[rxLen-1] == 10){ // maybe we can use strmp for \n for better view
            uartDataComplete = true;
        }
    }

    if (uartDataComplete){
        uartDataComplete = false;

        if (MainBuf[0] == 'R' && MainBuf[1] == 'E' && MainBuf[2] == 'A' && MainBuf[3] == 'D'){
                iterationCountRead = iterationCountRead + 1;
                counterSendBuffer[0] = (motor_counter >> 24) & 0xFF;
                counterSendBuffer[1] = (motor_counter >> 16) & 0xFF;
                counterSendBuffer[2] = (motor_counter >> 8) & 0xFF;
                counterSendBuffer[3] = motor_counter & 0xFF;
                HAL_UART_Transmit(&huart2, counterSendBuffer, 4, HAL_MAX_DELAY);
                HAL_UART_Transmit(&huart2, end, 1, HAL_MAX_DELAY);
        } else {
            iterationCountProcess = iterationCountProcess + 1;
            if (MainBuf[0] == 'D'){
                if (MainBuf[1] == 'F'){
                    HAL_GPIO_WritePin(GPIOB, GPIO_PIN_4, 1);
                    HAL_GPIO_WritePin(GPIOA, GPIO_PIN_8, 0);
                    Motor_SetDirection(FORWARD);
                } else if (MainBuf[1] == 'B'){
                    HAL_GPIO_WritePin(GPIOB, GPIO_PIN_4, 0);
                    HAL_GPIO_WritePin(GPIOA, GPIO_PIN_8, 1);
                    Motor_SetDirection(BACKWARD);
                }
            }
            if(MainBuf[2] == 'S'){
                pwm_value = MainBuf[3] * 300;
                __HAL_TIM_SET_COMPARE(&htim22, TIM_CHANNEL_1, pwm_value);
            }
        }
        memset(MainBuf, 0, MainBuf_SIZE);
        rxLen = 0; // change the MainBuf index
    }
```

Figure 7. Main Loop

2.2.2 Proportional-Integral-Derivative (PID) Control Algorithm

The control algorithm system is designed to ensure motor speed remains at the desired speed. A PID controller in a closed-loop system calculates the error value by comparing the system's input and output, and then computes a control signal using proportional, derivative, and integral gain coefficients based on this error value [14]. A diagram of a parallel-structured PID controller is presented in Figure 8. The PID controller algorithm can be expressed as shown in Equation 1.

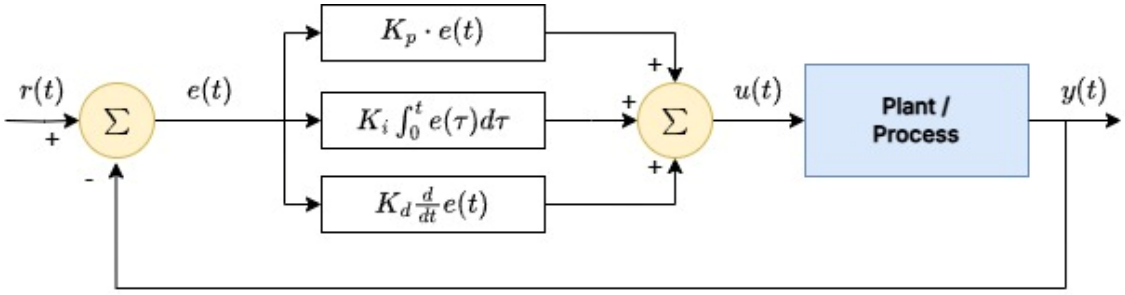


Figure 8. PID Controller Diagram

$$u(t) = K_P e(t) + K_i \int_0^t e(\tau)d\tau + K_d \frac{d}{dt} e(t) \qquad (1)$$

In this equation, K_p represents the proportional constant, K_i represents the integral constant, K_d represents the derivative constant, $u(t)$ represents the reference signal, and $e(t)$ represents the error signal.

2.2.3 Pulse Width Modulation (PWM)

When the PID result generated in the Python-based real-time simulation is transmitted to the microcontroller, PWM is generated to control the motor speed according to this PID value. PWM produces a square wave signal, and the duty cycle of this signal is taken as a reference.

2.2.4 Python Code for Control Prototyping Mode

This example application emulates a PID control algorithm and records data as time-measured counts. The code utilizes the Real-Time Pacer (RTP) class to execute a user-defined process function (someFunction) at regular intervals. This function sends various commands using output from a PID controller and simulates motor control. The someFunction analyzes the motor state and transmits direction (DF/DB) and speed (S) commands via serial communication based on the PID control output. The simulation runs for a specified duration, and upon completion, the PWM signal is terminated as in Figure 9.

```python
def someFunction():  # temporary function to mimic the env. to simulat
    global i, counters, rpm_values, time_values, pid, previous_counter
    counter = int.from_bytes(rtp.serial_values[i], byteorder='big')
    counters.append(counter)
    cps = (counter - previous_counter) / SAMPLING_PERIOD
    rpm = cps * (60 / 42500) * 190
    print("RPM: ", rpm)
    rpm_values.append(rpm)
    previous_counter = counter  # Sonraki adım için counter'ı güncelle
    u = pid(rpm)
    print("u ", u)
    pwm = abs(last_pwm + int(u))
    print("PWM: ", pwm)
    if pwm > 100:
        pwm = 100
    rtp.send_serial("NNS")
    rtp.send_serial(pwm)
    rtp.send_serial("\n")
    last_pwm = pwm
    i += 1
    time_values.append(timer.toc())
```

```python
SIMULATION_TIME = 15  # seconds
SAMPLING_PERIOD = 0.1  # seconds
rtp = RTP(someFunction, SIMULATION_TIME, SAMPLING_PERIOD,
          serial_port='COM5', serial_baudrate=115200, serial_char_size=4)


1 usage  new *
def giveMax():
    timer.tic()
    rtp.send_serial("DFS")
    rtp.send_serial(100)
    rtp.send_serial("\n")
    time.sleep(0.1)


1 usage  new *
def finish_pwm():
    rtp.send_serial("NNS")
    rtp.send_serial(0)
    rtp.send_serial("\n")
```

Figure 9. User-defined Function and RTP Class

2.2.5 Python Code for Software-In-The-Loop

In this approach, system behavior has been modeled in Python using differential equations derived from motor physical parameters. The modeled system incorporates the motor fundamental physical properties and state variables. The motor parameters are defined as moment of inertia (J), friction coefficient (b), motor constant (K), armature resistance (R), and armature inductance (L). The motor instantaneous state is monitored through angular velocity (omega) and current (i) variables. A PID controller has been implemented for system control. The controller generates an appropriate control signal by utilizing the difference between the target angular velocity and the motor's actual speed. The generated control signal is applied to the motor as a voltage value constrained between -24V and +24V. The simulation operates for the specified sampling period and total duration, with the motor state being updated and data recorded at each step. These operations are illustrated in Figure 10.

```python
class DCMotor:
    new *
    def __init__(self, J=0.1, b=0.1, K=0.01, R=1, L=0.5):
        self.J = J      # atalet momenti
        self.b = b      # viskoz sürtünme katsayısı
        self.K = K      # motor sabiti
        self.R = R      # armatür direnci
        self.L = L      # armatür endüktansı

        self.omega = 0  # açısal hız
        self.i = 0  # akım

    1 usage  new *
    def update(self, voltage, dt):
        d_omega = (self.K * self.i - self.b * self.omega) / self.J
        d_i = (voltage - self.R * self.i - self.K * self.omega) / self.L

        self.omega += d_omega * dt
        self.i += d_i * dt
```

```python
motor = DCMotor()
time_values = []
speed_values = []
setpoint_values = []
voltage_values = []
current_values = []

setpoint = 0.3
pid = PID(Kp=100, Ki=1, Kd=0.025, setpoint=setpoint)
pid.output_limits = (-24, 24)


1 usage  new *
def someFunction():
    global time_values, speed_values, setpoint_values, voltage_values
    current_time = len(time_values) * SAMPLING_PERIOD
    motor_feedback = motor.omega
    voltage = pid(motor_feedback)
    motor.update(voltage, SAMPLING_PERIOD)
    time_values.append(current_time)
    speed_values.append(motor.omega) # @TODO
    setpoint_values.append(setpoint)
    voltage_values.append(voltage)
    current_values.append(motor.i)
```

Figure 10. User-defined function and DC motor class

3. RESULTS AND DISCUSSION

In the control prototyping mode test, the motor was brought to the desired speed. The PID controller was configured with a target speed value of 160 rpm, K_p=0.5, K_i=0.1, and K_d=0. The simulation time was set to 15 seconds with a sampling period of 0.1 seconds. When the provided Python code was executed with these parameters, the system demonstrated that the selected PID parameters and real time pacer class provided effective control for this motor application. The resulting change in motor speed over time is shown in Figure 11.

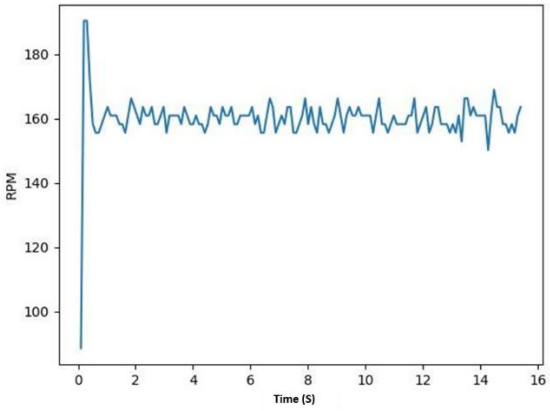


Figure 11. Time Evolution of Motor Speed

In the SIL mode test, results present the performance analysis of a DC motor control system utilizing a PID controller with parameters K_p=10, K_i=12, and K_d=0. The angular velocity response demonstrates control characteristics, achieving the target speed of 0.3 rad/s with an overshoot of 13% at t=3s before stabilizing at the setpoint by t=6s. The system exhibits a minimal steady state. This behavior aligns with theoretical expectations for DC motor operation under closed-loop control. The implemented voltage limits of ±24V ensure safe operation while maintaining control effectiveness. The overall system response indicates that the selected PID parameters successfully balance response time with stability requirements, making this configuration suitable for motor control applications. The resulting change in motor speed over time is shown in Figure 12.

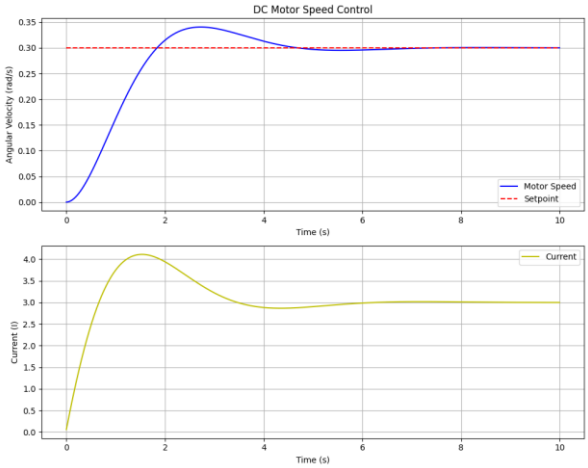


Figure 12. Angular Velocity and Current Profiles

4. CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

This study focuses on the design and implementation of a Python-based real-time simulation environment for control applications, demonstrated through DC motor control implementation. As a result, the developed environment has proven to be an effective platform for both control prototyping and SIL modes testing. Its flexible architecture allows for the implementation of various control strategies through the state machine system, and future studies are expected to explore more advanced control algorithms and extended hardware capabilities. This study contributes to the advancement of real-time control system development and educational applications in control engineering.

ACKNOWLEDGEMENT

This work is supported by the Scientific and Technical Research Council of Turkey (TUBITAK) under 2209A – Research Project Support Program for Undergraduate Students with project number 1919B012306830.

REFERENCES

[1] Menghal, P. M., & Laxmi, A. J. (2012, January). Real time simulation: Recent progress & challenges. In 2012 International Conference on Power, Signals, Controls and Computation (pp. 1-6). IEEE.

[2] Lugaresi, G., & Matta, A. (2018, December). Real-time simulation in manufacturing systems: Challenges and research directions. In *2018 Winter Simulation Conference (WSC)* (pp. 3319-3330). IEEE.

[3] Kadian, A., Truong, J., Gokaslan, A., Clegg, A., Wijmans, E., Lee, S., ... & Batra, D. (2020). Sim2real predictivity: Does evaluation in simulation predict real-world performance?. *IEEE Robotics and Automation Letters*, *5*(4), 6670-6677.

[4] Lee, D. H., & Liu, J. L. (2023). End-to-end deep learning of lane detection and path prediction for real-time autonomous driving. *Signal, Image and Video Processing*, *17*(1), 199-205.

[5] Hoyos-Gutiérrez, J., Cardona-Aristizabal, J., Muñoz-Gutiérrez, P., & Ramirez-Jimenez, D. (2023). A systematic literature review on rapid control prototyping applications. *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologias del Aprendizaje*, *18*(1), 76-85.

[6] Berisch, G., Donath, H., Heinrich, F., Huebener, I., Lipke, T., Mende, T., ... & Zajac, M. (2012). Design and development of a low cost rapid control prototyping system applied to an air suspension system. *IFAC Proceedings Volumes*, *45*(11), 194-199.

[7] Nguyen, H. T., Yang, G., Nielsen, A. H., & Jensen, P. H. (2019). Hardware-and software-in-the-loop simulation for parameterizing the model and control of synchronous condensers. *IEEE Transactions on Sustainable Energy*, *10*(3), 1593-1602.

[8] Wehr, M., Stockert, S., Abel, D., & Hirt, G. (2016). Rapid control prototyping in cold rolling using piezoelectric actuators. *IFAC-PapersOnLine*, *49*(31), 55-60.

[9] Werth, W., Faller, L., Liechtenecker, H., & Ungermanns, C. (2020, September). Low cost rapid control prototyping–a useful method in control engineering education. In *2020 43rd International Convention on Information, Communication and Electronic Technology (MIPRO)* (pp. 711-715). IEEE.

[10] Rangisetti, A. K. (2024). The Importance of Object-Oriented Programming. In *Hands-On Object-Oriented Programming: Mastering OOP Features for Real-World Software Systems Development* (pp. 1-41). Berkeley, CA: Apress.

[11] https://www.ebay.com/itm/375553872792 (Access date: 07.01.2025)

[12] https://www.robotistan.com/l298n-voltaj-regulatorlu-cift-motor-surucu-karti (Access date: 17.12.2024)

[13] https://media.digikey.com/pdf/Data%20Sheets/Seeed%20Technology/114090046_Web.pdf (Access date: 17.12.2024)

[14] Visioli, A. (2012). Research trends for PID controllers. *Acta Polytechnica*, *52*(5).

DEMLENMİŞ ÇAY ATIĞI KULLANIMININ POLİMER KOMPOZİTLERİN FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

Dr. Öğr. Gör, Hasan POLAT

Bingöl Üniversitesi, hpolat@bingol.edu.tr- 0000-0003-1521-0695

ÖZET

Bu çalışmada, demlenmiş çay atığının (DÇA) takviye malzemesi olarak kullanıldığı doymamış polyester reçine esaslı polimer kompozitlerin mekanik ve fiziksel özellikleri incelenmiştir. Kompozitlerde, bağlayıcı olarak doymamış polyester reçine ve takviye olarak standart CEN kumu ile DÇA kullanılmıştır. Kompozit numuneler, hacimce %50 polyester ve %50 standart CEN kumundan oluşan kontrol grubu ile birlikte, CEN kumunun %15, %30, %45 ve %60'ının DÇA ile yer değiştirilmesiyle üretilmiştir. DÇA takviyeli polimer kompozitlerin yoğunluk, su emme, porozite, basınç dayanımı ve ultrases geçiş hızı gibi özellikleri incelenmiştir. Çay atığının oranı arttıkça, yoğunluk, basınç dayanımı ve ultrases geçiş hızı değerlerinde azalma gözlemlenmiştir. Buna karşın, porozite ve su emme değerlerinde ise artış meydana gelmiştir. Sonuç olarak, bu kompozitlerin hafif yapı malzemesi ve yalıtım gibi çevresel sürdürülebilirlik gerektiren uygulamalarda kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Demlenmiş çay atığı, Polimer kompozitler; Mekanik özellikler, Fiziksel özellikler

THE EFFECT OF BREWED TEA WASTE USAGE ON THE PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF POLYMER COMPOSITES

ABSTRACT

In this study, the mechanical and physical properties of unsaturated polyester resin-based polymer composites reinforced with brewed tea waste (BTW) were investigated. In the composites, unsaturated polyester resin was used as the binder, while standard CEN sand and BTW were used as reinforcements. The composite samples were produced with a control group consisting of 50% polyester and 50% standard CEN sand by volume, along with additional samples where 15%, 30%, 45%, and 60% of the CEN sand were replaced with BTW. The properties of polymer composites reinforced with BTW, including density, water absorption, porosity, compressive strength, and ultrasonic pulse velocity, were investigated. As the proportion of tea waste increased, decreases were observed in density, compressive strength, and ultrasonic pulse velocity values. Conversely, increases were observed in porosity and water absorption values. In conclusion, it was determined that these composites could be utilized in applications requiring environmental sustainability, such as lightweight construction materials and insulation.

Keyword: Brewed tea waste, Polymer composites, Mechanical properties, Physical properties

1. GİRİŞ

Demlenmiş çay atıldığı, dünya çapında yaygın olarak tüketilen çayın bir yan ürünü olarak ortaya çıkmakta ve genellikle atık olarak değerlendirilmektedir. Ancak bu atıkların geri dönüşümü ve yeniden kullanımı, sürdürülebilirlik açısından önemli bir fırsat sunmaktadır [1]. Demlenmiş çay atığı özellikle kentsel alanlarda çay tüketimindeki küresel artış nedeniyle atık madde olarak birikmektedir. Yılda yaklaşık beş milyon tona ulaştığı [2] rapor edilmiştir. Bu atıkların yalnızca küçük bir kısmı değerlendirilirken, çoğu rastgele yakma veya çöplük faaliyetleriyle bertaraf edilmektedir. Kaynakların bu şekilde uygunsuz kullanımı, çevre kirliliği noktasında önemli bir sorun haline gelmiştir [3,4]. Ayrıca bu durum potansiyel olarak değerli kaynakları tüketmekle kalmaz, aynı zamanda dünya atmosferindeki sera gazı emisyonunu da artırır [4].

DÇA katı bir biyokütle atığı olarak kabul edilir ve genellikle çevreye atılır. Tekstil endüstrisi [5], tarımsal uygulamalar [6,8] ve hayvan yemi [9] üretimi gibi diğer endüstrilerde kullanmak için bazı girişimler olmasına rağmen, etkin kullanımı sınırlıdır ve büyük ölçüde keşfedilmemiştir. Rathod et al, [10] işlenmemiş ve stirenle işlenmiş %5, %7 ve %10 ağırlık oranındaki çay tozları ve polipropilen kullanarak ürettiği kompozitlerin mekanik ve termofiziksel özellikleri test etmiştir. Hayeemasae ve Ismail [11] çay atığı takviyeli doğal kauçuk kompozitlerin özelliklerini incelemişlerdir.

Özellikleri ve uygulamalar açısından çok yönlü olan doymamış polyesterler, kompozitlerde polimer matris olarak kullanılan popüler bir termoset olmuştur [12]. Kompozite dolgu malzemesi kullanılmasının amacı, üretim maliyetini düşürmek, mekanik ve fiziksel özellikleri iyileştirmektir [13]. Yapılan bu çalışmada bağlayıcı olarak doymamış polyester reçine ve takviye malzemesi olarak DÇA kullanılarak ekonomik bir kompozit malzeme üretmek amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda, %0, %15, %30, %45 ve %60 oranlarında DÇA kullanılarak beş farklı kompozit numune grubu üretildi. DÇA'ın polimer kompozitlerde takviye malzemesi olarak kullanılabilirliği test etmek için üretilen bu numunelerin fiziksel ve mekanik özellikleri incelenmiştir.

2. MATERYAL ve METOT

Yapılan bu çalışmada, polimer kompozit numunelerin üretiminde piyasadan temin edilen döküm tipi doymamış polyester reçine bağlayıcı olarak kullanılmıştır. Ayrıca polyester reçinenin ve monomerin sertleşme reaksiyonunu başlatmak için %1 oranında Metil Etil Ketone Peroksit (MEKP) ve polimerizasyon reaksiyonunu hızlandırmak için %0,2 oranında Kobalt Octoate (%6) kullanılmıştır. MEKP ve Kobalt Octoate (%6) ait teknik özellikler Çizelge 1-2'de verilmiştir.

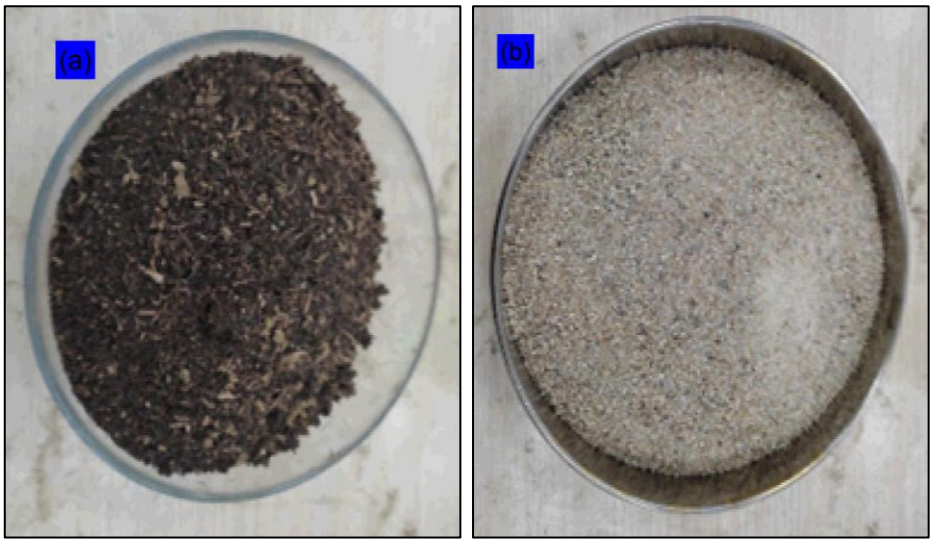
Çizelge 1. MEKP teknik özellikleri

Yoğunluk g/cm^3	1,16
Renk	Renksiz
Aktif Oksijen İçeriği (%)	9,4-9,6
Peroksit İçeriği (%)	40

Çizelge 2. Kobalt oktoat teknik özellikleri

Yoğunluk g/cm^3	0,93
Görünüm	Sıvı
Renk	Menekşe mavisi
Metal içeriği (%)	5,9-6,1
Toplam katı içeriği (%)	30±2

Polimer kompozitlerin üretimlerinde faz malzeme olarak, polimer kompozit özelliklerinin faz malzemenin fiziksel ve kimyasal özelliklerinden en az düzeyde etkilenmesi için (TS EN,196-1 2016) [14]'ya uygun Standart CEN kumu ve DÇA kullanılmıştır. CEN kumu ve demlenmiş çay atığına ait görseller Görsel 1'de verilmiştir.



Görsel 1. Demlenmiş çay atığı (a) standart CEN kumu (b)

Polimer matrisin üretimi için doymamış polyester reçine karıştırıcı kabına alınmış ve 90s boyunca karıştırılmıştır. Daha sonra doymamış polyester reçineye MEKP eklenerek 90s karıştırılmış ve son olarak kobalt eklenerek tekrardan 90s karıştırılarak polimer matrisinin üretimi gerçekleştirilmiştir.

Polyester matrisi üretildikten sonra, hacimce %50 polyester %50 standart CEN kumu kullanılarak kontrol grubu üretilmiştir. Daha sonra CEN kumu %15, %30, %45 ve %60 oranlarında DÇA ile yer değiştirilerek diğer kompozit numune grupları üretilmiştir. Üretilen polimer kompozit numuneler, uygun koşullarda kür işlemi tamamlandıktan sonra deneysel testler uygulanmıştır. Üretilen polimer kompozit numunelerin karışım oranları Çizelge 3'de üretilen polimer kompozit numuneler Görsel 2'de sunulmuştur.

Çizelge 3. Polimer kompozitlerin karışım oranları (%)

Numune Kodu	Karışım Oranları (Hacimsel %)		
	Matris	Dolgu	
	Polyester	CEN Kumu	Ahşap Atığı
DÇA0	50	50	-
DÇA15	50	37,5	12,5
DÇA30	50	25	25
DÇA45	50	12,5	37,5
DÇA60	50	0	50

Görsel 2. Üretilen polimer kompozitler

2.2. Deneysel çalışma

2.2.1. Fiziksel özellikler

Yapılan çalışmada fiziksel testler olarak; yoğunluk, su emme ve porozite deneyleri yapıldı. TS EN 1170-6'ya [15] göre Arşimet terazisi kullanılarak elde edilen veriler yardımıyla aşağıda yer alan Denklem (1), (2) ve (3) kullanılarak fiziksel özellikler belirlenmiştir.

Görünür yoğunluk: $M0/(M0 - M1)$ (1)

Su emme: $(M2 - M0)/M0 * 100$ (2)

Porozite: $(M2 - M0)/ (M2 - M1) * 100$ (3)

Burada, M_0: numunenin etüv kurusu kütlesi, M_1: numunenin sudaki kütlesi M_2: numunenin doygun kuru yüzey kütlesidir.

2.2.2. Mekanik özellikler

Basınç dayanımı deneyi TS EN 12390-3 (2019) [16] standardına göre gerçekleştirilmiştir. Her bir polimer kompozit numune grubundan 3 adet numune üretilmiş ve uygun şartlarda kür edilmiştir. Basınç dayanımı deneyi bu numuneler üzerinde yapılmıştır. Elde edilen sonuçların, aritmetik ortalamaların alınmasıyla grupların basınç dayanımı değerleri belirlenmiştir.

Ultrases geçiş hızı testi, ASTM C597-16 (2016) [17] standardına göre yapılmıştır. Deneylerde 5x5x5 cm boyutunda 3 adet numune kullanılmıştır. Ölçümler sonucunda elde edilen verilerin ortalaması alınarak ultrases geçiş hızı değerleri belirlenmiştir.

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

Yapılan çalışmada, üretilen polimer kompozitlerin fiziksel ve mekanik özellikleri incelenmiştir. Yapılan deneysel çalışmalar sonucunda elde edilen veriler Çizelge 4'de sunulmuştur

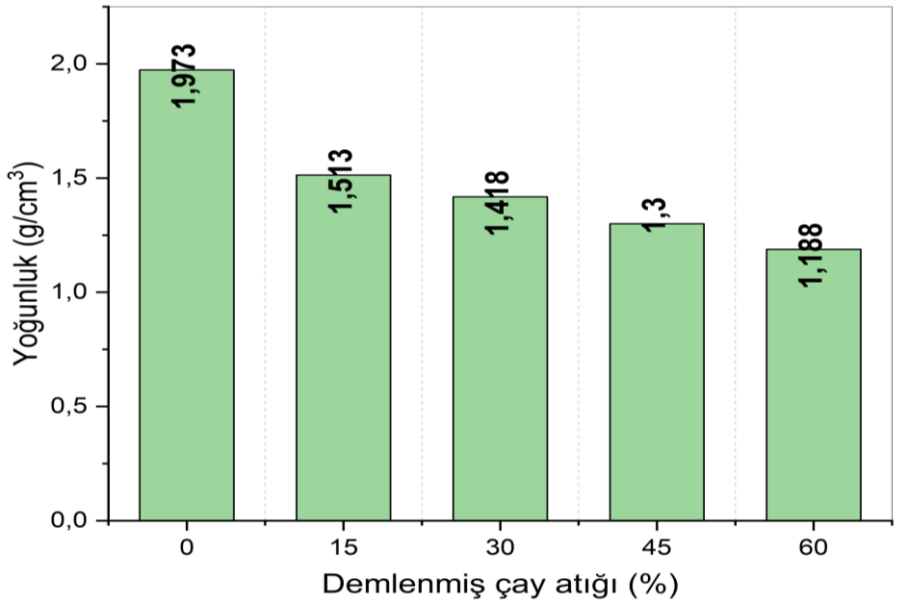
Çizelge 4. Polimer kompozit numunelerin test sonuçları

Kod	Yoğunluk (g/cm^3)	Su emme (%)	Porozite (%)	Ultrases geçiş hızı (m/s)	Basınç dayanımı (MPa)
ÇA0	1,973	0,07	0,13	3828	86,74
ÇA25	1,513	0,36	0,54	3302	73,72
ÇA50	1,418	0,60	0,85	3145	69,82
ÇA75	1,300	0,90	1,18	2959	62,18
ÇA100	1,188	1,01	1,19	2451	57,86

3.1. Yoğunluk

Üretilen DÇA takviyeli polimer kompozit numunelerin yoğunluk değerleri Görsel 3'de sunulmuştur. Yoğunluk değerleri incelendiğinde (Görsel 3) demlenmiş çay atığı oranın artmasıyla yoğunluk değerlerinde kademeli bir azalma meydana gelmiştir. En yüksek yoğunluk değerli kontrol numunesinde (DÇA0) 1,973 g/cm^3 iken, en düşük değerler DÇA60 kodlu numunede 1,188 g/cm^3 düşmüştür. Kontrol numunesi ile karşılaştırıldığında DÇA15, DÇA30, DÇA45 ve DÇA60 kodlu numunelerde sırasıyla %39,84, %75,61, 91,06 ve 108,94 oranlarında azalma meydana gelmiştir.

Yoğunlukta gözlemlenen bu azalma, CEN kumundan daha düşük yoğunluğa sahip olan DÇA'ın artan oranlarda eklenmesinden kaynaklanmaktadır. Elde edilen bulgular, literatürde rapor edilen benzer çalışmalarla uyumlu sonuçlar sunmaktadır Literatür çalışmalarında tarımsal yan ürünler kullanılarak üretilen kompozit malzemelerin yoğunluklarının azaldığı ifade edilmektedir. Subba Raju et al. [18]'ın çalışmalarında kenevir, jüt ve cam elyaf içeren kompozitlerin yoğunluklarının lif içeriğinin artmasına bağlı olarak azaldığı belirtilmiştir.



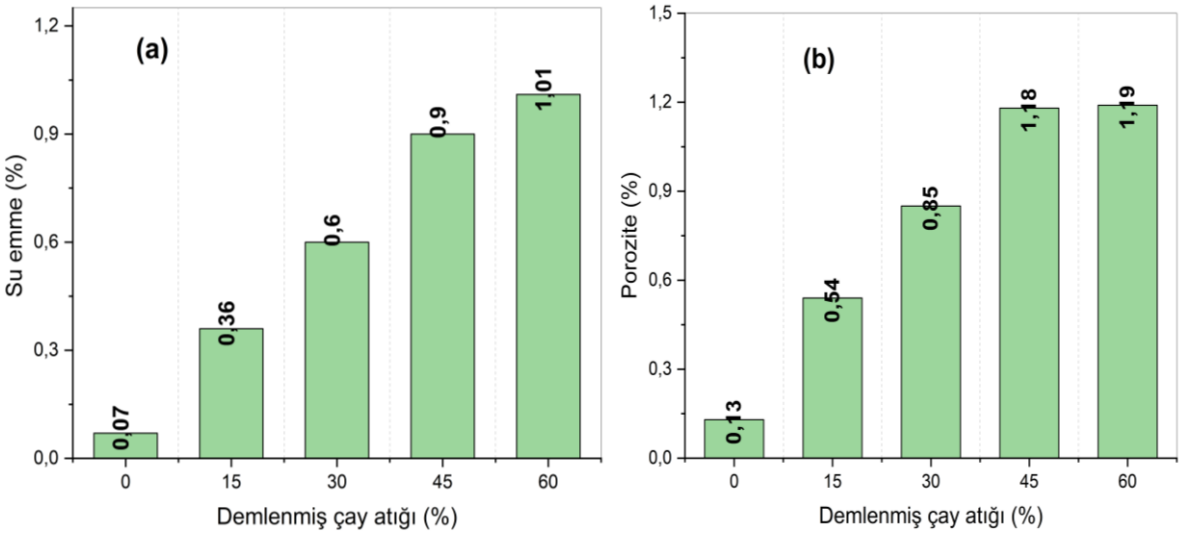
Görsel 3. Polimer kompozitlerin yoğunluk değerleri

3.2. Su emme ve porozite

Üretilen DÇA takviyeli polimer kompozit numunelerin su emme ve porozite değerleri Görsel 4'de sunulmuştur. Polimer kompozitlerin su emme deney sonuçları incelendiğinde (Görsel 4a), DÇA oranının artışıyla kompozit numunelerin su emme oranlarının düzenli bir şekilde artığı belirlenmiştir. Kontrol numunesi (DÇA0) için oldukça düşük bir su emme değeri (%0,07) elde edilirken, DÇA oranına bağlı olarak bu değerler sırasıyla %0,36 (DÇA15), %0,60 (DÇA30), %0,90 (DÇA45) ve %1,01 (DÇA60) oranlarında artış göstermiştir. Bu durum, DÇA'ın malzeme gözenekliliğini artırarak su tutma kapasitesini yükselttiğini göstermektedir. Benzer çalışmalar [19–21] bu durumu desteklemektedir. Ayrıca, DÇA45 ve DÇA60 arasında gözlemlenen sınırlı artış, DÇA'ın su emme üzerindeki etkisinin belirli bir oranda doygunluğa ulaştığını göstermektedir.

Görsel 4b'de verilen polimer kompozit numunelerin porozite değerleri incelendiğinde, demlenmiş çay atığı oranının artışıyla kompozit numunelerin porozite değerlerinin belirgin şekilde arttığı belirlenmiştir.

Kontrol numunesi (DÇA0) için ölçülen düşük porozite değeri (%0,13), standart CEN kumu ve polyester reçinenin yoğun ve kompakt bir yapı oluşturduğunu göstermektedir. DÇA oranının artmasıyla birlikte porozite değerleri sırasıyla %0,54 (DÇA15), %0,85 (DÇA30), %1,18 (DÇA45) ve %1,19 (DÇA60) oranlarında artış göstermiştir. Su emme değerlerine benzer olarak, özellikle DÇA45 ve DÇA60 arasında gözlemlenen sınırlı fark (%1,18'den %1,19'a), DÇA'ın porozite üzerindeki etkisinin belirli bir doygunluk seviyesine ulaştığını göstermektedir.

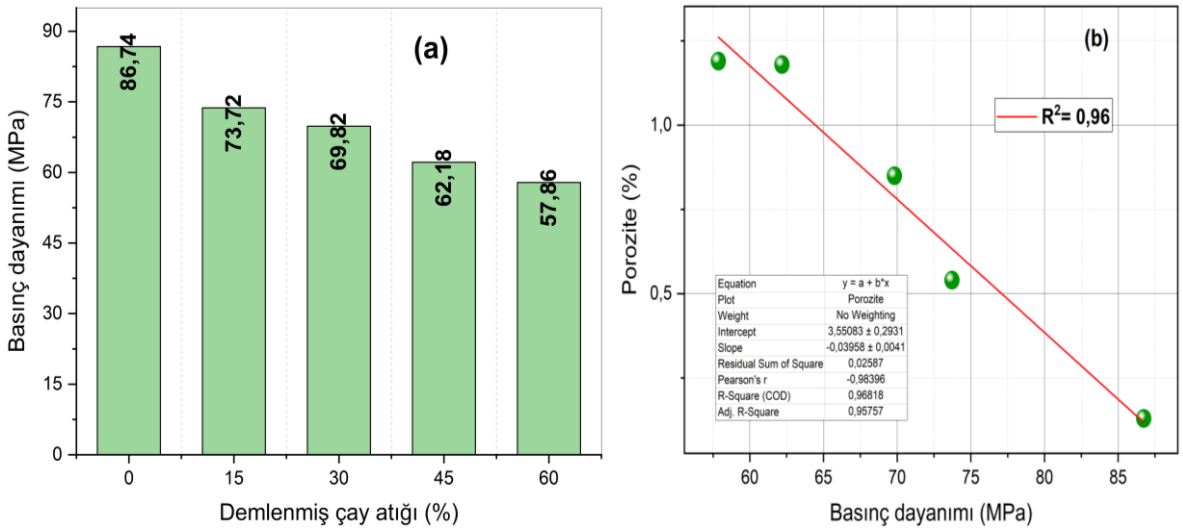


Görsel 4. Su emme (a) porozite (b) değerleri

3.3. Basınç dayanımı

Basınç dayanımı değerleri Görsel 5a'da sunulmuştur. Basınç dayanımı değerleri incelendiğinde DÇA ile üretilen kompozitlerin basınç dayanımı sonuçları, takviye malzemesi olarak kullanılan DÇA oranının artışıyla dayanım değerlerinde düzenli bir azalma olduğunu göstermektedir. Kontrol grubu olan DÇA0 numunesinde yalnızca standart CEN kumu ve doymamış polyester reçine kullanılmış olup, en yüksek basınç dayanımı (85,74 MPa) elde edilmiştir. Ancak, CEN kumunun kısmen DÇA ile yer değiştirmesiyle basınç dayanımı değerlerinde kademeli olarak azalma gözlemlenmiştir.

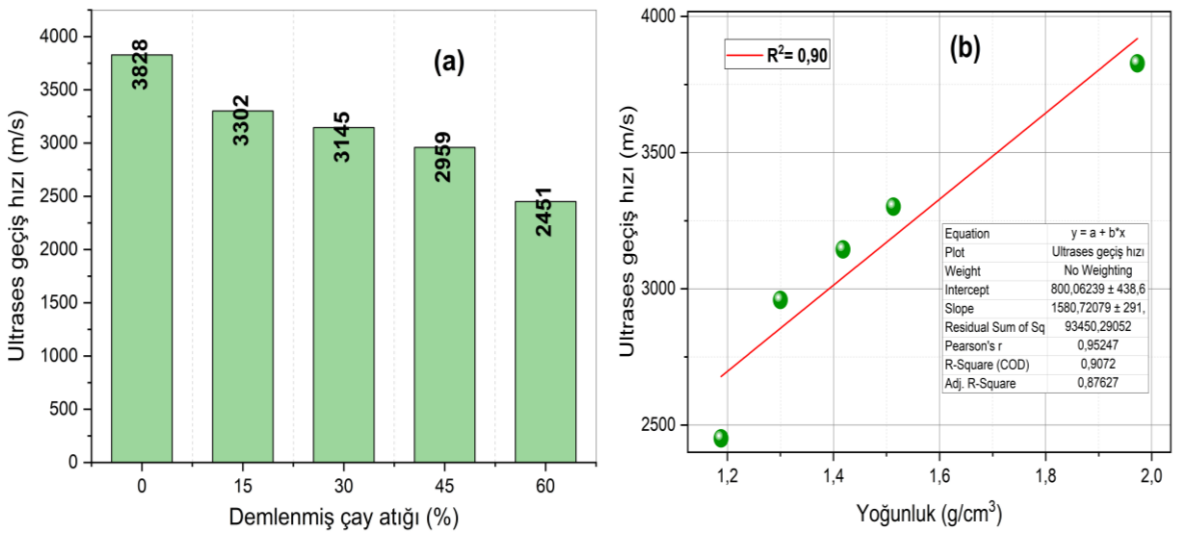
Bu durum, DÇA'ın mekanik dayanım açısından CEN kumuna göre daha düşük performans göstermesiyle ilişkilendirilebilir. Özellikle, %15, %30, %45 ve %60 oranlarında DÇA içeren DÇA15, DÇA30, DÇA45 ve DÇA60 numunelerinde basınç dayanımları sırasıyla 73,72, 69,82, 62,18 ve 57,86 MPa olarak ölçülmüş ve kontrol grubuna kıyasla basınç dayanımları sırasıyla %14, %18,5, %27,5 ve %32,5 oranlarında azaldığı tespit edilmiştir. Literatür incelemesinde polimer kompozitlerde, dolgu miktarının artmasıyla basınç dayanımın azaldığını gösteren farklı çalışmalar mevcut durum desteklemektedir [22,23].



Görsel 5. Basınç dayanımı değerleri (a) basınç dayanımı ve porozite ilişkisi (b)

3.4. Ultrases geçiş hızı

Ultrases geçiş hızı değerleri Görsel 6a'da gösterilmiştir. Görsel 6a incelendiğinde DÇA oranının artışı, kompozitlerin ultrases geçiş hızı değerlerinde düzenli bir azalmaya yol açmıştır. Kontrol numunesi (DÇA0) en yüksek ultrases geçiş hızı değerine (3828 m/s) sahipken, DÇA oranının %15, %30, %45 ve %60 olduğu DÇA15, DÇA30, DÇA45 ve DÇA60 numunelerinde ultrases geçiş hızı değerleri sırasıyla 3302, 3145, 2959 ve 2451 m/s olarak ölçülmüştür. Bu azalma, DÇA'ın gözenekli yapısı ve bağlayıcı ile sınırlı etkileşiminden kaynaklanarak malzemenin yoğunluğunu ve mikro yapısal bütünlüğünü zayıflatmıştır.



Görsel 6. Ultrases geçiş hızı değerleri (a) ultrases geçiş hızı ve yoğunluk ilişkisi (b)

4. SONUÇLAR

Yapılan bu çalışmada, DÇA oranındaki artış, polimer kompozitlerin yoğunluk, su emme, porozite, basınç dayanımı ve ultrases geçiş hızı gibi temel özelliklerini belirgin şekilde etkilemiştir. Yoğunluk değerleri, DÇA oranı arttıkça 1,973 g/cm³'ten 1,188 g/cm³'e düşerken, su emme ve porozite değerleri sırasıyla %0,07'den %1,01'e ve %0,13'ten %1,19'a yükselmiştir. Basınç dayanımı 86,74 MPa'dan 57,86 MPa'ya, ultrases geçiş hızı ise 3828 m/s'den 2451 m/s'ye düşmüştür. Bu değişimler, DÇA'ın yapısal gözenekliliği ve düşük yoğunluğunun kompozitin mekanik ve fiziksel performansını etkilediğini göstermektedir. Bu sonuçlar, DÇA katkılı polimer kompozitlerin hafif yapı malzemeleri, yalıtım ürünleri ve çevresel sürdürülebilirlik gerektiren uygulamalarda kullanılabileceğini göstermektedir. Ayrıca gelecekte yapılacak olan çalışmalar için, DÇA'ın yüzey modifikasyonu, bağlayıcı matrisin optimizasyonu veya diğer takviyelerle birlikte kullanımı incelenerek bu malzemelerin performansı özelliklerinin incelenmesi önerilmektedir.

5. KAYNAKLAR

[1] M. Çakır, B. Berberoğlu, E-Cam elyaf takviyeli epoksi matrisli kompozit malzemelerin elyaf oranındaki artış ile mekanik özelliklerindeki değişimlerin incelenmesi, El-Cezeri Fen ve Mühendislik Derg. 5 (2018) 734–740. https://doi.org/10.31202/ecjse.415482.

[2] J.A. Fiorote, A.P. Freire, D. de S. Rodrigues, M.A. Martins, L. Andreani, L.F. Valadares, Preparation of composites from natural rubber and oil palm empty fruit bunch cellulose: Effect of cellulose morphology on properties, BioResources 14 (2019) 3168–3181. https://doi.org/10.15376/biores.14.2.3168-3181.

[3] A.M. Agapkin, I.A. Makhotina, N.A. Ibragimova, O.B. Goryunova, A.K. Izembayeva, S.L. Kalachev, The problem of agricultural waste and ways to solve it, IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci. 981 (2022) 022009. https://doi.org/10.1088/1755-1315/981/2/022009.

[4] H. Elbasiouny, B.A. Elbanna, E. Al-Najoli, A. Alsherief, S. Negm, E. Abou El-Nour, A. Nofal, S. Sharabash, Agricultural waste management for climate change mitigation: some implications to Egypt, in: 2020: pp. 149–169. https://doi.org/10.1007/978-3-030-18350-9_8.

[5] A.P. Provin, A.R. de A. Dutra, I.C.A. de Sousa e Silva Gouveia, e A.L.V. Cubas, Circular economy for fashion industry: Use of waste from the food industry for the production of biotextiles, Technol. Forecast. Soc. Change 169 (2021) 120858. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.120858.

[6] B.B. Aşik, C. Kütük, Çay atığı kompostunun çim alanların oluşturulmasında kullanım olanağı, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Derg. 26 (2012) 47–58.

[7] A. Karataş, D.T. Büyükdinç, Organik çay atığının ıspanak ve marul yetiştiriciliğinde bitki gelişimi üzerine etkisi, Akad. Ziraat Derg. Cilt6 Özel Sayı201-210 ISSN 2147-6403 Http//Azd.Odu.Edu.Tr 210 (2017) 201–210.

[8] H. Özer, İ. Dönmez, C. Gülser, Bazı bölgesel organik atıkların topraksız tarımda (torba

kültürü) kullanılabilme imkanlarının belirlenmesi, ANADOLU J. Agric. Sci. 31 (2016) 171–178. https://doi.org/10.7161/omuanajas.260971.

[9] T. Yüksek, V. Atamow, K. Türüt, Demlenmiş çay atığı ve evsel yemek atıkları ile beslenen krmızı kaliforniya solucanından elde edilen katı solucan gübresindeki bazı besin elementlerinin belirlenmesi, J. Anatol. Environ. Anim. Sci. 4 (2019) 263–271. https://doi.org/10.35229/jaes.586428.

[10] Y. Rathod, P. Bari, D.P. Hansora, S. Mishra, Elaboration of performance of tea dust–polypropylene composites, J. Appl. Polym. Sci. 134 (2017). https://doi.org/10.1002/app.44750.

[11] N. Hayeemasae, H. Ismail, Application of silane-treated tea waste powder as a potential filler for natural rubber composites, BioResources 16 (2020) 1230–1244. https://doi.org/10.15376/biores.16.1.1230-1244.

[12] S. Azız, M. Ansell, S. Clarke, S. Panteny, Modified polyester resins for natural fibre composites, Compos. Sci. Technol. 65 (2005) 525–535. https://doi.org/10.1016/j.compscitech.2004.08.005.

[13] P.E. Anbunathan, G. Perumal, N. Senthilkumar, Characterization and wear studies on non-asbestos organic fiber reinforced low metallic friction composites, Int. J. Mech. Prod. Eng. Res. Dev. 9 (2019) 133–143.

[14] TS EN 196-1, Çimento Deney Metotları- Bölüm 1: Dayanım, Türk Standartları Enstitüsü, ANKARA, 2016.

[15] TS EN 1170-6, Ön yapımlı beton mamuller- Cam elyaf takviyeli çimento (ctc) deney metodu-Bölüm 6: Suya daldırma yoluyla su emme ve kuru yoğunluk tayini TSE, Türk Standartları Enstitüsü, ANKARA, 1999.

[16] TS EN 12390-3, Beton - Sertleşmiş beton deneyleri - Bölüm 3: Deney numunelerinin basınç dayanımının tayin, Türk Standartları Enstitüsü, ANKARA, 2019.

[17] ASTM C 597-02, Pulse Velocity Through Concrete, 2016. https://doi.org/10.1520/C0597-16.2.

[18] N.V. Subba Raju, M. Indra Reddy, M. Anil Kumar, K. Ramji, Study on thermo physical properties of hemp, jute and glass fiber reinforced polyester composites, Mater. Today Proc. 5 (2018) 5918–5924. https://doi.org/10.1016/j.matpr.2017.12.191.

[19] H. Binici, O. Aksogan, A. Dıncer, E. Luga, M. Eken, O. Isikaltun, The possibility of vermiculite, sunflower stalk and wheat stalk using for thermal insulation material production, Therm. Sci. Eng. Prog. 18 (2020) 100567. https://doi.org/10.1016/j.tsep.2020.100567.

[20] N. Benmansour, B. Agoudjil, A. Gherabli, A. Kareche, A. Boudenne, Thermal and mechanical performance of natural mortar reinforced with date palm fibers for use as insulating materials in building, Energy Build. 81 (2014) 98–104. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.05.032.

[21] R. Muthuraj, C. Lacoste, P. Lacroix, A. Bergeret, Sustainable thermal insulation biocomposites from rice husk, wheat husk, wood fibers and textile waste fibers: Elaboration and performances evaluation, Ind. Crops Prod. 135 (2019) 238–245. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.04.053.

[22] M.K. Yalman, F. Mengelo, Efect of the use of dıfferent fıllers ın epoxy based composıte materıals on mechanıcal and physıcal, (2024).

[23] G.U. Raju, S. Kumarappa, V.N. Gaitonde, Mechanical and physical characterization of agricultural waste reinforced polymer composites, J. Mater. Environ. Sci. 3 (2012) 907–916.

DETAILED INVESTIGATION OF MENTHA ARVENSIS L. PHENOLIC COMPOUNDS COLLECTED IN DIFFERENT REGIONS OF IĞDIR PROVINCE USING EXTRACTION METHOD.

Mehmet Salih NAS

Iğdır University, ORCİD:0000-0003-1092-5237

Musa KARADAĞ

Iğdır University, ORCİD:0000-0003-2498-3403

ABSTRACT

People suffering from different diseases prefer plenty of bioactive components for treatment purposes. Mentha arvensis L. is used for various purposes as it contains many value-added products. High-Performance Liquid Chromatography (HPLC) was used to evaluate the properties of phenolic bioactive components found in methyl alcohol/chloroform (v/v:1/1) extracts of Mentha arvensis L collected in different regions(engin, özdemir ve çarıklı) of Iğdır province. The main components identified in the extracts are chlorogenic acid, caffeic acid, rutin, rosmarinic acid, salicic acid, comaric acid, flavones, quercetin and naringenin. These valuable components have antibacterial, antioxidant, anticancer, and anti-inflammatory properties. Among the identified compounds, chlorogenic acid and quercetin are very important in terms of anticancer and antioxidant effects. High-Performance Liquid Chromatography (HPLC) characterization showed the presence of plenty of bioactive compounds and confirmed their potential health activities. This study compared the compound contents of Mentha arvensis L. herb collected in different regions and showed that the obtained compounds can be used as many new sources of antioxidants and anticancer drugs.

Keywords: Mentha arvensis L, antioxidants, anti-inflammation, phenolic

1. INTRODUCTİON

Tissues that function differently in the human body are seriously affected by the presence of free radicals. Antioxidants play an active role in eliminating the effects of free radicals and protecting the body from various diseases [1]. These antioxidants, which are formed in their own ecosystem, are abundant in the structure of plants, which makes the use of these plants indispensable. Phytochemical analysis of plant extracts is very valuable to investigate [2]. The World Health Organization states that traditional and complementary medicine are important. It is seen that the United States, Australia, France, Canada, Chile, Colombia, and African countries evaluate them at different rates on a continental basis [3,4]. However, it has been determined that plant extracts contain various phytochemicals or physiologically active substances in

different parts of the same region. Its structure can be elucidated using devices high-performance liquid chromatography (HPLC). Mentha arvensis L. used in this study is also known as Japanese mint or menthol mint. This plant is preferred in traditional medicine as a source of healing for many different purposes such as hepatitis, ulcer disease, bronchitis, skin and digestive disorders, and expectorant[5].

In this study, very valuable phenolic compounds with antioxidant and anticancer properties of Mentha arvensis L. plants collected in different regions were investigated and their content analysis was discussed.

2. EXPERİMENTAL STUDİES

2.1. Material Methods ve Chemicals

Mentha arvensis L. plants was collected in three different regions of Iğdır, Turkey. It was preserved in a dark environment without light at room conditions. The obtained samples were ground. Then, 250 ml of methyl alcohol and 250 ml of chloroform were taken in a one-to-one ratio into a 600 ml glass flask. It was treated with 20 g of ground sample for approximately 72 hours. Then, the solvents were removed by a rotary evaporator in the filtered product. The obtained extracts were stored in a +4 ^{0}C refrigerator. The chemical reagents methanol and chloroform used in this study are of analytical grade. All chemicals were purchased from Sigma Aldrich without further processing. High throughput liquid chromatography (HPLC) with model 1260 Infinity II LC System coupled with mass spectrometry was chosen to test the content of the extracts of the Mentha arvensis L. plants collected in different regions. The reversed phase HPLC was equipped with a column oven (1260 TCC), binary pumps (1260 Bin Pump), and a degasser (1260 Degasser). Chromatographic conditions were optimized to obtain optimum separation for the compound and to overcome the effects of compression.

3. RESULT AND DİSCUSSİON

Extracts of mint samples collected from different regions were characterized by HPLC. When the HPLC analysis results of the different samples of the extract process were examined, 5 organic acids, namely rosmarinic acid, salicylic acid, Quercetin, coumaric acid, and chlorogenic

acid, were generally detected in high amounts and the HPLC chromatograms were seen in Figure 1, 2 ve 3.

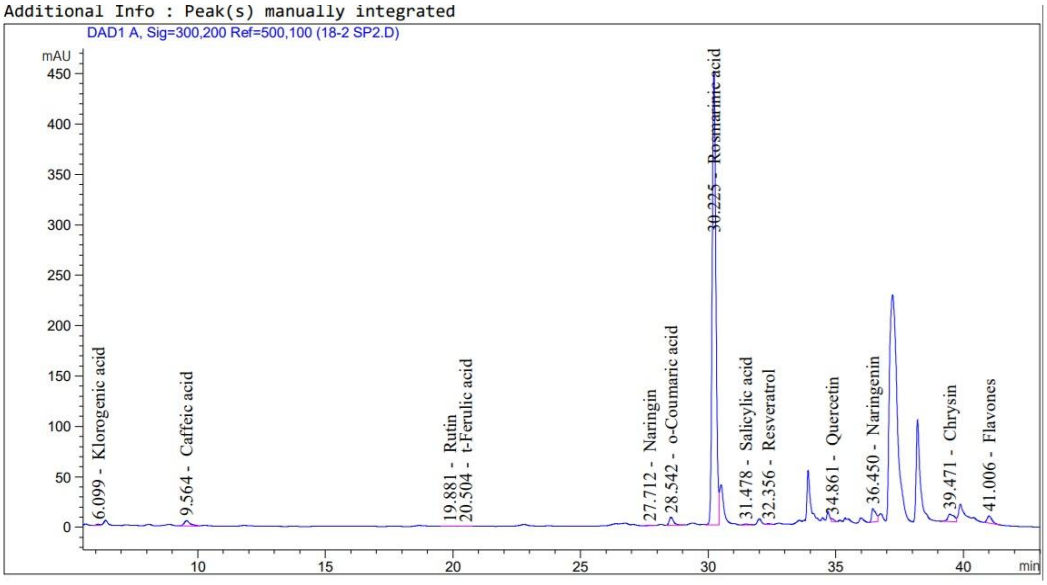


Figure 1. Organic acid compounds in the extract obtained from Mentha arvensis L. plants samples(engin regions) by HPLC

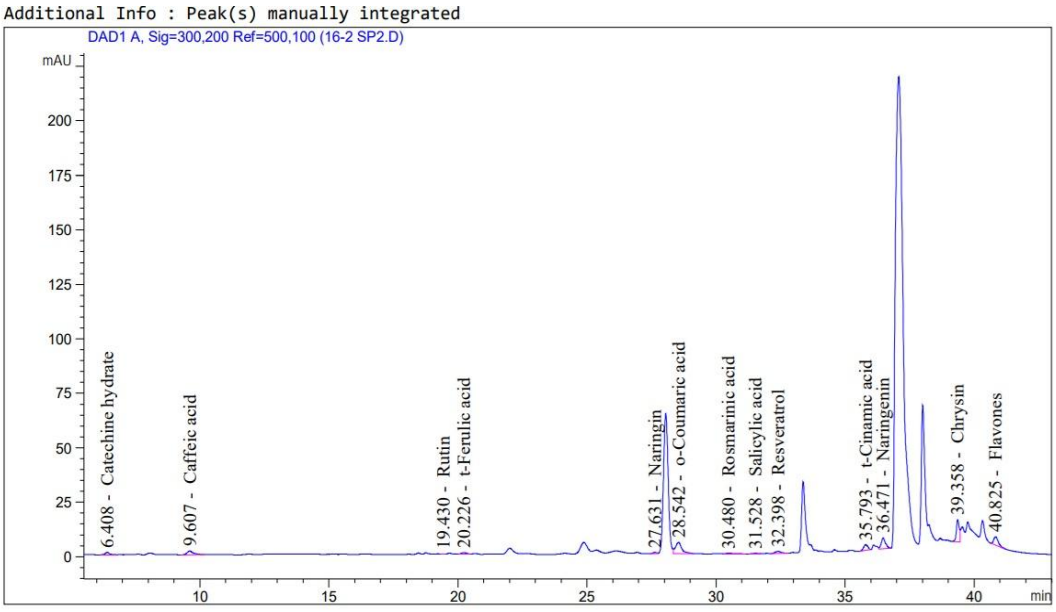


Figure 2. Organic acid compounds in the extract obtained from Mentha arvensis L. plants samples(özdemir regions) samples by HPLC

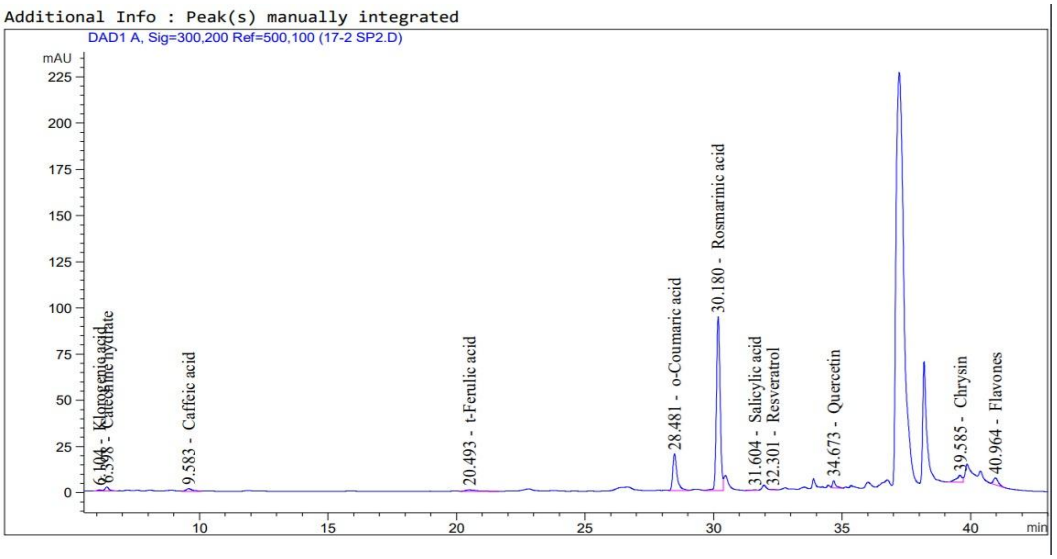


Figure 3. Organic acid compounds in the extract obtained from Mentha arvensis L. plants samples(çarıklı regions) samples by HPLC

4. CONCLUSİON

This current study aims to comprehensively investigate the content analysis of mint samples collected in different regions of Iğdır province. The obtained sample extracts were tested with an high-performance liquid chromatography (HPLC) device. The results obtained from various samples showed a significant change in the content of the samples taken from different places in the same region. In addition, it was determined that the obtained phenolic compounds were compounds used intensively in antioxidant and anticancer studies.

REFERENCES

[1] Martemucci G., Costagliola C., Mariano M., D'andrea L., Napolitano P., D'Alessandro AG. Free radical properties, source and targets, antioxidant consumption and health, Oxygen, 2(2):48–78, 2022.

[2] Gomathi D, Kalaiselvi M, Ravikumar G, Devaki K, Uma C. 2015. GC–MS analysis of bioactive compounds from the whole plant ethanolic extract of Evolvulus alsinoides (L.) L. J Food Sci Technol. 52(2),1212–1217.

[3] Nyamai DW., Arika W., Ogola PE., Njagi ENM., Ngugi MP. Medicinally important phytochem¬icals: an untapped research avenue, J Pharmacognosy Phytochem. 4(4), 2321–6182, 2016.

[4] Bianco A., Venditti A., Foddai S., Toniolo C., Nicoletti M. A new problem. Contamination of botanicals by phthalates, Rapid detection tests, Nat Prod Res. 28(2), 134–137, 2014.

[5] . Balasubramanian S., Ganesh D., Kiran KS., Prakash KJM., Surya Narayana VVS. GC–MS anal¬ysis of phytocomponents in the methanolic extract of Mentha arvensis (corn mint), Int J Chem Pharma Sci. 2(6):878–881, 2014.

INVESTIGATION OF THERMOPHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF PEBBLE STONE REINFORCED EPOXY COMPOSITES

Seezar Ibrahim Ali AL-BAYATI
Fırat University, Engineering Faculty, Department of Chemical Engineering,
- ORCID ID: 0009-0005-3633-009X
Assoc. Prof. Dr., Ercan AYDOĞMUŞ
Fırat University, Engineering Faculty, Department of Chemical Engineering,
- ORCID ID: 0000-0002-1643-2487

ABSTRACT

In this study, the bulk density, mechanical, thermal, and dielectric properties of pebble stone-reinforced epoxy composites are investigated depending on the filler ratio. Such inorganic reinforcements in the form of ground powder affect some thermophysical properties of epoxy-based composites. As the pebble ratio in the composite increases, the bulk density of the composite rises significantly. According to the Shore D hardness test results, the hardness of the composite increased as the filler ratio rose. This situation is related to the pebble providing a mechanical supporting structure. Adding pebble powder to the epoxy matrix negatively affects the homogeneity and porosity of the polymer matrix structure. Increased porosity can generally reduce the mechanical strength and performance of the material. This filler shows no chemical interaction between the pebble and the epoxy matrix in the FTIR spectra. This situation indicates a physical interaction between the filler and the epoxy, but no chemical reaction occurs. Increasing the pebble ratio also increases the thermal conductivity of the composite. This increase is due to the inorganic structure of the pebble stone increasing the thermal conductivity compared to the pure polymer. Similarly, the dielectric constant also increases slightly with the pebble stone content. As a result, pebble stone-reinforced epoxy composites show significant changes in density, hardness, thermal conductivity, and dielectric properties depending on the filler ratio. However, the high ratio (9 wt.%) of pebble stone reinforcement can negatively affect matrix homogeneity and porosity. Therefore, the optimum pebble stone ratio (4.5 wt.%) and 77-154 μm particle size range are critical in obtaining composites with the desired properties according to the intended use.

Keywords: Pebble stone, Epoxy composite, Thermal conductivity, Dielectric constant, Optimization, Thermophysical properties

1. INTRODUCTION

Epoxy resin-based composites have been extensively studied for their excellent mechanical strength, chemical resistance, and thermal stability, making them suitable for various structural and industrial applications. Adding various fillers to epoxy matrices has been a common strategy to enhance specific properties, including mechanical, thermal, and dielectric performance. Fillers can be organic or inorganic, and their particle size, shape, and concentration significantly influence the composite's overall characteristics. Understanding the relationship between filler content and composite performance is crucial for optimizing material design [1-3].

Inorganic fillers such as silica, alumina, and glass fibers are commonly used to improve the mechanical strength and thermal conductivity of epoxy composites. These materials enhance the composite's rigidity and resistance to deformation while also affecting properties like density and porosity. The effectiveness of filler reinforcement depends on factors such as dispersion, particle-matrix interaction, and filler loading. High filler content can lead to agglomeration and increased porosity, which may reduce the composite's mechanical integrity despite other improvements in thermal and electrical properties [4,5].

Research on mineral-based fillers, such as marble powder and ceramic particles, has shown their potential to enhance hardness and wear resistance in epoxy composites. Mineral fillers typically exhibit high thermal conductivity and dielectric properties due to their inorganic nature. However, the increased filler content may compromise homogeneity and introduce voids into the matrix, adversely affecting mechanical performance. Studies indicate that maintaining an optimal filler-to-matrix ratio is critical to achieving a balance between enhanced properties and structural integrity [6,7].

Ground stone powders, including pebble stone, represent a less explored class of inorganic fillers for epoxy composites. Pebble stone, primarily composed of silica and other minerals, provides a cost-effective option for improving certain thermophysical properties. Its mechanical reinforcement capability arises from its rigid structure, while its thermal conductivity exceeds that of pure epoxy. However, as with other mineral fillers, high filler loading can lead to increased porosity and reduced composite uniformity, impacting overall performance [8,9].

Recent studies focusing on powder stone-reinforced composites highlight significant changes in bulk density, hardness, and thermal properties depending on the filler ratio. For example, hardness improves due to the mechanical support provided by pebble particles, while thermal

conductivity rises as the inorganic content increases. The absence of chemical interaction between the pebble filler and the epoxy matrix, confirmed by FTIR analysis, indicates that the improvements result from physical reinforcement rather than chemical bonding [10,11].

Several works emphasize the need to optimize filler content to avoid negative effects on matrix homogeneity and porosity. Studies suggest that excessively high filler ratios increase void formation, leading to compromised mechanical strength despite gains in hardness and thermal performance. Thus, finding the right balance between filler content and composite properties is critical for practical applications [12,13].

This study builds on previous research by examining pebble stone-reinforced epoxy composites, focusing on the effect of varying filler ratios on bulk density, hardness, thermal conductivity, and dielectric constant. It identifies an optimal filler ratio (4.5 wt.%) and particle size range (77-154 μm) that balance performance enhancements with structural integrity, offering valuable insights into the design of durable, high-performance composite materials for industrial applications.

2. MATERIALS AND METHODS

Gravel-reinforced epoxy composites were prepared by incorporating crushed pebble stone (PS), ground to a size range of 77–154 microns, into an epoxy resin matrix. The pebble stones (PS) were added to the epoxy resin at varying weight percentages, ranging from 0 wt.% to 9 wt.%. The preparation process involved initially mixing Epoxy A with the gravel particles at 600 rpm for 5 minutes, followed by the addition of Epoxy B and further mixing at 600 rpm for 2 minutes. The resulting mixture was then poured into molds and cured at a temperature of 50 °C for 24 hours. After curing, the composites were subjected to physical tests and chemical analyses to evaluate their properties. The experimental work plan of PS-reinforced epoxy-based composites is expressed in Table 1. The experimental production scheme of pebble-reinforced epoxy-based composites is shown in Figure 1.

The bulk density of the epoxy composite is determined using the mass-to-volume ratio method according to ASTM D792, which involves weighing the sample and measuring its volume directly or by displacement. The thermal conductivity coefficient is measured using the Thermtest's TLS-100 device based on the transient line source method, adhering to ISO 22007-2 standards. Shore D hardness is tested using a Shore D durometer following ASTM D2240, where a needle under a specific force measures the indentation depth. The dielectric constant is evaluated using a Fytronix dielectric constant measuring device, conforming to ASTM D150

standards, and applying an alternating current signal to determine the material's capacitive properties [14-17].

Table 1. Experimental study plan of PS reinforced epoxy based composites

Epoxy A (wt.%)	Epoxy B (wt.%)	PS (wt.%)
66.7	33.3	0.0
65.5	32.7	1.8
63.7	31.8	4.5
61.9	30.9	7.2
60.7	30.3	9.0

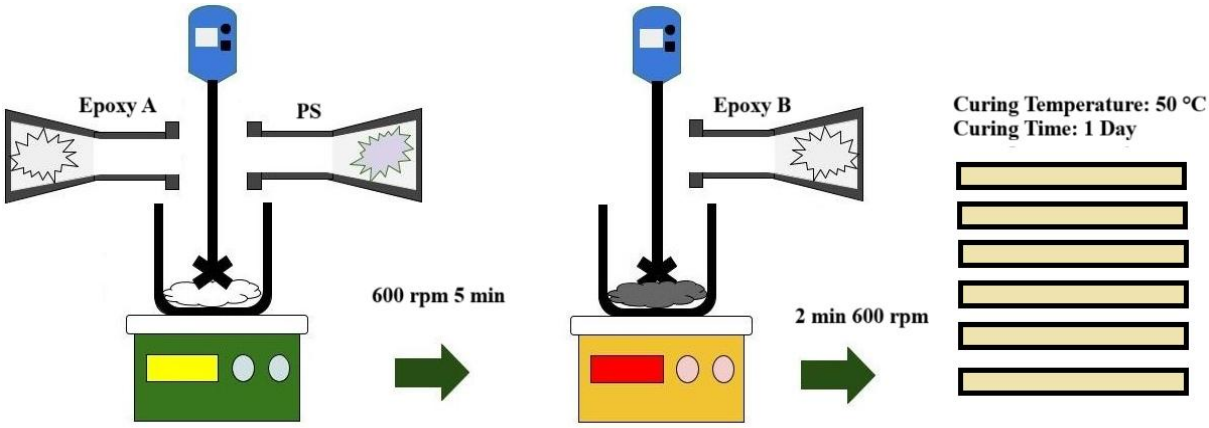


Figure 1. Experimental production scheme of pebble stone reinforced epoxy-based composites

3. RESULTS AND DISCUSSİON

3.1. Bulk density results

The effect of 0 wt.%, 1.8 wt.%, 4.5 wt.%, 7.2 wt.%, and 9 wt.% pebble stone (PS) addition on the bulk density of epoxy-based composites is shown in the graph. The addition of inorganic filler increases the density of the epoxy composite. Figure 2 shows the effect of the weight percentage (wt.%) of the gravel used as filler on the bulk density of the epoxy-based composite material. It shows that the bulk density of the composite increases regularly with the increase in the gravel content. This trend can be explained by the fact that the density of the filler material is higher than that of the epoxy resin. When the filler ratio is increased from 0 wt.% to 9 wt.%, the density values increase from approximately 1130 kg/m^3 to 1170 kg/m^3. This indicates that the filler material increases the bulk density of the material by filling the voids in the composite and creating a denser and tighter structure.

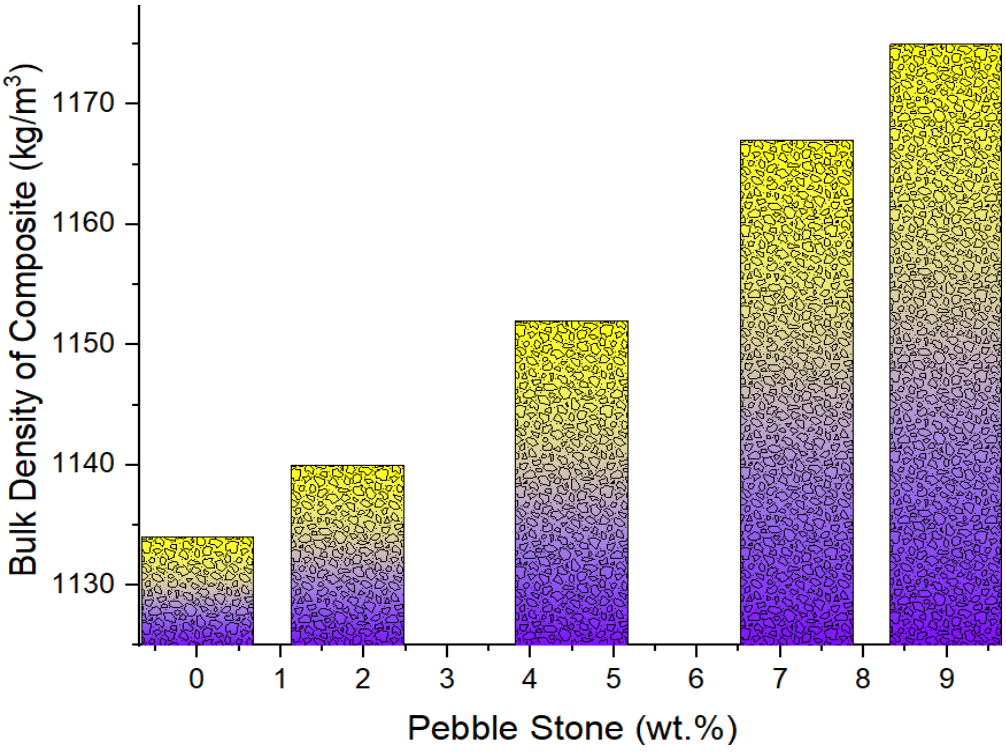


Figure 2. Effect of PS ratio on bulk density of the epoxy-based composite

3.2. Shore D hardness results

The addition of pebble stone increases the hardness of the epoxy composite. Inorganic filler reinforcement increases the Shore D hardness of such composites. Figure 3 illustrates the effect of pebble stone content (wt.%) on the Shore D hardness of a composite material. As the percentage of pebble stone increases from 0 wt.% to 9 wt.%, the Shore D hardness of the composite shows a consistent upward trend. Initially, at 0 wt.% pebble stone content, the hardness value is around 77, but it gradually rises, reaching approximately 82 at 9 wt.%. This indicates that adding pebble stones enhances the composite's hardness, with a significant improvement observed as the pebble stone content increases, suggesting a positive correlation between pebble stone reinforcement and the mechanical hardness of the composite material.

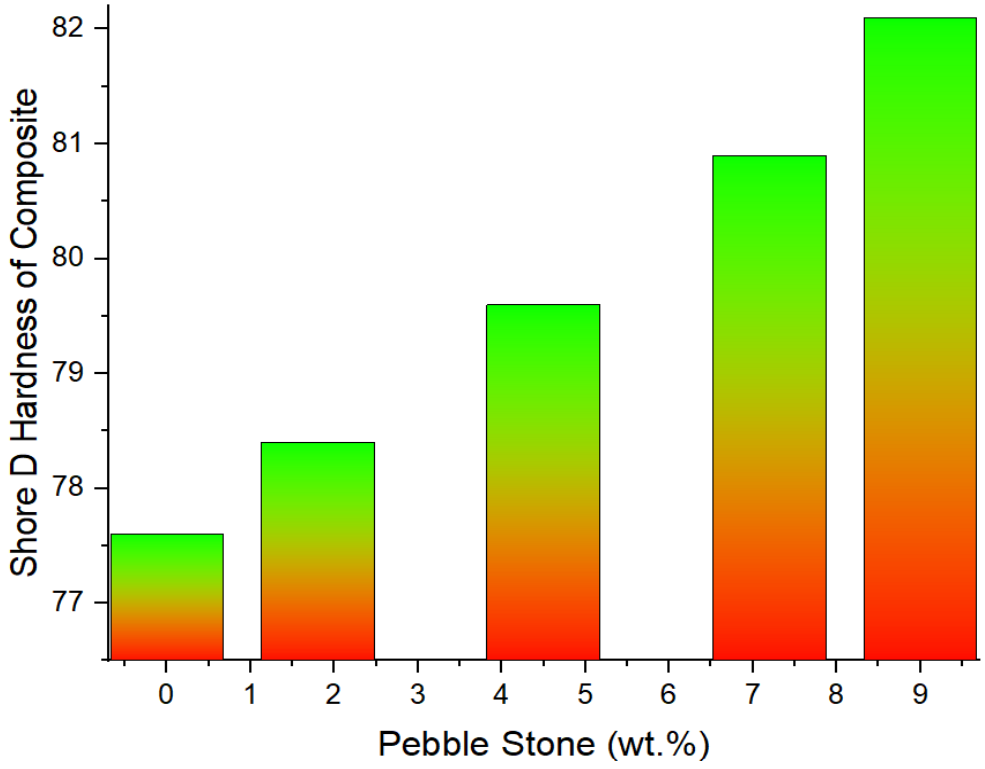


Figure 3. Effect of PS ratio on hardness of the epoxy-based composite

3.3. Thermal conductivity results

In thermal conductivity coefficient measurement experiments, the addition of powdered pebble stone improves the insulation properties of the composite. In other words, such inorganic fillers reduce the thermal conductivity coefficient of the epoxy-based composite (Figure 4). The bar graph depicts the relationship between pebble stone content (wt.%) and the thermal conductivity of a composite material. As the percentage of pebble stone increases from 0 wt.% to 9 wt.%, the thermal conductivity decreases significantly. At 0 wt.% pebble stone content, the conductivity is the highest, approximately 0.11 W/m·K, but it steadily drops as more pebble stone is added, reaching the lowest value near 0.08 W/m·K at 9 wt.%. This trend suggests that adding pebble stone reduces the composite's ability to conduct heat, indicating an inverse correlation between pebble stone content and thermal conductivity.

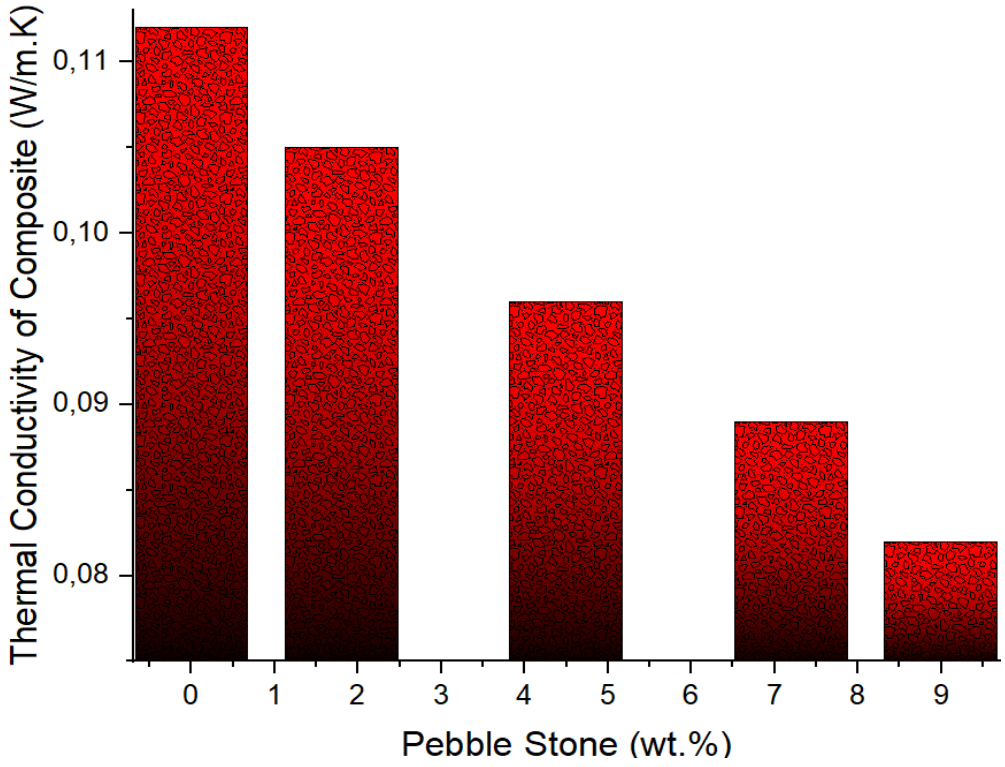


Figure 4. Effect of PS ratio on thermal conductivity of the epoxy-based composite

3.4. Scanning electron microscope (SEM) results

The SEM images of this study are important to evaluate the distribution of pebbles used in the composite material, their bonding to the matrix, and their surface morphology in detail. In samples with low pebble content, it can be observed that the matrix phase is more dominant and the pebbles are not distributed homogeneously in the matrix. This creates a weaker microstructure in the composite and such dispersed morphology can limit the mechanical strength of the material. In addition, voids or microcracks observed at the matrix-pebble interfaces may indicate that the bonding strengths are insufficient at low filler ratios. In samples with high pebble content, SEM images can show that the pebbles are more densely and homogeneously distributed in the matrix. This contributes to better adhesion at the matrix-pebble interface and increased mechanical properties, especially hardness. However, possible agglomeration problems can also be observed at very high filler ratios. Therefore, both the mechanical and thermal properties of the composite can be improved with optimum filler reinforcement. The epoxy-based composite with 4.5 wt.% PS reinforcement seen in Figure 5 is considered the optimum filler ratio according to the results obtained. However, for the epoxy-based composite with 9 wt.% PS reinforcement seen in Figure 6, this filler ratio causes negative effects on the surface morphology.

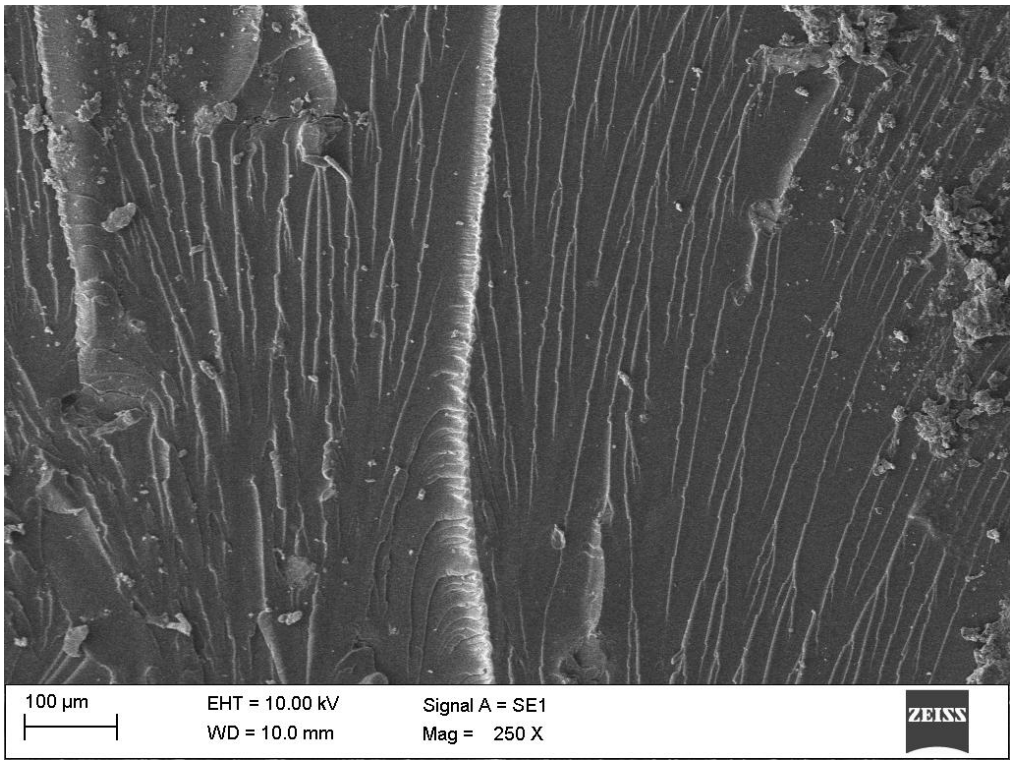


Figure 5. SEM image of 4.5 wt.% PS-reinforced epoxy-based composite

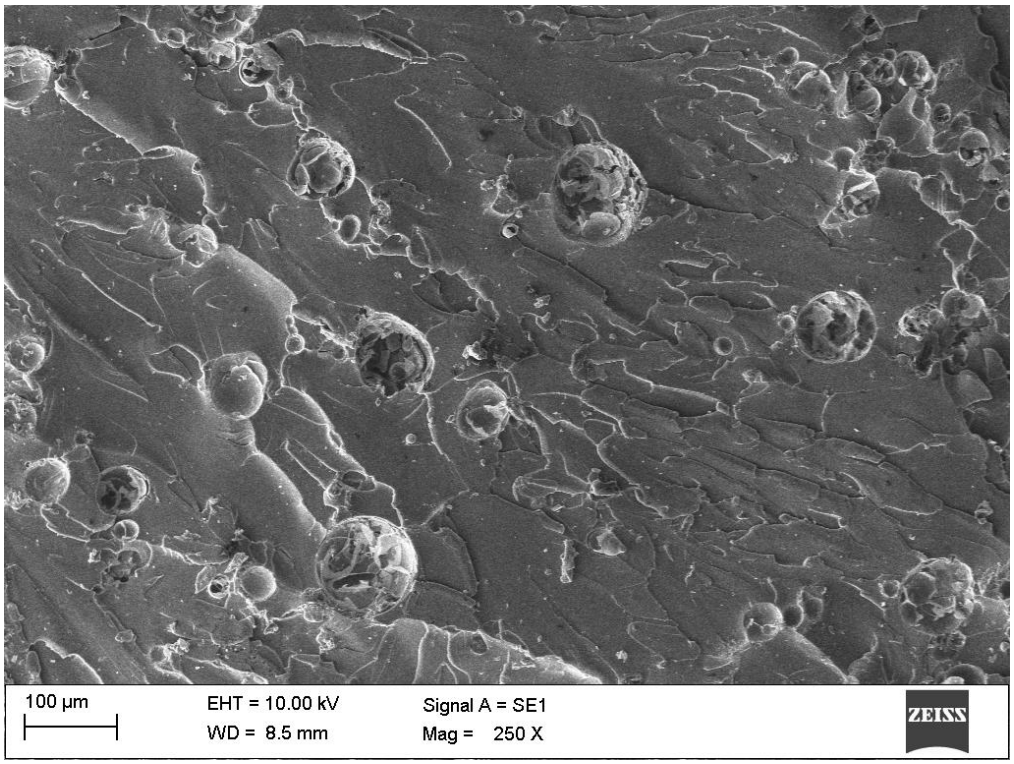


Figure 6. SEM image of 9 wt.% PS-reinforced epoxy-based composite

3.5. Dielectric constant results

The addition of fine pebble stone to epoxy composites affects the dielectric constant. The dielectric constant is generally increased due to the enhanced polarization effect created by the inclusion of inorganic particles that may have higher permittivity than the epoxy matrix. The degree of this increase depends on factors such as volume fraction, particle size, and gravel distribution. The dielectric behavior of the composite becomes more heterogeneous as the particles introduce interfaces and potential scattering fields, which in turn affects the uniformity of the electric field within the material. These changes can improve or degrade the performance of the composite depending on the application, and optimum ratios are important for specific dielectric requirements. The dielectric constant of the pure polymer obtained from the epoxy resin was determined to be 3.4 at room temperature and 1 kHz frequency. With gravel reinforcement, this value increases to 5.6. This value may vary depending on the chemical structure of the epoxy resin used and the measurement conditions.

4. CONCLUSION

This study demonstrates that pebble stone reinforcement significantly influences the physical and mechanical properties of epoxy-based composites. As the pebble filler ratio increases, the composite exhibits higher bulk density and Shore D hardness, primarily due to the mechanical support provided by the pebbles. However, the addition of pebble powder adversely affects the matrix's homogeneity and increases porosity, potentially compromising mechanical strength. FTIR analysis confirms that the interaction between the pebble filler and the epoxy matrix is purely physical, with no chemical bonding observed. Furthermore, the thermal conductivity and dielectric constant improve as the pebble content rises, attributed to the higher thermal conductivity of the inorganic pebble material compared to the polymer matrix.

An optimal balance between performance and structural integrity is achieved with a pebble stone filler ratio of 4.5 wt.% and a particle size range of 77-154 μm. At higher filler concentrations, particularly beyond 9 wt.%, increased porosity and reduced homogeneity become detrimental to the composite's overall performance. Therefore, careful control of filler content and particle size is essential to developing epoxy composites with desirable density, hardness, thermal, and dielectric properties for specific applications.

Acknowledgments

This study was conducted at Fırat University within the scope of Seezar Ibrahim Ali AL-BAYATI's Master Thesis.

REFERENCES

[1] Bello, S. A., Agunsoye, J. O., Hassan, S. E. A., & Kana, M. Z. Epoxy resin based composites, mechanical and tribological properties: a review. Tribology in Industry, 37(4), 500, 2015.

[2] Saba, N., Jawaid, M., Alothman, O. Y., Paridah, M. T., & Hassan, A. Recent advances in epoxy resin, natural fiber-reinforced epoxy composites and their applications. Journal of Reinforced Plastics and Composites, 35(6), 447-470, 2016.

[3] Kumar, S., Samal, S. K., Mohanty, S., & Nayak, S. K. Recent development of biobased epoxy resins: a review. Polymer-Plastics Technology and Engineering, 57(3), 133-155, 2018.

[4] Rafique, I., Kausar, A., & Muhammad, B. Epoxy resin composite reinforced with carbon fiber and inorganic filler: Overview on preparation and properties. Polymer-Plastics Technology and Engineering, 55(15), 1653-1672, 2016.

[5] Vaggar, G. B., Sirimani, V. B., Sataraddi, D. P., Hiremath, N. M., & Bhajantri, F. Effect of filler materials on thermal properties of polymer composite materials: a review. Int J Eng Res Technol (IJERT), 10(08), 2021.

[6] Ahmad Fauzi, A. A., Osman, A. F., Alrashdi, A. A., Mustafa, Z., & Abdul Halim, K. A. On the use of dolomite as a mineral filler and co-filler in the field of polymer composites: a review. Polymers, 14(14), 2843, 2022.

[7] Atmakuri, A., Palevicius, A., Vilkauskas, A., & Janusas, G. Review of hybrid fiber based composites with nano particles—material properties and applications. Polymers, 12(9), 2088, 2020.

[8] Peixoto, J., Carvalho, E. A. S., Gomes, M. L. P. M., da Silva Guimarães, R., Monteiro, S. N., de Azevedo, A. R., & Vieira, C. M. F. Incorporation of industrial glass waste into polymeric resin to develop artificial stones for civil construction. Arabian Journal for Science and Engineering, 47(4), 4313-4322, 2022.

[9] Agrizzi, C. P., Carvalho, E. A. S., Borlini Gadioli, M. C., Barreto, G. N. S., de Azevedo, A. R., Monteiro, S. N., & Vieira, C. M. F. Comparison between synthetic and

biodegradable polymer matrices on the development of quartzite waste-based artificial stone. Sustainability, 14(11), 6388, 2022.

[10] Cheng, S., Liu, Z., Zhu, Z., Zhang, C., Jia, R., Ma, H., & Wang, Y. Effect of micro-arc oxidation/gravel epoxy composite coating on electrochemical behavior and wear resistance of rolled AZ31B. Materials Today Communications, 111260, 2024.

[11] Perumal, K. S., Selvarajan, L., Sekar, S. M., & Natarajan, E. Examining thermogravimetric response and morphological alterations in epoxy composites with hybrid ceramic fillers integration. Materials Chemistry and Physics, 325, 129755, 2024.

[12] Anwar, S., & Li, X. A review of high-quality epoxy resins for corrosion-resistant applications. Journal of Coatings Technology and Research, 21(2), 461-480, 2024.

[13] Santana-Villamar, J., Carrasco-Cordero, M., Suarez-Loor, J., Espinoza-Andaluz, M., & Rigail-Cedeño, A. F. Low-energy and solventless manufacturing of epoxy/expanded graphite bipolar plates. Materials Advances, 5(17), 7028-7034, 2024.

[14] Aydoğmuş, E., Dağ, M., Yalçın, Z. G., & Arslanoğlu, H. Synthesis and characterization of EPS reinforced modified castor oil-based epoxy biocomposite. Journal of Building Engineering, 47, 103897, 2022.

[15] Dağ, M., Aydoğmuş, E., Yalçin, Z. G., & Arslanoğlu, H. Diatomite reinforced modified safflower oil-based epoxy biocomposite production: Optimization with RSM and assessment of outcomes by ANN. Materials Today Communications, 35, 106327, 2023.

[16] Şahal, H., Aydoğmuş, E., Canpolat, E., & Kaya, M. Advanced Synthesis and Comprehensive Characterization of Nanoparticle-Reinforced Epoxy-Based Biocomposites Derived from Modified Palm Oil. Journal of Molecular Structure, 141143, 2024.

[17] Buran, A., Durğun, M. E., Aydoğmuş, E., & Arslanoğlu, H. Determination of thermophysical properties of Ficus elastica leaves reinforced epoxy composite. Firat University Journal of Experimental and Computational Engineering, 2(1), 12-22, 2023.

INFLUENCE OF WHEAT BRAN FILLER ON PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF POLYESTER COMPOSITES

Heba ASKAR

Fırat University, Engineering Faculty, Department of Chemical Engineering,

- ORCID ID: 0009-0005-6589-3457

Prof. Dr., Cevdet AKOSMAN

Fırat University, Engineering Faculty, Department of Chemical Engineering,

- ORCID ID: 0000-0001-7507-2613

Assoc. Prof. Dr., Ercan AYDOĞMUŞ

Fırat University, Engineering Faculty, Department of Chemical Engineering,

- ORCID ID: 0000-0002-1643-2487

ABSTRACT

Nowadays, researchers have been focused on the addition of various fiber fillers to polymers to improve the physical and mechanical properties of polymer composites. In this study, bulk density, mechanical, thermal, and dielectric properties of polyester composites reinforced with wheat bran have been investigated depending on the filler ratio. The polyester composites were prepared by using orthophthalic based unsaturated polyester resin (UPR) and wheat bran (WB) having 149 to 297 μm particle size at 50 °C. The filler ratio (wheat bran) ranged between 0 wt.% and 5 wt.%. The experimental results show that wheat bran used as organic reinforcements affected most of the thermophysical properties of polyester-based composites. As the wheat bran ratio in the composite rises, the density of the composite decreases significantly. With respect to the Shore D hardness test results, the hardness of the composite decreases as the filler ratio increases. By adding wheat bran to the polyester matrix at a high ratio negatively affects the homogeneity and porosity of the polymer matrix structure. An increase in porosity generally reduces the mechanical strength and performance of the material. FTIR spectra indicates that only a physical interaction occurs between the organic filler and the polyester. The increase of the wheat bran ratio reduces the thermal conductivity coefficient of the composite. However, in the dielectric measurements, the dielectric constant of the composite rises with increasing wheat bran content.

Keywords: Polyester Composites, Wheat Bran, Mechanical Properties, Thermal Conductivity, Dielectric Properties

1. INTRODUCTION

The development of polymer composites reinforced with natural fillers has gained significant attention due to their environmental benefits, cost-effectiveness, and favorable mechanical and thermal properties. Among various organic fillers, agricultural by-products offer a sustainable alternative for reinforcing polymer matrices. Organic fillers are a fibrous material with low density and high availability, making it an attractive choice for lightweight composite applications. Researchers have explored its potential in enhancing the performance of synthetic polymers while reducing production costs and environmental impact. The growing interest in sustainable materials has driven extensive investigations into the physical, mechanical, and thermal properties of organic fillers-reinforced composites [1-3].

Composite materials have become a cornerstone of modern engineering and materials science due to their superior properties, which result from combining two or more distinct materials. Composites typically consist of a matrix and reinforcing materials that work together to produce unique mechanical, thermal, and electrical characteristics. The growing need for lightweight, high-strength, and durable materials in industries such as automotive, aerospace, and construction has driven extensive research on composite technology. Among various matrix materials, polymer-based composites are widely used because of their versatility, ease of processing, and cost-effectiveness [4-6].

Polyester is one of the most commonly used thermosetting polymers in composite manufacturing due to its excellent mechanical properties, chemical resistance, and affordability. Polyester-based composites reinforced with synthetic fibers, such as glass or carbon fibers, are well-known for their high strength and stiffness. However, environmental concerns and the need for sustainable alternatives have shifted attention toward eco-friendly materials. In recent years, research has increasingly focused on developing composites using natural fillers or fibers that are biodegradable, lightweight, and renewable. These materials offer a promising route to reducing the environmental impact of synthetic composites [7,8].

Organic filler-reinforced polyester composites have emerged as a sustainable solution, utilizing agricultural residues, wood flour, and other natural materials as reinforcement. Studies have shown that organic fillers can improve certain properties of polyester composites, such as thermal insulation, while reducing material cost and density. However, incorporating natural fillers often poses challenges related to interfacial adhesion between the hydrophobic polymer matrix and the hydrophilic filler. Various surface treatments and coupling agents have been investigated to enhance compatibility and improve mechanical performance. The mechanical,

thermal, and dielectric properties of composites are heavily influenced by the type, size, and content of the organic filler [9,10].

Among organic fillers, wheat bran has attracted attention for its potential in reinforcing polymer matrices. Wheat bran is an abundant by-product of wheat milling, consisting of a fibrous structure that can improve insulation properties when added to composites. Recent studies have shown that increasing the wheat bran content reduces the density and thermal conductivity of polymer composites while enhancing their dielectric properties. However, a high filler ratio can lead to increased porosity and decreased mechanical strength due to poor matrix homogeneity. Optimizing the wheat bran content and particle size is critical to balancing mechanical performance and thermal insulation. Despite its challenges, wheat bran offers a promising, eco-friendly reinforcement option for developing sustainable composite materials [11,12].

One of the primary effects of incorporating organic fillers into polymer matrices is the reduction in composite density. Studies have consistently reported that as the organic fillers content increase, the overall density of the composite decrease due to the low specific gravity of the organic filler. This reduction in density contributes to the lightweight nature of the final material, which is beneficial for applications where weight reduction is critical. However, the decrease in density often correlates with a decline in mechanical strength, highlighting a trade-off that must be carefully managed [13,14].

Mechanical properties such as hardness and tensile strength are significantly affected by the presence of organic fillers in composites. According to multiple studies, increasing the organic fillers ratio reduce the Shore D hardness of polyester-based composites. This decrease is attributed to the weak interfacial adhesion between the hydrophilic organic fillers and the hydrophobic polyester matrix, leading to less effective stress transfer within the composite. The use of surface treatments or coupling agents has been suggested to improve the compatibility between the filler and matrix, potentially enhancing mechanical performance [15,16].

The porosity of wheat bran-filled composites also plays a crucial role in determining their structural integrity and mechanical behavior. High filler content has been shown to increase porosity, negatively impacting homogeneity and overall mechanical strength. Elevated porosity introduces voids and defects in the composite, which act as stress concentrators under load, leading to premature failure. Optimizing filler content and particle size is therefore critical to minimizing porosity and achieving a balance between strength and weight reduction [17,18].

The dielectric properties of wheat bran-filled composites have also been a subject of investigation. The dielectric constant typically increases with higher filler content, as wheat bran introduces polar functional groups into the polymer matrix. This behavior can be beneficial

or detrimental depending on the intended application. For instance, higher dielectric constants may be desirable for capacitive energy storage, while lower values are preferable for insulating materials. Controlling the filler's particle size and distribution is essential for tailoring the dielectric response of the composite [19,20].

The successful design of wheat bran-reinforced polyester composites requires a careful balance of filler content, particle size, and interfacial compatibility. While wheat bran provides eco-friendly and lightweight reinforcement with improved thermal insulation properties, its impact on mechanical strength and porosity must be addressed through optimization strategies. Future research focusing on advanced surface treatments and hybrid composites may further expand the applicability of wheat bran-filled polymers in various industrial sectors.

2. MATERIALS AND METHODS

In this study, orthophthalic based unsaturated polyester resin was used as the polymeric material while wheat bran was served as the organic filler. Wheat bran was first ground to 149 to 297 μm particle size and then ground wheat bran was reinforced in the orthophthalic based unsaturated polyester resin in the range between 0 wt.% and 5 wt.%. Cobalt octoate was present in the polyester resin as a catalyst at 0.5 wt.%. Approximately 1.5 wt.% of methyl ethyl ketone peroxide (MEKP) was added to the mixture for the chemical reaction. Finally, the mixtures poured into standard molds were kept in a vacuum oven at 50 °C for 24 hours for curing. After the curing process was completed, the necessary physical tests and chemical analyses were performed. Figure 1 shows the polyester-based composite production scheme in experimental studies.

The bulk density of wheat bran-reinforced polyester composites is determined using the mass-to-volume ratio method according to ASTM D792, where the mass of the sample is measured and divided by its volume. Thermal conductivity is evaluated using the TLS-100 thermal conductivity meter, which applies the transient line source technique following ISO 22007-2 standards. The hardness of the composites is assessed using the Shore D hardness tester according to ASTM D2240, measuring the material's resistance to indentation under a specified force. The dielectric constant is measured with the Fytronix dielectric measurement device, following the ASTM D150 standard, by applying an AC signal to determine the composite's dielectric properties [21-23].

Figure 1. Polyester based composite production scheme in experimental studies

3. RESULTS AND DISCUSSIONS

Figure 2 illustrates the relationship between the WB content (wt.%) and the bulk density of the polyester composite. It shows a clear downward trend, indicating that as the WB content increases, the bulk density of the composite decreases. At 0 wt.% WB, the material (pure polyester material) exhibits the highest bulk density of approximately 1206 kg/m^3. However, when WB added and as the filler ratio is increased progressively up to 5 wt.%, the bulk density decreases to approximately 1160 kg/m^3. This reduction in bulk density is attributed to the lower density of the organic WB compared to the polyester matrix. The result highlights that incorporating WB as a filler leads to lighter composites, which may be beneficial for applications where weight reduction is critical. However, the decreased density may also affect mechanical properties, requiring careful optimization of the filler content.

Figure 2. Effect of the powdered WB on bulk density of polyester based composite

Figure 3 shows the effect of WB content on the Shore D hardness of polyester composites. From the figure, it is seen that as the weight percentage of WB increases from 0 % to 5 %, the