



EUROPEAN CONFERENCES

2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES



Belgrade
August 4 - 6, 2023

CONFERENCE BOOK

www.avrupakongresi.org



REGISTRATION



avrupakongresi@gmail.com

ISBN: 978-625-6830-13-4





*EU 2ND INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH,
ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES
AUGUST 4 - 6, 2023
BELGRADE*

*Edited By
PROF. DR. NAİLE BİLGİLİ*

CONFERENCE ORGANIZING BOARD

Head Of Conference: Prof. Dr. Naile Bilgili

Head of Organizing Board: Dr Gültekin Gürçay

Organizing Committee Member: Prof. Dr. Ali Bilgili

Organizing Committee Member: Prof. Dr. Başak Hanedan

Organizing Committee Member: Prof. Dr. Hülya Çiçek Kanbur

Organizing Committee Member: Prof. Dr. Həcər Hüseynova

Organizing Committee Member: Doç. Dr. Sevinc Sadıqova

Organizing Committee Member: Doç. F.ü.f.d., İradə Kərimova

Organizing Committee Member: Dr. Mehdi Meskini Heydarlou

Organizing Committee Member: Doç. Dr. Könül Səmədova

Organizing Committee Member: Aynurə Əliyeva

Organizing Committee Member: Amaneh Manafidizaji

All rights of this book belong to Academy Conferences Publishing House

Without permission can't be duplicate or copied.

Authors of chapters are responsible both ethically and juridically.

Academy Global–2023 ©

Issued: 30.08.2023

ISBN: 978-625-6830-13-4

CONFERENCE ID

EU 2ND INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES

DATE – PLACE
AUGUST 4 - 6, 2023
BELGRADE

ORGANIZATION
ACADEMY GLOBAL CONFERENCES & JOURNALS

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

PARTICIPATING COUNTRIES
Turkey Azerbaijan – India - United Kingdom – Italy – Portugal – Italy – Japan – USA-
Iran. – Thailand - Prague Czech Republic – Egypt - Spain. - Ireland. – Tunis – Nigeria –
Pakistan – Yemen – Egypt – Romania –

PRESENTATION
Oral presentation

PERCENTAGE OF PARTICIPATION
45 % from Turkey and 55 % from other Countries

LANGUAGES
Turkish, English, Russian, Persian, Arabic

Scientific & Review Committee

- Prof. Dr. Ali BİLGİLİ – Türkiye
Prof. Dr. Naile BİLGİLİ – Türkiye
Prof. Dr. Başak HANEDAN – Türkiye
Prof. Dr. Hülya Çiçek KANBUR – Türkiye
Prof. Dr. Emine KOCA – Türkiye
Prof. Dr. Fatma KOÇ – Türkiye
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 VALADBİGİ – Iran
Prof. Dr. F. Oben ÜRÜ – Türkiye
Prof. Dr. T.Venkat Narayana RAO – India
Prof. Dr. İzzet GÜMÜŞ – Türkiye
Prof. Dr. Mustafa BAYRAM – Türkiye
Prof. Dr. Saim Zeki BOSTAN – Türkiye
Prof. Dr. Hyeonjin LEE – China
Assoc. Prof. Dr. Abdulsemet AYDIN – Türkiye
Assoc. Prof. Dr. Mehmet Fırat BARAN - Türkiye
Assoc. Prof. Dr. Dilorom HAMROEVA - Uzbekistan
Assoc. Prof. Dr. Abbas GHAFFARI – Iran
Assoc. Prof. Dr. Yeliz ÇAKIR SAHİLLİ - Türkiye
Assoc. Prof. Ivaylo STAYKOV - Bulgaria
Assoc. Prof. Dr. Dini Yuniarti – Indonesia
Assoc. Prof. Dr. Ümit AYATA – Türkiye
Assoc. Prof. Dr. Okan SARIGÖZ – Türkiye
Assoc. Prof. Dr. Eda BOZKURT – Türkiye
Assoc. Prof. Dr. Ahmet TOPAL – Türkiye
Assoc. Prof. Dr. Abdulkadir Kırbaş – Türkiye
Assoc. Prof. Dr. Mesut Bulut – Türkiye
Assoc. Prof. Dr. Fahriye Emgili – Türkiye
Assoc. Prof. Dr. Sandeep GUPTA – India
Assoc. Prof. Dr. Veysel PARLAK – Türkiye
Assoc. Prof. Dr. Mahmut İSLAMOĞLU – Türkiye
Assoc. Prof. Dr. Nazile ABDULLAZADE – Azerbaijan
Assoc. Prof. Dr. Aysel ARSLAN – Türkiye
Assoc. Prof. Dr. Bekir GÜRBULAK – Türkiye
Assoc. Prof. Dr. Erkan EFİLTİ - Kirgizistan
Assist. Prof. Dr. Göksel ULAY – Türkiye
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



EUROPEAN CONFERENCES
2ND INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES
2ND INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES
EU EXART 1ST INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
August 4 - 6, 2023
Belgrade

EUROPEAN CONFERENCES
2ND INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES
2ND INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES
EU EXART 1ST INTERANTIONAL GROUP EXHIBITION
August 4 - 6, 2023
BELGRADE

Join Zoom Meeting

<https://us02web.zoom.us/j/88193707664?pwd=MEZBL3M0S1ArNWVsMjV0YUJkR3lIQT09>

Meeting ID: 881 9370 7664

Passcode: 123456



ÖNEMLİ AÇIKLAMA (Lütfen okuyunuz)

- **ZOOM bağlantısı için yukarıda verilen bağlantıyı veya yine yukarıda verilen giriş bilgilerini kullanabilirsiniz.**
- **gerekmektedir. Moderatörün oturum düzenini gözetmesi, akademisyen adaylarını yönlendirmesi beklenmektedir.**
- **Oturuma bağlanmadan önce Oturum ve Salon numaranızı adınızın önüne aşağıdaki gibi ekleyiniz. Bu sayede kongre açılışında beklemeden oturumlarınıza gönderilebileceksiniz. Ör. 1 – 5 Ahmet Ahmetoglu**
- **Sunum süresi 10 dakikadır. Bu sürenin aşılmasını 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, bulunduğu 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.**

EUROPEAN CONFERENCES
2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES
2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456

5 Ağustos/ August 5, 2023 / 10:00 – 12:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
Salon 1	Doç. Dr. İsmail ŞAN	1	THE POTENTIAL OF MULTIMEDIA WITH MULTIREPRESENTATION CONCEPT TO ENHANCE CRITICAL THINKING SKILLS IN PHYSICS LEARNING	Ririn Alfiani Dwi Sulisworo
		2	DEVELOPING IOT-BASED LEARNING STRATEGIES FOR ENHANCING HIGHER ORDER THINKING SKILLS IN ENVIRONMENTAL ISSUES	Flaurencia Irene Mulya Irawati Dwi Sulisworo
		3	ORTAÖĞRETİM 11. SINIF FELSEFE DERSİNDE OKUTULAN DERS KİTABININ ÖĞRETİM PROGRAMINA UYGUNLUĞU AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ	Doktor, Gamze Aslan
		4	“EDUCATION ISSUES AND SOLUTIONS FOR SECONDARY SCHOOL STUDENTS IN NORTH MACEDONIA”	Dr. Rejhan RAHMAN
		5	ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN EN İYİ ÖĞRENME YOLLARI	Doç. Dr. İsmail ŞAN
		6	ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN YAŞAM DOYUMLARI	Doç. Dr. İsmail ŞAN
		7	LOGICAL MIND ABOUT ALGEBRA IN SECONDARY SCHOOLS IMPORTANCE OF EXECUTION	Hamdullah ATAY
		8	ATTENTIONS AND ATTITUDES OF STUDENTS AGAINST THE CONCEPTIONS OF MATHEMATICS IN SECONDARY SCHOOLS	Hamdullah ATAY
		9	LİSE ÖĞRENCİLERİNİN UZAKTAN EĞİTİM DÖNEMİNDE EBA (EĞİTİM BİLİŞİM AĞI) DESTEKLİ İNGİLİZCE DERSİNE YÖNELİK GÖRÜŞLERİNİN İNCELENMESİ	Bedri Yavuz HATUNOĞLU Murat GÖKALP
		10	KİTAP OKUMA ALIŞKANLIĞININ LGS'DE YER ALAN TÜRKÇE SORULARININ ÇÖZÜMÜYLE İLİŞKİSİ	Bedri Yavuz HATUNOĞLU Murat GÖKALP

EUROPEAN CONFERENCES
2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES
2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456

5 Ağustos/ August 5, 2023 / 10:00 – 12:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Baskanı	Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors	
SALON 2	Doç. Dr. Erhan GÖRMEZ	1	A LITERATURE REVIEW OF ADAPTIVE LEARNING AND GAMIFICATION IN EDUCATION: CURRENT TRENDS AND FUTURE DIRECTION	Ghazi Zulava Alief Muhammad Fajar Karuniawan
		2	CUBIC PROGRAM: A SYSTEMATIC COMPILATION STUDY	Doç. Dr. Sevda KOÇ AKRAN
		3	MƏKTƏBƏQƏDƏR YAŞLI UŞAQLARIN MƏŞĞƏLƏLƏRDƏ ƏTRAF ALƏMLƏ TANIŞLIĞININ TƏŞKİLİ METODİKASI	Əliyeva Vüsələ Sərdar qızı
		4	MESLEK YÜKSEKOKULLARINDA ENDÜSTRİYEL ÜRÜN TASARIMI İÇİN ARA ELEMAN YETİŞTİRİLMESİ ÜZERİNE BİR ÖNERİ	Öğr. Gör. Handan Sabriye YAMAN
		5	ERKEN ÇOCUKLUKTA SOSYAL GELİŞİMDE OYUNUN ETKİSİ	Uzman Öğretmen Bilge TAŞDEMİR Dr. Öğretim Üyesi Nisa Gökden KAYA
		6	PROBLEMS FACED BY TEACHERS WORKING IN SPECIAL EDUCATION INSTITUTIONS	Doç. Dr. Üyesi GÜNEŞ SALI Öğretmen Tahir KEKEÇ
		7	EVALUATION OF VALUES EDUCATION PRACTICES IN PRIMARY SCHOOL ACCORDING TO THE OPINIONS OF CLASS TEACHERS	Doç. Dr. Güneş SALI Öğretmen Dudu DEMİR
		8	TÜRK VE YABANCI UYUKLU ÖĞRENCİLERİN ŞİDDET EĞİLİMLERİ VE SPOR İLE CİNSİYETİN ETKİSİ	Doç. Dr. Şaban ÜNVER Prof. Dr. Tülin ATAN
		9	FUTBOLCULARIN BESLENME BİLGİ DÜZEYLERİNİN İNCELENMESİ	Yüksek Lisans Öğrencisi, Şevval ATAŞ Doktora Öğrencisi Yücel İNAÇ Doç. Dr.Şaban ÜNVER
		10	SOSYAL BİLGİLER DERSİNDE ÇOCUK EDEBİYATINDAN YARARLANMA (UYUYAN TOPAÇ ADLI ESER ÖRNEĞİ)	Doç. Dr. Erhan GÖRMEZ
		11	BİLİM TEKNOLOJİ ve TOPLUM ÖĞRENME ALANININ İÇERİĞİ ve ÖĞRETİMİ HAKKINDA ÖĞRETMEN GÖRÜŞLERİ	Doç. Dr. Erhan GÖRMEZ

EUROPEAN CONFERENCES
2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES
2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456

5 Ağustos/ August 5, 2023 / 10:00 – 12:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Baskam	Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors	
SALON 3	Doç. Dr. Sadullah ÇELİK / Doç. Dr. Funda ÇONDUR	1	FINANCIAL CONSTRAINTS: A DETERRENT TO INTANGIBLE ASSET INVESTMENTS?	Mihaela Curea
		2	THE PHILIPPINE ENERGY STANDARDS AND LABELING PROGRAM IMPLEMENTATION TOWARDS POLICY DIRECTION	Fritz P. Caponong
		3	TRANSPARENCY AND ACCOUNTABILITY: THE DEPARTMENT OF ENERGY'S PROCUREMENT MANAGEMENT DIVISION'S PUBLIC BIDDING PROCESS TOWARDS MECHANISM IMPROVEMENT	Rhodalyne P. de Guzman
		4	HOW IS BIG DATA REVOLUTIONARY IN INTERNATIONAL BUSINESSES?	Doç. Dr. Sadullah ÇELİK Doç. Dr. Funda ÇONDUR
		5	THE IMPORTANCE OF OPEN SOURCE SOFTWARE FOR BUSINESSES	Doç. Dr. Sadullah ÇELİK Doç. Dr. Funda ÇONDUR
		6	ASSESSMENT OF THE PRODUCTION AND USAGE POTENTIAL OF RENEWABLE ENERGY SOURCES (WIND-SOLAR) WITH VISUAL ANALYSIS DECISION SUPPORT METHOD ON A GLOBAL AND TURKEY SCALE	Doç. Dr. Haktan BİRSEL Erol YÜCEL
		7	THREE-DIMENSIONAL ANALYSIS OF WORLD HYDROCARBON ENERGY RESOURCES (PRODUCTION, EXPORT, IMPORT) WITH VISUAL ANALYSIS DECISION SUPPORT METHOD AND ITS EVALUATION FROM THE PERSPECTIVE OF TURKEY	Doç. Dr. Haktan BİRSEL Erol YÜCEL
		8	CONCEPTUAL FRAMEWORK FOR GREEN INNOVATION	Öğr. Gör., Hatice BATMANTAŞ Doktora Öğrencisi, Fatma ZEYBEK
		9	SERBEST BÖLGELERDE DIŞ TİCARET: GÜMRÜK REJİMLERİ KAPSAMINDA MUKAYESELİ BİR DEĞERLENDİRME	Bahar OĞUL Doç. Dr. Sefa ÖZBEK
		10	GÜMRÜK BİRLİĞİ'NDEN GÜNÜMÜZE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ: GÜMRÜK REJİMLERİ BAĞLAMINDA BİR DEĞERLENDİRME	Bahar OĞUL Doç. Dr. Sefa ÖZBEK
		11	MÜŞTERİ İLİŞKİLERİ YÖNETİMİNİN ÖRGÜTSEL PERFORMANS ÜZERİNDEKİ ETKİSİ	Arş. Gör. Ebru ERDOĞAN
		12	YÜKSEKÖĞRETİM KURUMLARINDA İLİŞKİSEL PZARLAMA VE MÜŞTERİ İLİŞKİLERİ YÖNETİMİ UYGULAMARI	Arş. Gör. Ebru ERDOĞAN

EUROPEAN CONFERENCES
2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES
2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456

5 Ağustos/ August 5, 2023 / 10:00 – 12:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı	Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 4	Doç. Dr. Gökçen ŞAHMARAN CAN	1 REFLECTION OF CULTURAL AND MEDIAATIC VARIATIONS ON ART EDUCATION DYNAMICS	Dr. Instructor Member, Adnan YALIM Master, Ahmet Göktuğ KILIÇ
		2 ARTİSTİC CREATION PSYCHOLOGY AND SİGMUND FREUD'S APPROACH TO PSYCHOANALYSIS	Yüksek Lisans, Ahmet Göktuğ KILIÇ
		3 SOSYAL BİR SORUN OLARAK KADINA YÖNELİK ŞİDDET	Dr. Elvan YAVUZ
		4 TARİH OKURYAZARLIĞINDA FEMİNİST METODOLOJİ: NEDEN KADIN?	Melisa KESKİN KANDEMİR
		İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE KADIN	Doç.Dr.Nermin BAHŞI, Prof.Dr.Dilek BOSTAN BUDAK
		İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ İLE MÜCADELEDE YENİLENEBİLİR ENERJİ	Prof.Dr.Dilek BOSTAN BUDAK Doç.Dr.Nermin BAHŞI
		5 FRANK STELLA: DÜZEN VE DÜZENSİZLİK	Doç. Dr. N. Göksun YENER
		6 ANALYSIS OF THE STRATEGY OF "USE OF DEFINITION" IN POSTMODERN ART PRODUCTION THROUGH ROBERT SMIT'S "MEANINGLESS"	Doç. Dr. Gökçen ŞAHMARAN CAN
		7 THE ORNAMENTATION OF THE HOLY QUR'AN IN THE EXHIBITION HALL OF THE GENERAL DIRECTORATE OF LAND REGISTRY AND CADASTRE'S BOOKKEEPER SERVER EFENDİ	Doç. Dr., Pınar TOKTAŞ Arş. Gör., Burcu ER
		8 EDMUND BURKE'TE TOPLUM, DİN VE DEVLET	Öğretim Görevlisi FEVZİ YAHŞI
9 MEŞRULUK VE DİN, GELENEK, RASYONALİZM/AKILCILIK, MODERNLİK/MODERNİZM ÜZERİNE	Öğretim Görevlisi FEVZİ YAHŞI		
9 THE ROLE OF EXLIBRIS ART IN SOCIAL MEMORY TRANSFER	Lecturer Nevin ENGİN		

EUROPEAN CONFERENCES
2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES
2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456

5 Ağustos/ August 5, 2023 / 10:00 – 12:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı	Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 5	Doç. Dr. Hasan Hüseyin AKKAŞ	1 NEOLİBERAL HEGEMONYA KARŞISINDA DÜNYA SOSYAL FORUMU	Doç. Dr. Hasan Hüseyin AKKAŞ Y. Lisans Öğrencisi. Eylem ŞENER
		2 THE DISTINCTION BETWEEN EAST AND WEST CIVILIZATION	Doç. Dr. Hasan Hüseyin AKKAŞ
		3 TÜZEL KİŞİLİK PERDESİNİN KALDIRILMASI	Dr. Aydın ÇELİK
		4 EVALUATION OF THE PRICES RECEIVED FROM PLASTIC BAGS IN TERMS OF NEGATIVE EXTERNALITY	Ecem Selin Korkut Doç. Dr. Sami BUHUR
		5 KAMULAŞTIRMASIZ EL ATMA DAVALARI VE KAMULAŞTIRMA BEDELİNİN TESPİTİ DAVALARININ MÜLKİYET HAKKI ÇERÇEVESİNDE KARŞILAŞTIRILMASI	Öğretim Görevlisi, Zeynep Büşra Bilgin
		6 THE EFFECTS OF THE PRESIDENTIAL GOVERNMENT SYSTEM ON LOCAL ADMINISTRATION	Mehmet YILDIZ
		7 AN EVALUATION ON THE INVASION OF DARULFÜNUN-I OSMANİ BY THE ALLIED FORCES	Dr. Elif YEŞİLTEPE TURŞUCU
		8 TAN GAZETESİ OLAYININ ÖNCÜLÜ: NAZIM HİKMET İLE BAZI EDEBİYATÇILAR ARASINDAKİ POLEMİK VE RESİMLİ AY'IN BASILMASI	Araş. Gör. Tülay GÜL
		9 THE LOGISTICAL IMPORTANCE OF THE DANUBE RIVER IN THE IRANIAN CAMPAIGNS (THE EXAMPLE OF THE OTTOMAN-IRANIAN WAR OF 1743-1746)	Araştırma Görevlisi Yunus KIRAYIT
		10 DÜNYA EDEBİYATININ NÜMAYƏNDƏLƏRİ AZƏRBAYCAN YAZIÇISI MEHDI HÜSEYNİN YARADICILIĞINDA.	Əlizadə Aygöl Şamil qızı

EUROPEAN CONFERENCES
2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES
2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456

5 Ağustos/ August 5, 2023 / 10:30 – 12:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 6	Rui Antunes	1	BEHAVIORAL ANALYSIS OF TEAM MEMBERS IN VIRTUAL ORGANIZATION BASED ON TRUST DIMENSION AND LEARNING	Indiramma M., K. R. Anandakumar
		2	IMPROVED AUTOMATED CLASSIFICATION OF ALCOHOLICS AND NON-ALCOHOLICS	Ramaswamy Palaniappan
		3	RHETORICAL COMMUNICATION IN THE COGSCI DISCOURSE COMMUNITY: THE COGNITIVE NEUROSCIENCES (2004) IN THE CONTEXT OF SCIENTIFIC DISSEMINATION	Lucia Abbamonte Olimpia Matarazzo
		4	MORAL REASONING AND BEHAVIOUR IN ADULTHOOD	O. Matarazzo, L. Abbamonte, G. Nigro
		5	A COGNITIVE MODEL FOR FREQUENCY SIGNAL CLASSIFICATION	Rui Antunes, Fernando V. Coito
		6	PROBABILITY AND INSTRUCTION EFFECTS IN SYLLOGISTIC CONDITIONAL REASONING	Olimpia Matarazzo Ivana Baldassarre
		7	AN INVESTIGATION INTO KANJI CHARACTER DISCRIMINATION PROCESS FROM EEG SIGNALS	Hiroshi Abe, Minoru Nakayama
		8	REFORM-ORIENTED TEACHING OF INTRODUCTORY STATISTICS IN THE HEALTH, SOCIAL AND BEHAVIORAL SCIENCES – HISTORICAL CONTEXT AND RATIONALE	Rossi A. Hassad

EUROPEAN CONFERENCES
2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES
2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456

5 Ağustos/ August 5, 2023 / 10:30 – 12:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 7	Asst. Prof. Philip T. Roundy	1	A COMPUTATIONAL MODEL OF MINIMAL CONSCIOUSNESS FUNCTIONS	Nabila Charkaoui
		2	EXPLORING LIFE MEANINGFULNESS AND ITS PSYCHOSOCIAL CORRELATES AMONG RECOVERING SUBSTANCE USERS – AN INDIAN PERSPECTIVE	Fouzia Alsabah Shaikh, Anjali Ghosh
		3	DEVELOPMENT OF ORGANIZATIONAL JUSTICE IN INCENTIVE ALLOCATION OF THE THAI PUBLIC SECTOR	Kalayanee Koonmee
		4	AUTOBIOGRAPHICAL MEMORY AND FLEXIBLE REMEMBERING: GENDER DIFFERENCES	A. Aizpurua, W. Koutstaal
		5	CULTURAL ANXIETY AND ITS IMPACT ON STUDENTS- LIFE: A CASE STUDY OF INTERNATIONAL STUDENTS IN WUHAN UNIVERSITY	Nadeem Akhtar Shan Bo
		6	TREATMENT OR RE-VICTIMIZING THE VICTIMS	Juliana Panova
		7	THE STORY OF MERGERS AND ACQUISITIONS: USING NARRATIVE THEORY TO UNDERSTAND THE UNCERTAINTY OF ORGANIZATIONAL CHANGE	Philip T. Roundy
		8	A NEW MEASURE OF HERDING BEHAVIOR: DERIVATION AND IMPLICATIONS	Amina Amirat Abdelfettah Bouri

EUROPEAN CONFERENCES
2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES
2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456

5 Ağustos/ August 5, 2023 / 10:30 – 12:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 8	Antonios Maniatis	1	ANALYSIS OF DRIVING CONDITIONS AND PREFERRED MEDIA ON DIVERSION	Yoon-Hyuk Choi
		2	AN ANALYTICAL STUDY ON THE POLITICS OF DEFECTION IN INDIA	Diya Sarkar, Prafulla C. Mishra
		3	POSITION OF THE CONSTITUTIONAL COURT OF THE RUSSIAN FEDERATION ON THE MATTER OF RESTRICTING CONSTITUTIONAL RIGHTS OF CITIZENS CONCERNING BANKING SECRECY	A. V. Shashkova
		4	RECOGNITION AND PROTECTION OF INDIGENOUS SOCIETY IN INDONESIA	Triyanto, Rima Vien Permata Hartanto
		5	NEED OF NATIONAL SPACE LEGISLATION FOR SPACE FARING NATIONS	Muhammad Naveed Yang Caixia
		6	HUMAN RIGHTS IN ARMED CONFLICTS AND CONSTITUTIONAL LAW	Antonios Maniatis
		7	FORENSIC MEDICAL CAPACITIES OF RESEARCH OF SALIVA STAINS ON PHYSICAL EVIDENCE AFTER WASHING	Saule Mussabekova
		8	TOWARDS A PROOF ACCEPTANCE BY OVERCOMING CHALLENGES IN COLLECTING DIGITAL EVIDENCE	Lilian Noronha Nassif

EUROPEAN CONFERENCES
2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES
2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456

5 Ağustos/ August 5, 2023 / 10:30 – 12:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 9	Hanaa Farouk Saleh	1	PROMOTING GENDER EQUALITY WITHIN ISLAMIC TRADITION VIA CONTEXTUALIST APPROACH	Ali Akbar
		2	BA'ALBAKĪ'S INFLUENCE ON 1950S AND 1960S LEBANESE WOMEN WRITERS	Khaled Igbaria
		3	THE INTERACTION BETWEEN HUMAN AND ENVIRONMENT ON THE PERSPECTIVE OF ENVIRONMENTAL ETHICS	Mella Ismelina Farma Rahayu
		4	PROTECTION OF HUMAN RIGHTS IN EUROPE: THE PARLIAMENTARY DIMENSION	Aleksandra Chinaeva
		5	EISENHOWER'S FAREWELL SPEECH: INITIAL AND CONTINUING COMMUNICATION EFFECTS	B. Kuiper
		6	HUMAN SECURITY PROVIDERS IN FRAGILE STATE UNDER ASYMMETRIC WAR CONDITIONS	Luna Shamieh
		7	DEVELOPING NEW MEDIA CREDIBILITY SCALE: A MULTIDIMENSIONAL PERSPECTIVE	Hanaa Farouk Saleh
		8	GENDER DIFFERENCES IN RESEARCH OUTPUT, FUNDING AND COLLABORATION	Ashkan Ebadi Andrea Schiffauerova

EUROPEAN CONFERENCES
2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES
2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456

5 Ağustos/ August 5, 2023 / 10:30 – 12:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı	Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors	
SALON 10	Soungwan Kim	1	NARRATING IRISH IDENTITY: RETRIEVING 'IRISHNESS' IN THE WORKS OF WILLIAM BUTLER YEATS AND SEAMUS HEANEY	Rafik Massoudi
		2	NATURAL DISASTER TOURISM AS A TYPE OF DARK TOURISM	Dorota Rucińska
		3	DEMOCRATIZATION, MARKET LIBERALIZATION AND THE RAISE OF VESTED INTERESTS AND ITS IMPACTS ON ANTI-CORRUPTION REFORM IN INDONESIA	Ahmad Khoirul Umam
		4	ART AND CULTURE IN THE DEVELOPMENT PERIOD TO MODERNIZATION IN THE REIGN OF KING RAMA VI	Weena Eiamprapai
		5	DESIGNING CREATIVE EVENTS WITH DECONSTRUCTIVISM APPROACH	Maryam Memarian, Mahmood Naghizadeh
		6	DE-SECURITIZING IDENTITY: NARRATIVE (IN)CONSISTENCY IN PERIODS OF TRANSITION	Katerina Antoniou
		7	EFFECT OF ORGANIZATIONAL RESOURCES ON IMPROVING INDEPENDENCY OF PEOPLE WITH SEVERE DISABILITIES: VOCATIONAL REHABILITATION FACILITIES IN SOUTH KOREA	Soungwan Kim
		8	CAPITAL ACCUMULATION AND UNEMPLOYMENT IN NAMIBIA, NIGERIA, AND SOUTH AFRICA	Abubakar Dikko
		9	WATER CRISIS MANAGEMENT IN A TOURISM DEPENDENT COMMUNITY	Aishath Shakeela

EUROPEAN CONFERENCES
2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES
2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456

5 Ağustos/ August 5, 2023 / 14:00 – 16:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı	Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 1	Asst. Prof. Yakup GÜLEKÇİ	1 TOP WOMEN ENTREPRENEURS IN INDIA SHARE THEIR PERSPECTIVES ON CHALLENGES, OPPORTUNITIES, AND PROGRESSION	K.R.Padma K.R.Don P.Josthna M. Reshma Anjum M. Sankari
		2 HUMAN PAPILOMA VİRUS (HPV) AND THE IMPORTANCE OF VACCINATION	Arş. Gör. Edanur ÖZKAYA Doç. Dr. İlgin ÖZEN ÇINAR
		3 OCCUPATIONAL HEALTH NURSING PROGRAMS TO HEALTH PROMOTION OF EMPLOYEE AT THE WORKPLACE	Arş. Gör. Edanur ÖZKAYA Prof. Dr. Asiye KARTAL
		4 EFFECT OF NEUROMESODERMAL PROGENITOR DERIVED MSCs ON ADIPOGENIC AND OSTEOGENIC DIFFERENTIATION OF PREADIPOCYTES AND OSTEOPROGENITOR CELLS	Ezgi BULUT Selinay ŞENKAL Doç. Dr. Ayşegül DOĞAN
		5 MOBILE HEALTH APPLICATIONS AND PREGNANCY PERIOD	Doç.Dr.İlgin Özen Çınar Müberra Altun
		6 THE EFFECT OF EVIDENTIAL DYNAMICS ON FINGERPRINT INVESTIGATIONS	Asst. Prof. Yakup GÜLEKÇİ
		7 HEMŞİRELERDE FİZİKSEL KISITLAMA İLE İLGİLİ TÜRKİYE'DE YAPILAN LİSANSÜSTÜ TEZLERİN BİBLİYOGRAFİSİ-İNCELENMESİ	Arş. Gör. Hatice KILIÇKIRAN Doç. Dr. Özlem DOĞU
		8 AFETLERDE HEMŞİRELİĞİN ROLÜ VE ÖNEMİ: TRİYAJ EĞİTİMİNİN VURGULANMASI	Hemşire Mehmet Selim TEK

EUROPEAN CONFERENCES
2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES
2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456

5 Ağustos/ August 5, 2023 / 14:00 – 16:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı	Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors	
SALON 2	Doç. Dr. Ümit AYATA	1	RECONSTRUCTION OF COMMUNICATION INFRASTRUCTURE IN KARABAKH, AN INTEGRAL PART OF AZERBAIJAN	Albina Chingiz HASHİMOVA
		2	EVALUATION OF THE EFFECTS OF EXPERIMENTAL PARAMETERS ON COD REMOVAL FROM LEACHATE WATER BY COAL-BASED POWDER ACTIVATED CARBON (CBPAC) ADSORPTION PROCESS	Ayşenur ÖĞEDEY Ensar OĞUZ
		3	EVALUATION OF THE EFFECTS OF EXPERIMENTAL PARAMETERS ON AMMONIA NITROGEN (NH ₃ -N) REMOVAL FROM LEACHATE WATER BY COAL-BASED POWDER ACTIVATED CARBON (CBPAC) ADSORPTION PROCESS	Ayşenur ÖĞEDEY Ensar OĞUZ
		4	SYNTHESIS OF TETRAMIN DERIVATIVES	Prof. Dr., Nabi BABAYEV Doç. Dr., Shahla AHMAD PhD. Rana KHANKISHIYEVA
		5	THE EFFECTS OF THERMAL AGING ON THE COLOR AND GLOSSINESS PROPERTIES OF UV-CURED VARNISH COATINGS APPLIED TO SAPELE (ENTANDROPHRAGMA CYLINDRICUM) WOOD	Prof. Dr. Bekir Cihad BAL Doç. Dr. Ümit AYATA
		6	A STUDY ON DETERMINING THE COLOR, GLOSSINESS, AND WHITENESS INDEX OF WOOD PLASTIC COMPOSITE MATERIAL PRODUCED WITH WASTE GLASS POWDER, WOOD FLOUR, AND RECYCLED POLYETHYLENE	Prof. Dr. Bekir Cihad BAL Doç. Dr. Ümit AYATA
		7	APPLICATION OF VARIOUS BLEACHING CHEMICALS ON SOME SURFACE PROPERTIES OF ILOMBA (PYCNANTHUS ANGOLENSIS EXELL) WOOD	Prof. Dr. Bekir Cihad BAL Doç. Dr. Ümit AYATA
		8	DETERMINATION OF SURFACE PROPERTIES IN EUROPEAN LARCH (LARIX DECIDUA MILL.) WOOD TREATED WITH WASTE OLIVE, WALNUT, AND CORN OILS	Prof. Dr. Bekir Cihad BAL Doç. Dr. Ümit AYATA

EUROPEAN CONFERENCES
2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES
2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456

5 Ağustos/ August 5, 2023 / 14:00 – 16:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı	Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 3	Asst. Prof. Dr. Adnan KIRAL	1 AUGMENTED SHEHU TRANSFORMATIONS FOR SPACE-TIME FRACTIONAL DIFFUSION PROCESS	Suleyman Cetinkaya Ali Demir
		2 ON THE SOLUTION OF DIFFUSION EQUATION IN THE SENSE OF PROPORTIONAL FRACTIONAL DERIVATIVE	Suleyman Cetinkaya Ali Demir
		3 İOT TABANLI ÇOK AMAÇLI AKILLI ÇEVRE AYDINLATMASI	Dr. Öğr. Üyesi Ahmet ŞENPINAR Elek. Elekt. Müh. Enes TÜVER
		4 0.3 MM KALİBRE PARÇACIK BENZETMELİ MERMİ İLE 7,62x51 MM MÜHİMMATIN PENETRASYON DAVRANIŞLARININ KARŞILAŞTIRILMASI İNCELENMESİ	Şükrü Berkan ŞAHİN Doç. Dr., Murat AYDIN
		5 EVALUATING THE KAHRAMANMARAS EARTHQUAKE OF FEBRUARY 6 2023 IN TURKEY BASED ON NEW GENERATION ATTENUATION GROUND MOTION (NGA) MODELS	Asst. Prof. Dr. Adnan KIRAL Asst. Prof. Dr. Zeliha TONYALI

EUROPEAN CONFERENCES
2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES
2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456

5 Ağustos/ August 5, 2023 / 14:00 – 16:00 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı	Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors	
SALON 4	Prof. Dr. Senar AYDIN	1	ATIKSULAR İLE SULANAN TOPRAKLARDA MİKROPLASTİK KİRLİLİĞİ	Prof. Dr. Senar AYDIN Prof. Dr. Mehmet Emin AYDIN
		2	İÇME SULARINDA MİKROPLASTİKLERİN VARLIĞI VE MUHTEMEL SAĞLIK RİSKLERİ	Prof. Dr. Senar AYDIN Prof. Dr. Mehmet Emin AYDIN
		3	INVESTIGATION OF THE CAUSES OF HIGH SERUM HOMOCYSTEINE LEVELS IN GERIATRIC PATIENTS	Uz. Dr. Gamze Gök Doç. Dr. Salim Neşelioğlu
		4	SULU ORTAMLARDAKİ RİFAMPİSİNİN MİKRO ÖLÇEKLİ SIFIR DEĞERLİKLİ DEMİR PARTİKÜLÜ İLE GİDERİMİNİN İNCELENMESİ	Doktor Öğretim Üyesi, Burçin YILDIZ
		5	A Study on Macroanatomical, Morphometric Structure and Arterial Vascularization of Tongue in a Wild Goat (Capra aegagrus aegagrus)	Associate Professor Gülseren KIRBAŞ DOĞAN
		6	MACROANATOMICAL STRUCTURE AND ARTERIAL VASCULARIZATION OF THE EYE IN A WILD GOAT (CAPRA AEGAGRUS AEGAGRUS)	Associate Professor Gülseren KIRBAŞ DOĞAN
		7	BOR İÇEREN EPETRABOROLE ANTİBİYOTİĞİNİN BAZI ESCHERİCHİA COLİ SUŞLARI ÜZERİNDEKİ ANTİMİKROBİYAL ETKİSİ	Doktora öğrencisi Anara BABAYEVA Doç. Dr. Bekir ÇÖL Dr. Öğr. Üyesi Esra DİBEK Öğr. Gör. Dr. Merve SEZER KÜRKCÜ
		8	PERİDOTİTİN EPOKSİ (REÇİNE) İÇERİSİNDE RENK VERİCİ PİGMENT OLARAK KULLANILABİLİRLİĞİ VE SÜSTAŞI YAPIMI	Dr. Öğr. Üyesi Murat CAMUZCUOĞLU

EUROPEAN CONFERENCES
2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES
2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456

5 Ağustos/ August 5, 2023 / 14:30 – 16:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 5	Tajudeen Ojo Ibraheem	1	IMPACT OF REPRODUCTIVE TECHNOLOGIES ON WOMEN'S LIVES IN NEW DELHI: A STUDY FROM FEMINIST PERSPECTIVE	Zairunisha
		2	CURBING ABUSES OF LEGAL POWER IN THE SOCIETY	Tajudeen Ojo Ibraheem
		3	SOCIAL STRUCTURE, INVOLUNTARY RELATIONS, AND URBAN POVERTY	Mahmood Niroobakhsh
		4	KNOWLEDGE TRANSFER AND THE TRANSLATION OF TECHNICAL TEXTS	Ahmed Alaoui
		5	THE INFLUENCE OF ISLAMIC ARTS ON OMANI WEAVING MOTIFS	Zahra Ahmed Al-Zadjali
		6	HANDLING COMPLEXITY OF A COMPLEX SYSTEM DESIGN: PARADIGM, FORMALISM AND TRANSFORMATIONS	Hycham Aboutaleb Bruno Monsuez
		7	UNDERSTANDING EUROPE'S ROLE IN THE AREA OF LIBERTY, SECURITY AND JUSTICE AS AN INTERNATIONAL ACTOR	Sarah Barrere
		8	THE METHODOLOGY OF OUT-MIGRATION IN GEORGIA	Shorena Tsiklauri

EUROPEAN CONFERENCES
2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES
2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456

5 Ağustos/ August 5, 2023 / 14:30 – 16:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı	Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors	
SALON 6	Nathanon Trachoo	1	A REVIEW ON APPLICATION OF CHITOSAN AS A NATURAL ANTIMICROBIAL	F. Nejati Hafdani, N. Sadeghinia
		2	NEUROGENIC POTENTIAL OF CLITORIA TERNATEA AQUEOUS ROOT EXTRACT–A BASIS FOR ENHANCING LEARNING AND MEMORY	Kiranmai S.Rai
		3	FORMULATION AND EVALUATION OF VAGINAL SUPPOSITORIES CONTAINING LACTOBACILLUS	Sanae Kaewnopparat, Nattha Kaewnopparat
		4	ISOLATION OF B-SİTOSTEROL DİARABİNOSİDE FROM RHİZOMES OF ALPİNİA GALANGA	N. K. Fuloria, S. Fuloria
		5	DATA MINING CLASSIFICATION METHODS APPLIED IN DRUG DESIGN	Mária Stachová, Lukáš Sobíšek
		6	SALBUTAMOL SULPHATE-ETHYLCELLULOSE TABLETTED MICROCAPSULES: PHARMACOKINETIC STUDY USING CONVOLUTION APPROACH	Ghulam Murtaza, Kalsoom Farzana
		7	ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF ETHANOL EXTRACT FROM SOME THAI MEDICINAL PLANTS AGAINST CAMPYLOBACTER JEJUNI	Achara Dholvitayakhun, Nathanon Trachoo
		8		

EUROPEAN CONFERENCES
2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES
2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456

5 Ağustos/ August 5, 2023 / 14:30 – 16:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 7	Noureddine Hamdi	1	PSO-BASED PLANNING OF DISTRIBUTION SYSTEMS WITH DISTRIBUTED GENERATIONS	Amin Hajizadeh, Ehsan Hajizadeh
		2	THREE-PHASE HIGH FREQUENCY AC CONVERSION CIRCUIT WITH DUAL MODE PWM/PDM CONTROL STRATEGY FOR HIGH POWER IH APPLICATIONS	Nabil A. Ahmed
		3	A NEW MAXIMUM POWER POINT TRACKING FOR PHOTOVOLTAIC SYSTEMS	Mohamed Azab
		4	IMPULSE RESPONSE SHORTENING FOR DISCRETE MULTITONE TRANSCIEVERS USING CONVEX OPTİMİZATION APPROACH	Ejaz Khan, Conor Heneghan
		5	HYBRID ASSOCIATION CONTROL SCHEME AND LOAD BALANCING IN WIRELESS LANS	Chutima Prommak, Airisa Jantawetip
		6	ESTIMATION OF BROADCAST PROBABILITY IN WIRELESS ADHOC NETWORKS	Bharadwaj Kadiyala, Sunitha V
		7	THEORETICAL ANALYSIS OF CAPACITIES IN DYNAMIC SPATIAL MULTIPLEXING MIMO SYSTEMS	Imen Sfaihi, Noureddine Hamdi
		8	FIBER OPTIC SENSORS	Bahareh Gholamzadeh, Hooman Nabovati

EUROPEAN CONFERENCES
2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES
2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456

5 Ağustos/ August 5, 2023 / 14:30 – 16:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı	Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors	
SALON 8	ABDOLSALAM GHADERI	1	PROGRAMMING LANGUAGE EXTENSION USING STRUCTURED QUERY LANGUAGE FOR DATABASE ACCESS	Chapman Eze Nnadozie
		2	AUTOMATED HEART SOUND CLASSIFICATION FROM UNSEGMENTED PHONOCARDIOGRAM SIGNALS USING TIME FREQUENCY FEATURES	Nadia Masood Khan Muhammad Salman Khan Gul Muhammad Khan
		3	ADAPTION MODEL FOR BUILDING AGILE PRONUNCIATION DICTIONARIES USING PHONEMIC DISTANCE MEASUREMENTS	Akella Amarendra Babu Rama Devi Yellasiri Natukula Sainath
		4	OPTIMIZED AND SECURED DIGITAL WATERMARKING USING ENTROPY, CHAOTIC GRID MAP AND ITS PERFORMANCE ANALYSIS	R. Rama Kishore Sunesh
		5	A DATASET OF PROGRAM EDUCATIONAL OBJECTIVES MAPPED TO ABET OUTCOMES: DATA CLEANSING, EXPLORATORY DATA ANALYSIS AND MODELING	Addin Osman Anwar Ali Yahya Mohammed Basit Kamal
		6	A ROBUST OPTIMIZATION MODEL FOR THE SINGLE-DEPOT CAPACITATED LOCATION-ROUTING PROBLEM	Abdolsalam Ghaderi
		7	IMAGE DEHAZING USING DARK CHANNEL PRIOR AND FAST GUIDED FILTER IN DAUBECHIES LIFTING WAVELET TRANSFORM DOMAIN	Harpreet Kaur Sudipta Majumdar
		8		

EUROPEAN CONFERENCES
2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES
2nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES
Meeting ID: 881 9370 7664 Passcode: 123456

5 Ağustos/ August 5, 2023 / 14:30 – 16:30 Time zone in Turkey (GMT+3)

Salon / Hall	Oturum Başkanı		Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title	Authors
SALON 9	Abdel-Badeeh M. Salem	1	BREAST SKIN-LINE ESTIMATION AND BREAST SEGMENTATION IN MAMMOGRAMS USING FAST-MARCHING METHOD	Koichi Harada
		2	SCATTERER DENSITY IN EDGE AND COHERENCE ENHANCING NONLINEAR ANISOTROPIC DIFFUSION FOR MEDICAL ULTRASOUND SPECKLE REDUCTION	Ahmed Badawi J. Michael Johnson Mohamed Mahfouz
		3	T-WAVE DETECTION BASED ON AN ADJUSTED WAVELET TRANSFORM MODULUS MAXIMA	Samar Krimi, Kaïs Ouni, Noureddine Ellouze
		4	BRIDGING THE MENTAL GAP BETWEEN CONVOLUTION APPROACH AND COMPARTMENTAL MODELING IN FUNCTIONAL IMAGING: TYPICAL EMBEDDING OF AN OPEN TWO-COMPARTMENT MODEL INTO THE SYSTEMS THEORY APPROACH OF INDICATOR DILUTION THEORY	Gesine Hellwig
		5	ANALYSIS OF MEDICAL DATA USING DATA MINING AND FORMAL CONCEPT ANALYSIS	Anamika Gupta, Naveen Kumar, Vasudha Bhatnagar
		6	CASE BASED REASONING TECHNOLOGY FOR MEDICAL DIAGNOSIS	Abdel-Badeeh M. Salem
		7	DETECTION OF DIABETIC SYMPTOMS IN RETINA IMAGES USING ANALOG ALGORITHMS	Daniela Matei Radu Matei
		8	ARRIVING AT AN OPTIMUM VALUE OF TOLERANCE FACTOR FOR COMPRESSING MEDICAL IMAGES	Sumathi Poobal, G. Ravindran

EU EXART 1 ST INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION					
Salon / Hall	Oturum Başkanı / Session Chair		Eser Adı / Art Work	Artist	Tema / Theme
		1	Armağan	Dr.Öğr.Üyesi Merve Duydu	
		2	Girdap	Dr.Öğr.Üyesi Fulya SAVAŞ	
		3	Natürmort	Yüksek Lisans Ahmet Göktuğ Kılıç	
		4	Cactus skirt	Dr. Öğr. Üyesi Tuğba Seferoğlu	
		5	Pastoral	Fırat Çağrı Kırmızıgül	
		6	Enkaz / Debris	Öğr. Gör. Nurhan AKBULUT	
		7	in-line 3	Doçent Nilay Özsağ Uluçay	
		8	Işık / Light	Dr. Öğr. Üyesi Sevgi KILINÇ	
		9	Composition #180720231	DOÇ. DR. N. GÖKSUN YENER	
		10	Ear	Dr. Öğr. Üyesi Başak Çakmak	
		11	İsimsiz	Dr. Öğr. Üyesi Derya ÖZDEMİR	
		12	Şaman Maskesi ve Güneş	Doç. Elif Aksoy	
		13	Şaman Davulu	Doç. Elif Aksoy	
		14	Y/3	Doç. Safiye SARİ	
		15	Y/5	Doç. Safiye SARİ	
		16	COVID Halleri 6	Doç.Dr. Yücel Yazgın	
		17	COVID Halleri 1	Doç.Dr. Yücel Yazgın	
		18	Sombahar /Autumn	Prof. Dr. Valide PAŞAYEVA	
		19	Yapay Zeka	Dr. Öğr. Üyesi Ferrah Nur Dündar	
		20	Kadim Tarihten Buluntular	Doç. Dr. Nermin ÖZCAN ÖZER	
		21	Dinamizm	Doç. Dr. Nermin ÖZCAN ÖZER	
		22	Digital Collage	Merve Karaman	
		23	Beyaz Atlı	Öğr.Gör Seyfullah Büyükçapar	
		24	Empati/ Empathy	Dr.Öğr.Üyesi Şeyma Müge İBA	



EUROPEAN CONFERENCES
2ND INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES
2ND INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES
EU EXART 1ST INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
August 4 - 6, 2023
Belgrade

Contents

TOP WOMEN ENTREPRENEURS IN INDIA SHARE THEIR PERSPECTIVES ON CHALLENGES, OPPORTUNITIES, AND PROGRESSION	1
İŞ YERİNDE ÇALIŞANLARIN SAĞLIĞININ GELİŞTİRİLMESİNE YÖNELİK İŞ SAĞLIĞI HEMŞİRELİĞİ PROGRAMLARI	2
İNSAN PAPİLLOMA VİRÜSÜ (HPV) VE AŞILANMANIN ÖNEMİ	16
EFFECT OF NEUROMESODERMAL PROGENITOR DERIVED MSCs ON ADIPOGENIC AND OSTEOGENIC DIFFERENTIATION OF PREADIPOCYTES AND OSTEOPROGENITOR CELLS	29
MOBİL SAĞLIK UYGULAMALARI VE GEBELİK DÖNEMİ	30
DELİLLENDİRME DİNAMİKLERİNİN PARMAK İZİ ARAŞTIRMALARINA ETKİSİ	44
HEMŞİRELERDE FİZİKSEL KISITLAMA İLE İLGİLİ TÜRKİYE’DE YAPILAN LİSANSÜSTÜ TEZLERİN BİBLİYOGRAFİSİ-İNCELENMESİ	54
AFETLERDE HEMŞİRELİĞİN ROLÜ VE ÖNEMİ: TRİYAJ EĞİTİMİNİN VURGULANMASI	69
RECONSTRUCTION OF COMMUNICATION INFRASTRUCTURE IN KARABAKH, AN INTEGRAL PART OF AZERBAIJAN	70
ATIK CAM UNU, ODUN UNU VE GERİ DÖNÜŞTÜRÜLMÜŞ POLİETİLEN İLE ÜRETİLEN ODUN PLASTİK KOMPOZİT MALZEMENİN RENK, PARLAKLIK VE BEAZLIK İNDEKSİNİN BELİRLENMESİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA	83
ILOMBA (<i>Pycnanthus angolensis</i> Exell) ODUNUNDA BAZI YÜZEY ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ÇEŞİTLİ AĞARTICI KİMYASALLARIN ETKİSİ.....	95
SAPELLİ (<i>Entandrophragma cylindricum</i>) AHŞABINA UYGULANMIŞ UV KÜRENMELE VERNİK KATMANLARINDA RENK VE PARLAKLIK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE TERMAL YAŞLANDIRMANIN ETKİLERİ 106	
ATIK ZEYTİN, CEVİZ VE MISIR YAĞLARI UYGULANMIŞ AVRUPA MELEZİ (<i>Larix decidua</i> Mill.) ODUNUNDA BAZI YÜZEY ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ	115
AUGMENTED SHEHU TRANSFORMATIONS FOR SPACE-TIME FRACTIONAL DIFFUSION PROCESS	126
ON THE SOLUTION OF DIFFUSION EQUATION IN THE SENSE OF PROPORTIONAL FRACTIONAL DERIVATIVE.....	150
IOT TABANLI ÇOK AMAÇLI AKILLI ÇEVRE AYDINLATMASI	163
0.3 KALİBRE PARÇACIK BENZETMELİ MERMİ İLE 7,62x51 MM MÜHİMMATIN PENETRASYON DAVRANIŞLARININ KARŞILAŞTIRILMASI İNCELENMESİ	172
EVALUATING THE KAHRAMANMARAS EARTHQUAKE OF FEBRUARY 6 2023 IN TURKEY BASED ON NEW GENERATION ATTENUATION GROUND MOTION (NGA) MODELS	180
İÇME SULARINDA MİKROPLASTİKLERİN VARLIĞI VE MUHTEMEL SAĞLIK RİSKLERİ	186
ATIKSULAR İLE SULANAN TOPRAKLARDA MİKROPLASTİK KİRLİLİĞİ.....	199
INVESTIGATION OF THE CAUSES OF HIGH SERUM HOMOCYSTEINE LEVELS IN GERIATRIC PATIENTS	209
SULU ORTAMLARDAKİ RİFAMPİSİNİN MİKRO ÖLÇEKLİ SIFIR DEĞERLİKLİ DEMİR PARTİKÜLÜ İLE GİDERİMİNİN İNCELENMESİ	210
BİR YABAN KEÇİSİNDE (<i>Capra aegagrus aegagrus</i>) DİLİN MAKROANATOMİK, MORFOMETRİK YAPISI VE ARTERİEL VASKULARİZASYONU ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA	211
BİR YABAN KEÇİSİNDE (<i>Capra aegagrus aegagrus</i>) GÖZÜN MAKROANATOMİK YAPISI VE ARTERİEL VASKULARİZASYONU	220

BOR İÇEREN EPETRABOROLE ANTİBİYOTİĞİNİN BAZI <i>ESCHERİCHİA COLİ</i> SUŞLARI ÜZERİNDEKİ ANTİMİKROBİYAL ETKİSİ	227
BİR KEÇİDE HUMERUS KIRIĞININ İNTRAMEDÜLLER PİN VE AKRİLİK EKSTERNAL FİKSATÖR İLE SAĞALTIMI	234
PERİDOTİTİN EPOKSİ (REÇİNE) İÇERİSİNDE RENK VERİCİ PİGMENT OLARAK KULLANILABİLİRLİĞİ VE SÜSTAŞI YAPIMI	236
BEHAVIORAL ANALYSIS OF TEAM MEMBERS IN VIRTUAL ORGANIZATION BASED ON TRUST DIMENSION AND LEARNING	242
IMPROVED AUTOMATED CLASSIFICATION OF ALCOHOLICS AND NON-ALCOHOLICS	243
RHETORICAL COMMUNICATION IN THE COGSCI DISCOURSE COMMUNITY: THE COGNITIVE NEUROSCIENCES (2004) IN THE CONTEXT OF SCIENTIFIC DISSEMINATION	244
MORAL REASONING AND BEHAVIOUR IN ADULTHOOD	245
A COGNITIVE MODEL FOR FREQUENCY SIGNAL CLASSIFICATION	246
PROBABILITY AND INSTRUCTION EFFECTS IN SYLLOGISTIC CONDITIONAL REASONING	247
AN INVESTIGATION INTO KANJI CHARACTER DISCRIMINATION PROCESS FROM EEG SIGNALS.....	248
REFORM-ORIENTED TEACHING OF INTRODUCTORY STATISTICS IN THE HEALTH, SOCIAL AND BEHAVIORAL SCIENCES – HISTORICAL CONTEXT AND RATIONALE	249
A REVIEW ON APPLICATION OF CHITOSAN AS A NATURAL ANTIMICROBIAL	250
NEUROGENIC POTENTIAL OF CLITORIA TERNATEA AQUEOUS ROOT EXTRACT–A BASIS FOR ENHANCING LEARNING AND MEMORY	251
FORMULATION AND EVALUATION OF VAGINAL SUPPOSITORIES CONTAINING LACTOBACILLUS	252
DATA MINING CLASSIFICATION METHODS APPLIED IN DRUG DESIGN	253
ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF ETHANOL EXTRACT FROM SOME THAI MEDICINAL PLANTS AGAINST CAMPYLOBACTER JEJUNI.....	254
PSO-BASED PLANNING OF DISTRIBUTION SYSTEMS WITH DISTRIBUTED GENERATIONS	255
THREE-PHASE HIGH FREQUENCY AC CONVERSION CIRCUIT WITH DUAL MODE PWM/PDM CONTROL STRATEGY FOR HIGH POWER IH APPLICATIONS	256
A NEW MAXIMUM POWER POINT TRACKING FOR PHOTOVOLTAIC SYSTEMS.....	257
IMPULSE RESPONSE SHORTENING FOR DISCRETE MULTITONE TRANSCEIVERS USING CONVEX OPTIMIZATION APPROACH	258
HYBRID ASSOCIATION CONTROL SCHEME AND LOAD BALANCING IN WIRELESS LANS	259
ESTIMATION OF BROADCAST PROBABILITY IN WIRELESS ADHOC NETWORKS	260
THEORETICAL ANALYSIS OF CAPACITIES IN DYNAMIC SPATIAL MULTIPLEXING MIMO SYSTEMS.....	261
FIBER OPTIC SENSORS	262
PROGRAMMING LANGUAGE EXTENSION USING STRUCTURED QUERY LANGUAGE FOR DATABASE ACCESS.....	263
AUTOMATED HEART SOUND CLASSIFICATION FROM UNSEGMENTED PHONOCARDIOGRAM SIGNALS USING TIME FREQUENCY FEATURES	264
ADAPTION MODEL FOR BUILDING AGILE PRONUNCIATION DICTIONARIES USING PHONEMIC DISTANCE MEASUREMENTS.....	265



OPTIMIZED AND SECURED DIGITAL WATERMARKING USING ENTROPY, CHAOTIC GRID MAP AND ITS PERFORMANCE ANALYSIS 266

A DATASET OF PROGRAM EDUCATIONAL OBJECTIVES MAPPED TO ABET OUTCOMES: DATA CLEANSING, EXPLORATORY DATA ANALYSIS AND MODELING 267

A ROBUST OPTIMIZATION MODEL FOR THE SINGLE-DEPOT CAPACITATED LOCATION- ROUTING PROBLEM..... 268

IMAGE DEHAZING USING DARK CHANNEL PRIOR AND FAST GUIDED FILTER IN DAUBECHIES LIFTING WAVELET TRANSFORM DOMAIN 269

SCATTERER DENSITY IN EDGE AND COHERENCE ENHANCING NONLINEAR ANISOTROPIC DIFFUSION FOR MEDICAL ULTRASOUND SPECKLE REDUCTION 270

T-WAVE DETECTION BASED ON AN ADJUSTED WAVELET TRANSFORM MODULUS MAXIMA 271

BRIDGING THE MENTAL GAP BETWEEN CONVOLUTION APPROACH AND COMPARTMENTAL MODELING IN FUNCTIONAL IMAGING: TYPICAL EMBEDDING OF AN OPEN TWO-COMPARTMENT MODEL INTO THE SYSTEMS THEORY APPROACH OF INDICATOR DILUTION THEORY 272

ANALYSIS OF MEDICAL DATA USING DATA MINING AND FORMAL CONCEPT ANALYSIS 273

CASE BASED REASONING TECHNOLOGY FOR MEDICAL DIAGNOSIS..... 274

DETECTION OF DIABETIC SYMPTOMS IN RETINA IMAGES USING ANALOG ALGORITHMS..... 275

ARRIVING AT AN OPTIMUM VALUE OF TOLERANCE FACTOR FOR COMPRESSING MEDICAL IMAGES 276

TOP WOMEN ENTREPRENEURS IN INDIA SHARE THEIR PERSPECTIVES ON CHALLENGES, OPPORTUNITIES, AND PROGRESSION

K.R.Padma

Assistant Professor, Department of Biotechnology, Sri Padmavati Mahila Visvavidyalayam (Women's) University, Tirupati, AP. **Orcid No:0000-0002-6783-3248.**

K.R.Don

Reader, Department of Oral Pathology and Microbiology, Sree Balaji Dental College and Hospital, Bharath Institute of Higher Education and Research (BIHER) Bharath University, Chennai, Tamil Nadu, India **Orcid No: 0000-0003-3110-8076.**

P.Josthna

Professor, Department of Biotechnology, Sri Padmavati Mahila Visvavidyalayam (Women's) University, Tirupati, AP

M. Reshma Anjum

Assistant Professor, Department of Biotechnology, Sri Padmavati Mahila Visvavidyalayam (Women's) University, Tirupati, AP

M. Sankari

Assistant Professor, Department of Biotechnology, Sri Padmavati Mahila Visvavidyalayam (Women's) University, Tirupati, AP

Abstract

The studies on entrepreneurship emphasise the significance of how to advance our country's economy. Since the dawn of the twenty-first century, women entrepreneurs are steadily outpacing men in terms of success. In every industry today, women are more successful business owners than males. India is a developing country where many female entrepreneurs have achieved success. The ability to manage both their home and their work belongs to women; in fact, we should emphasise this. However, it has been found that women are more likely to dominate in all organisations globally and to deal with issues that are both political and cultural in nature. However, they continue to experience gender issues in a number of job-related domains. The rise of female business moguls has sparked a stir in the entrepreneurial world. On the other hand, the advancement of women executives in business and other operational domains has the potential to considerably increase our country's economic growth, further reduce poverty, and strengthen social isolation. Although it is a recognised fact that women outnumber males in India, they nevertheless face restrictions in the world of entrepreneurship. As a result, the focus of our study was on creating tasks that were gender-neutral when running businesses or other kinds of initiatives. Therefore, it is essential to have a policy of reservation for women in all cooperatives in order to promote women's participation and help them become the finest entrepreneurs. Therefore, our articles highlight the benefits of women in business as well as the obstacles they overcame to advance their careers and change the course of future plans.

Key words: Women magnates, Women entrepreneurship, Gender glitches, Indian economic growth, Reservations

İŞ YERİNDE ÇALIŞANLARIN SAĞLIĞININ GELİŞTİRİLMESİNE YÖNELİK İŞ SAĞLIĞI HEMŞİRELİĞİ PROGRAMLARI

Arş. Gör. Edanur ÖZKAYA

Pamukkale Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü, Denizli
edaozkaya19@gmail.com, ORCID: 0000-0001-8318-1123

Prof. Dr. Asiye KARTAL

Pamukkale Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü, Denizli
akartal@pau.edu.tr, ORCID: 0000-0001-7475-0013

ÖZET

Günümüz endüstriyel ilişkilerinde, iş sağlığının önemi artmaktadır. İş gücü piyasasındaki artış, meslek hastalıkları ve iş kazalarında da artış ile sonuçlanmıştır. Fiziksel, kimyasal, biyolojik veya psikolojik tehlikeler ile maruziyet çalışanların sağlığı için risk faktörleridir. Bu tehlikeler, çalışanların kısa veya uzun vadeli sağlıklarında derin etkilere sahiptir. Çalışanların, işle ilgili ve çevresel tehlikelerden korunması, sağlığın geliştirilmesi, hastalık ve yaralanmaların önlenmesi uygulamaları iş sağlığı hemşireliği kapsamında yürütülmektedir. İş sağlığı hemşireleri sağlığın geliştirilmesinde vaka yöneticiliği, kurumsal yöneticilik, eğitim ve danışmanlığa kadar uzanan çeşitli modern hemşirelik rollerini üstlenmektedirler. İş yerinde sağlığı koruma ve geliştirme programları; iş yeri stresi, iş yerinde şiddet, uyuşturucu, alkol kullanımı ve tütünsüz iş yerlerinin teşviki alanlarında önleyici yardım programları aracılığıyla çalışanlar ve ailelerinin sağlığın geliştirilmesine odaklanmaktadır. Dünyada ve ülkemizde iş yerinde sağlığın geliştirilmesine yönelik pek çok uygulama ve program vardır. ILO'nun geliştirdiği “İş yerinde Stres Önleme Kontrol Noktaları” uygulaması, NIOSH'ın “Total Worker Health” girişimi ve Türkiye’de Çalışan Sağlığı Daire Başkanlığı’nın İş Yerinde Sağlığın Geliştirilmesi Birimi; Çalışanlarda Olumlu Sağlık Davranışı Geliştirme Programı, İş Yeri Ziyaretleri ve Danışman Hemşire Eğitim Programı bunlardan bazılarıdır. Yine Türkiye’de ve dünyada iş sağlığı hemşireliğinde sağlığı geliştirme programları kullanarak ve çeşitli müdahaleler ile çalışmalar yapılmıştır. Çalışmaların çıktıları, olumlu sağlık sonuçları ve sağlığı geliştirme davranışlarının kazanımı ile sonuçlanmıştır. İş sağlığı, toplumsal düzeni, ortaya çıkabilecek sosyo-ekonomik, fiziksel ve psikolojik problemlerin önlenmesi ve yaşam kalitesinin artırılması için önem verilmesi gereken bir konudur. İş sağlığı hemşireleri, iş sağlığını etkileyen faktörleri, risk gruplarına göre oluşabilecek sağlık sorunlarını bilmeli, periyodik sağlık muayeneleri yapmalı ve iş sağlığının savunucularından olmalıdır.

Anahtar Kelimeler: İş sağlığı, İş yeri, İş sağlığı hemşireliği, Sağlığın geliştirilmesi

OCCUPATIONAL HEALTH NURSING PROGRAMS TO HEALTH PROMOTION OF EMPLOYEE AT THE WORKPLACE

ABSTRACT

In today's industrial relations, the importance of occupational health is increasing. The increase in the labor market resulted in an increase in occupational diseases and occupational accidents. Exposure to physical, chemical, biological or psychological hazards are risk factors for workers' health. These hazards have profound implications for the short- or long-term health of workers. The practices of protecting employees from work-related and environmental hazards, promoting health, and preventing diseases and injuries are carried out within the scope of occupational health nursing. Occupational health nurses undertake a variety of modern nursing roles ranging from case management, institutional management, training and consultancy in health promotion. Health protection and promotion programs in the workplace; It focuses on improving the health of employees and their families through preventive assistance programs in the areas of workplace stress, workplace violence, drug and alcohol use and promoting tobacco-free workplaces. In the world and in our country, there are many practices and programs aimed at promoting health at work. "Stress Prevention Control Points" application developed by ILO, "Total Worker Health" initiative of NIOSH and Occupational Health Promotion Unit of Occupational Health Department in Turkey; Positive Health Behavior Development Program in Employees, Work Site Visits and Consultant Nurse Training Program are some of them. Again in Turkey and in the world, studies have been carried out using health promotion programs and various interventions in occupational health nursing. The outcomes of the studies resulted in positive health outcomes and the acquisition of health promotion behaviors. Occupational health is an issue that should be given importance in order to prevent social order, socio-economic, physical and psychological problems that may arise, and to increase the quality of life. Occupational health nurses should know the factors affecting occupational health, health problems that may occur according to risk groups, make periodic health examinations and be advocates of occupational health.

Keywords: Occupational health, Workplace, Occupational health nursing, Health promotion

GİRİŞ

Toplumsal düzende önemli bir yeri olan çalışma hayatı ve çalışma ilişkileri, insanların sağlık ve esenlik içinde yaşaması hakkının korunması için düzenlemelerin yapıldığı alanlardandır. Günümüz endüstriyel ilişkilerinde, iş sağlığı ve güvenliğinin önemi artarak devam etmektedir. İş gücü piyasasındaki artış, meslek hastalıkları ve iş kazalarında da artışa neden olmuştur. Mesleki yaralanmalar ve sağlık sorunlarının bireylere, ailelere ve topluluklara büyük sosyal ve ekonomik etkileri vardır. Bununla birlikte iş sağlığı ve güvenliği sadece meslek hastalığına yakalananları ya da iş kazasına uğrayanları değil, ekonomik ve sosyal etkileri sebebiyle pek çok sektörü de ilgilendirmektedir (Erten & Ataş, 2019; Hermanus, 2007).

Çalışanların sağlığı, toplumdaki ekonomik kalkınma ve verimlilik için önemli bir ön şarttır. Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) tarafından yayınlanan tahminlere göre; her yıl 2,78 milyon işçi, işle ilgili hastalıklar veya iş kazalarından ölmektedir. Bu ölümlerin 2,4 milyonu hastalıklardan kaynaklanmaktadır. Aynı zamanda 374 milyon işçi ölümcül olmayan iş kazaları geçirmektedir. Kayıp iş günlerinin küresel olarak dünyanın Gayri Safi Yurtiçi Hasıla'sının neredeyse %4'ünü oluşturduğu tahmin edilmektedir (ILO, 2019). Sürdürülebilir kalkınma bağlamında sağlıklı ve güvenli çalışma koşulları, sürdürülebilirlik için ilk beklentiler arasındadır. İş kazaları ve sağlık tehlikeleri halk sağlığını, güvenliğini ve çevreyi etkileyebilmektedir (Hermanus, 2007). Birçok işçi ve ailesi için meslek veya iş, sağlık hizmetlerine erişmenin tek yoludur. Ancak dünyadaki işçilerin yalnızca %15'i iş sağlığı ve güvenliği hizmetleri kapsamındadır. Tüm bu veriler göstermektedir ki; çalışma ortamında sağlık ve güvenlik, yaşamın tüm süreçlerini etkileyen ve kapsayan bir konudur (Çevirme, 2017; Güngörmüş, 2019; ILO, 2023a). Çalışan sağlığı için günümüzde sağlığı geliştirme programlarının geliştirilmesi ve uygulanması önem arz etmektedir. Bu anlamda iş sağlığı hemşireleri primer sorumludur. Bu derlemenin amacı, iş yerinde çalışanların sağlığına yönelik sağlığı koruma ve geliştirme programlarını incelemektir.

İŞ YERİ ORTAMINDAKİ RİSK FAKTÖRLERİ VE TEMEL SORUNLAR

Herhangi bir çalışanın fiziksel, kimyasal, biyolojik veya psikolojik tehlikeler ile maruziyeti risk faktörlerini içermektedir. Bu tehlikeler, çalışanların kısa veya uzun vadeli sağlıkları üzerinde derin bir etkiye sahiptir. Hemşirelerin çalışma ortamlarındaki tehlikeleri belirlemeleri önemlidir. Böylece hemşire, işçiler üzerindeki potansiyel olarak zararlı etkiyi azaltmak için planlar yapabilmekte ve uygulayabilmektedir (Gillespie et al., 2020; Rogers, 2018). Bu risk faktörleri aşağıda başlıklar halinde sıralanmıştır.

Fiziksel Maruziyetler

İş yerindeki gürültü, aşırı sıcak veya soğuk, titreşim ve radyasyon gibi fiziksel tehlikeler mevcuttur. Bu tehlikeler enerji aktarımı yoluyla vücut dokularında hasara veya yaralanmaya neden olabilmektedir. Gürültü; inşaat, kaynak, ağır makine veya elektrikli aletlerle çalışma

yapılan iş yerlerinde sıklıkla görülen bir maruziyettir. Yıllarca yüksek sese maruz kaldıktan sonra, iç kulaktaki tüylü hücrelerin hasar görmesi ve ses dalgasının işitme sinirine iletilmemesi nedeniyle işitme kaybı meydana gelebilmektedir. Gürültünün şiddeti ve süresi işitme kaybını etkileyen iki önemli faktördür. İş dışı yüksek sese maruz kalma, konserlerde, avcılık veya atış talimleri gibi sporlarda kulaklık gibi bir koruyucu ekipman kullanılmadığında meydana gelebilmekte ve bunların tümü işitme kaybına neden olabilmektedir (Gillespie et al., 2020; Rogers, 2018). OSHA (Occupational Safety and Health Administration), gürültü maruziyetini düzenleyen ve iş yerinde bir işitme koruma programı gerektiren standart geliştirmiştir. Bu standart, çalışma ortamındaki gürültü seviyelerinin izlenmesini, işitme korumasının kullanılmasını, çalışanların kulaklığın doğru kullanımı konusunda eğitim ve öğretimini gerektirmektedir (OSHA, 2023).

Yaz aylarında dökümhanelerde, fırınlı çömlükçilik fabrikalarında, yol yapımında ve balıkçılık/tarım endüstrilerinde aşırı ısı maruziyeti olabilmektedir. Sıcak ortamlarda çalışmanın sağlıkla ilgili sonuçları; ısı stresi, sıcak bitkinliği ve sıcak çarpması meydana geldiğinde zayıflatıcı ve potansiyel olarak yaşamı tehdit edici olabilmektedir. Yaz aylarında açık havada çalışmayı gerektiren endüstriler ayrıca işçileri güneşten gelen iyonlaştırıcı olmayan radyasyona ve artan cilt kanseri riskine maruz bırakmaktadır (Cardarelli, 2018; Gillespie et al., 2020). Kış aylarında soğuğa maruz kalan meslekler arasında inşaat işçileri, polis ve itfaiye sayılabilmektedir. Yıl boyunca dondurucular veya stok dondurulmuş gıdalar ile uğraşan gıda endüstrisi sektörü de risk altındadır. Soğuğa maruz kalma, sempatik sinir sisteminin uyarılmasına ve potansiyel olarak donma ve hipotermiye neden olmaktadır (Gillespie et al., 2020; Krake, 2018).

İşçiler, iki ana mekanizmayı içeren manuel işlerde titreşime maruz kalmaktadırlar. Bu iki mekanizma; ana maruziyetin matkap gibi elektrikli aletlerle ilişkilendirildiği el-kol titreşimi veya buldozer gibi büyük makinelerle vücuda aktarılan tüm vücut titreşimidir. Bu tür titreşim maruziyetleri, çalışanları akut ve kronik kas-iskelet sistemi bozuklukları açısından risk altına sokmaktadır (Gillespie et al., 2020; Johnson & Cherniack, 2018)

Bir diğer fiziksel maruziyet radyasyondur. Normalde sağlık için önemli olan iyonlaştırıcı radyasyon çeşitleri beta parçacıkları, alfa parçacıkları, gama ışınları ve x-ışınlarıdır. İyonlaştırıcı radyasyonun cilt yanıkları, saç dökülmesi, mide bulantısı, doğum kusurları, hastalık ve ölüm gibi önemli sağlık etkileri olabilmektedir. Belirli kanser türleri iyonlaştırıcı radyasyonla ilişkilendirilmiştir. Ancak bir kişinin riski dozdan ve maruz kalınan kişinin yaşından etkilenebilmektedir. Örneğin; hastane röntgen teknisyenleri radyolojik işlemler sırasında iyonlaştırıcı radyasyona maruz kalabilmektedirler. Ancak çoğu hastane, iyonlaştırıcı radyasyona maruz kalmayı önlemek için kapsamlı güvenlik protokolleri kullanmaktadır (Cardarelli, 2018; Gillespie et al., 2020).

Kimyasal Maruziyetler

OSHA'ya göre, her yıl iş yerine yaklaşık 650.000 mevcut kimyasal ürün ve yüzlerce yeni ürün getirilmektedir. Bu kimyasal maruziyetler vücut sistemlerimizde sağlık etkilerine neden olabilmekte ve kanserojen olarak hareket edebilmektedir. Bu bulguların bir sonucu olarak

OSHA hem işverenlerin hem de çalışanların tehlikeler hakkında bilgi sahibi olmalarını ve kendilerini hastalık veya yaralanmalardan korumaları gerektiğini içeren standartlar yayınlamıştır. Bu politika aynı zamanda kimyasal madde üreticilerinin kimyasal tehlikelerle ilgili bilimsel kanıtları gözden geçirmekten ve malzeme güvenlik bilgi formu biçiminde kimyasal madde kullanıcılarına bilgi oluşturmaktan ve iletmekten sorumlu olmasını gerektirmektedir. Bir bilgi formu, tehlikeli kimyasalla birlikte gelmektedir. Bu form malzemenin; fiziksel ve kimyasal özellikleri (örneğin; asit, çözücü), sağlık tehlikeleri, maruz kalma yolları, güvenli kullanımı, acil durum ve ilk yardım prosedürleri ve kontrol önlemleri hakkında bilgi sağlamalıdır (Gillespie et al., 2020; OSHA, 2023).

Ağır Metaller

Kurşun, cıva, kadmiyum, berilyum, nikel ve alüminyum, bir mesleki ortamda bulunabilecek ağır metallerdir. İşyerindeki kimyasal tehlikelere bir örnek, kömürde, mineral kayalarda, volkanik tozda ve toprakta doğal olarak bulunan bir metal olan berilyumdur. Berilyum bileşikleri, nükleer silahlarda ve reaktörlerde, uçaklarda, uydularda ve röntgen makinelerinde kullanılmak üzere çıkarılmakta ve saflaştırılmaktadır. Berilyuma maruz kalan işçiler, maruz kaldıktan yıllar sonra kronik berilyum hastalığı olarak bilinen inflamatuvar bir solunum sistemi hastalığına yakalanmaktadır. Bu işçiler için düzenli akciğer kanseri taraması da önerilmektedir çünkü berilyum insanlar için kanserojendir (Gillespie et al., 2020; Gochfeld & Laumbach, 2018).

Tarım İlacı

Göçmen/mevsimlik tarım işçileri, pestisitlerin uygulanmış olduğu alanlara girdiklerinde, bunları karıştırdıklarında veya uyguladıklarında pestisitlere maruz kalmaktadırlar. Bir pestisit türü olan organofosfatlar, güçlü kolinesteraz inhibitörleridir. Kolinesteraz, insanlarda, diğer omurgalılarda ve böceklerde sinir sisteminin düzgün çalışması için önemli olan bir enzimdir. Bu enzimin inhibisyonu, sinir ve iskelet düz kas sistemlerinde asetilkolinin birikmesine neden olabilmekte ve bu da solunum sistemi, kardiyovasküler sistem, merkezi sinir sistemi, gözler, cilt ve beyne etkileyen belirti ve semptomlara yol açabilmektedir (Gillespie et al., 2020; Mostafalou & Abdollahi, 2018).

Organik Çözücüler

Organik çözücüler (benzen, toluen, karbon disülfid, karbon tetraklorür, trikloretilen vb.), çeşitli endüstrilerde bulunan uçucu hidrokarbonlardır. Bu kimyasallar yağ giderme ve kuru temizleme işlemlerinde ve boya, boya sökücü, cila, kauçuk ürünleri, plastik ve tekstil imalatında kullanılmaktadır. Bu ajanların sağlığa etkileri, merkezi ve periferik sinir sistemi hasarını, böbrek ve karaciğer hasarını, üreme etkilerinin yanı sıra cilt lezyonlarını ve kanseri içermektedir. Örneğin; bilinen bir kanserojen, kömür ve petrolden elde edilen ve benzinde bulunan bir ürün olan benzendir. Kronik benzen maruziyeti kemik iliğini, kan üretimini

etkilemekte ve lösemiye yol açabilmektedir. Kısa süreli maruziyetler uyuşukluğa, bilinç kaybına, baş dönmesine ve ölüme neden olabilmektedir (Gillespie et al., 2020; OSHA, 2023).

Biyolojik Maruziyetler

Biyolojik ajanlar arasında hava, gıda, su, toprak veya doğrudan temas yoluyla bulaşabilen bakteriler, virüsler ve diğer mikroorganizmalar bulunmaktadır. Hastaneler, klinikler ve toplum sağlığı ortamlarındaki sağlık hizmeti sağlayıcıları (örneğin; HIV, hepatit B ve C) kan yoluyla bulaşan patojenlere maruz kalabilmektedir. OSHA'nın ilk olarak 1990'ların başında uygulamaya konulan Kanla Bulaşan Patojen Standardı, iğnesiz cihazlar, kesici alet kapları, tekrar kapatılmayan iğneler ve vücut sıvılarının uygun şekilde atılması gibi maddeleri içermektedir. OSHA ayrıca tüberküloza maruz kalan çalışanların korunmasına yönelik yönergeler de sağlamaktadır. Çalışanların, bir çalışanın tüberküloza karşı koruma olarak ne zaman solunum cihazı kullanması gerektiğini, solunum cihazlarının uygun seçimini ve uyumunu, solunum cihazı kullanan çalışanların uygunluk testlerini ve tıbbi değerlendirmelerini ve solunum cihazı kullanımı için eğitimi özetleyen bir solunum koruma programı olmalıdır (Gillespie et al., 2020; OSHA, 2023).

Psikolojik Maruziyetler

Küreselleşme, ürünlerin üretimine yönelik hızı ve talebi artırmaktadır. Bilgi teknolojisi alanı, iletişim uygulamalarını değiştirmektedir. İşlerin gelişmekte olan ülkelere taşeronlaştırılması, işten çıkarmalar ve küçülme iş güvenliğini değiştirmektedir. Bu değişen eğilimler, çalışanların fiziksel ve psikolojik refahını etkilemektedir ve sonuçlar arasında hipertansiyon, kardiyovasküler hastalık, gastrointestinal hastalık, madde kullanım bozukluğu, uyku güçlüğü, iş yerinde şiddet, düşmanlık, depresyon, düşük üretkenlik ve devamsızlık yer alabilmektedir (Gillespie et al., 2020; Rogers, 2018).

İş stresi

İş stresi bir işin gereklilikleri, işi yapan kişinin yetenekleri, ihtiyaçları veya kaynakları ile eşleşmediğinde gelişen zararlı, duygusal ve fiziksel tepkidir. Çalışanların işteki veya aile içindeki stresli koşullarla başa çıkmalarına yardımcı olmak için iş yerleri psikolog, sosyal çalışmacı, danışman veya psikiyatri-ruh sağlığı klinik uzmanı hemşire çalıştırabilmekte veya bir çalışan yardım programı ile sözleşme yapabilmektedir. Bu programların yararı, çalışanların işle ilgili, mali veya sosyal konuları gizli bir ortamda tartışmasına izin vermesidir. Programlar ayrıca çalışanları ruh sağlığı alanında uzman bir profesyonel (örneğin; psikiyatrist, psikiyatri hemşiresi) tarafından daha fazla değerlendirme ve tedavi için yönlendirebilmektedir. Sağlığı geliştirme programları, çalışanların psikososyal stresini azaltmak için düzenli fiziksel egzersiz, gevşeme veya meditasyonu teşvik ederek, çalışanın stresli durumlarla başa çıkmasına yardımcı olabilmektedir (Gillespie et al., 2020; Rogers, 2018).

İŞ YERİNDE SAĞLIĞIN KORUNMASI VE GELİŞTİRİLMESİNDE HEMŞİRENİN ROLLERİ

İş ve çevre sağlığı hemşireliği, Amerikan İş Sağlığı Hemşireliği Derneği (AAOHN) tarafından “işçilere, işçi popülasyonlarına, toplum gruplarına sağlık ve güvenlik programları ve hizmetleri sağlayan ve sunan uzmanlık uygulaması” olarak tanımlanmaktadır. Uygulama; sağlığın korunması ve geliştirilmesine, hastalık ve yaralanmaların önlenmesine, işle ilgili ve çevresel tehlikelerden korunmaya odaklanmaktadır. İş sağlığı hemşirelerinin modern rolleri, klinisyenlerden eğitimcilere, vaka yöneticilerinden kurumsal yöneticilere ve danışmanlara kadar uzan çok çeşitli rollerdir (AAOHN, 2023; Gillespie et al., 2020).

İş sağlığı hemşiresinin meslek hastalıklarını değerlendirme, izleme ve sürveyans sağlama konusunda önemli sorumlulukları vardır. İşçiler arasındaki ölümler nakliye kazalarından, nesnelere ve ekipmanla temastan, saldırlardan ve şiddet içeren eylemlerden, düşmelerden ve zararlı maddelere veya ortamlara maruz kalmaktan kaynaklanmaktadır (Gillespie et al., 2020). İş sağlığı hemşireleri bu tehlikeleri tanımalıdır. İş yeri maruziyetlerinin etkileri üzerine araştırmalar yaparak bu tehlikeleri izlemek, değerlendirmek ve analiz etmek önemli rollerindedir. Sürekli bir süreç olarak önleyici ve kontrol önlemlerini seçmek ve uygulamak için veri toplamalı ve kullanılmalıdır (AAOHN, 2023). Ayrıca iş sağlığı hemşireleri, olumlu yaşam tarzı değişikliklerini, hastalık ve yaralanma risklerini azaltmaya yönelik bireysel çabaları, iş, aile, kişisel, sağlık ve psikososyal kaygılar arasında bir denge duygusu sağlayan bir ortam yaratılmasını destekleyen programlar tasarlamalıdır. Bağışıklama, sigarayı bırakma, egzersiz/fitness, beslenme ve kilo kontrolü, stres yönetimi, kronik hastalıkların izlenmesi ve tıbbi hizmetlerin etkin kullanımı, çalışanları sağlıklı ve üretken tutmaya yönelik önleyici stratejilerden sadece birkaçıdır (AAOHN, 2023; Gillespie et al., 2020).

İş sağlığı hemşirelerinin bir diğer rolü vaka yönetimidir. Vaka yönetimi, sağlık hizmetlerini maliyet etkin bir şekilde yönetmeye yönelik bir yaklaşımdır. Bir çalışan yaralandıktan sonra, akut veya kronik bir hastalıktan kurtulduktan sonra, bazı hemşireler çalışanın engelliliğini ve rehabilitasyon ihtiyaçlarını değerlendirmede bir vaka yönetimi rolü üstlenecektir. Kişi, işe geri dönecek veya bir vaka yöneticisi ile koordinasyon sağlayacaktır. Vaka yöneticisi, hastaneden eve geçişte yardımcı olmak ve çalışanın başarılı bir şekilde işe dönüşünün koordinasyonunu sağlamak için aile üyeleri ve (varsa) rehabilitasyon uzmanlarıyla birlikte çalışmaktadır. Ek vaka yönetimi hizmetleri arasında ulaşımın ayarlanması, sağlık eğitimi sağlanması, dayanıklı tıbbi ekipman sipariş edilmesi ve bakım için sevk ve tavsiyelerde bulunulması yer almaktadır (Gillespie et al., 2020; Rogers, 2018).

İş sağlığı hemşireleri, çalışanlara işle ilgili hastalıklar ve yaralanmalar hakkında danışmanlık yapmanın yanı sıra, genellikle madde bağımlılığı, psikososyal ihtiyaçlar, sağlığın teşviki ve geliştirilmesi endişeleri ve diğer sağlık veya işle ilgili endişeler için danışmanlık yapmaktadır. Ayrıca, çalışan yardım programlarını yönetmek veya çalışan yardım programlarına ve/veya diğer topluluk kaynaklarına yönlendirmeleri ele almak ve takibi koordine etmek için birincil sorumluluk almaktadır (AAOHN, 2023). Örneğin; işçi tazminatı, işte yaralanan işçilere gelir yardımı, tıbbi ödemeler ve rehabilitasyon ödemelerinin yanı sıra ölümcül şekilde yaralanan işçilerin hayatta kalan ailelerine fayda sağlamak amacıyla

verilmektedir. Her devletin işçi tazminat yasası, yaralanan veya ölen işçiler için tazminat miktarını ve süresini kendi toplumuna göre düzenlemektedir (Gillespie et al., 2020; Rogers, 2018). İş sağlığı hemşireleri, işçileri ve iş yerini etkileyen yönetmelikler ve yasalara uyum konusunda da işverenlerle birlikte çalışmaktadır (AAOHN, 2023). İş sağlığı hemşirelerinin sahip olduğu bu roller önleme düzeylerine göre sınıflandırılabilir.

Önleme Düzeyleri ve İş Sağlığı Hemşireliği

İş sağlığı hemşireleri tipik olarak sağlık hizmeti sağlayıcısı rollerinde özerk bir şekilde çalıştıkları için birincil, ikincil ve üçüncül koruma stratejilerindeki faaliyetlerinin, hastalık, yaralanma ve kronik hastalıkların önlenmesi ve tedavisinde daha da önemli bir rol üstlenmesi beklenmektedir (Gillespie et al., 2020; Rogers, 2018).

Birincil Koruma

Birincil koruma alanında, iş sağlığı hemşiresi hem sağlığın teşviki ve geliştirilmesi hem de hastalıkların önlenmesi ile ilgilenmektedir. İş sağlığı hemşiresi, bireylerin risk azaltma davranışını değerlendirmek için önemli bir strateji olarak birebir etkileşim ile çeşitli birincil koruma yöntemleri kullanmaktadır. İş sağlığı hemşiresi birçok nedenden dolayı (örneğin; epizodik hastalık veya yaralanmanın değerlendirilmesi ve tedavisi, sağlık gözetimi) çok sayıda çalışanla günlük temas halindedir. Bu temas, sağlığı geliştirmenin önemli bir yöntemidir. İş sağlığı hemşireleri, toplu odaklı müdahale stratejilerini planlamakta, geliştirmekte, uygulamakta ve değerlendirmektedir. İş sağlığı hemşiresi kilo ve kolesterol azaltma, AIDS farkındalığı, ergonomi eğitimi, sigarayı bırakma gibi programları planlamakta ve uygulamaktadır. İşyerinde düzenli olarak “gözden geçirme” yapmak, potansiyel ve mevcut tehlikeleri tanımak ve güvenlik ve endüstriyel hijyen kaynakları ile hastalık ve yaralanmaların meydana gelmesini önlemek için iletişimi sürdürmek, iş sağlığı hemşiresi için kritik bir görevdir (Gillespie et al., 2020; Levy et al., 2017; Rogers, 2018).

İşyerinde belirlenen belirli tehlikeleri önlemeye yönelik; iş sağlığı programları, acil durum müdahalesi, ilk yardım ve kardiyopulmoner resüsitasyon eğitimi, bilme hakkı eğitimi, uluslararası iş seyahatinde olanlar için aşılama programları, uygun kaldırma teknikleri bilgisi yoluyla sırt yaralanmasının önlenmesi, ergonomi gibi konuları belirlenebilmektedir. Ayrıca, anne-çocuk sağlığı, üreme sağlığı, meme kanseri eğitimi ve erken teşhis, stres yönetimi ve iş- ev dengesi konuları gibi kadın sağlığı ve güvenliği konuları, daha fazla kadının işgücüne katılması nedeniyle çok önemlidir. İş sağlığı hemşiresi, kültürel ve dilsel olarak uygun programlar geliştirmede zorluklarla karşılaşabilmektedir. İş sağlığı hemşiresi, iş ortamında risk faktörlerine mevcut veya potansiyel maruz kalmayı azaltacak veya ortadan kaldıracak değişiklikler için işverenle müzakere etmek ve iş yerinde sunulabilecek okuryazarlık çabalarına yardımcı olmak için savunuculuk rolünde olabilmektedir (Gillespie et al., 2020; Rogers, 2018).

İkincil Koruma

İkincil önleme stratejileri, erken teşhis, erken tedavi müdahaleleri ve sakatlığı sınırlama girişimlerini amaçlamaktadır. Bu önleme düzeyinde odak, sağlık ihtiyaçlarının, sağlık

sorunlarının ve risk altındaki çalışanların belirlenmesidir. Birincil korumada olduğu gibi, iş sağlığı hemşiresi bir dizi farklı ikincil koruma stratejisi kullanmaktadır. Epizodik hastalık ve yaralanma için doğrudan bakım sağlayarak, iş sağlığı hemşiresine çeşitli fiziksel ve psikolojik durumlar için değerlendirme yapma, tedavi ve sevk sağlama fırsatı verilmektedir. İş sağlığı hemşiresi, hastalığın erken teşhisi için tasarlanmış sağlık taramalarını iş yerinde nispeten kolay ve minimum maliyetle sunabilmektedir. Taramalar görme, kanser, kolesterol, hipertansiyon, diyabet, tüberküloz ve akciğer fonksiyonuna odaklanabilmektedir (Gillespie et al., 2020; Rogers, 2018).

İş sağlığı hemşiresi tarafından sağlanan ikincil önleme çabaları, bir işçinin kendisi için güvenli bir işe yerleştirildiğinden veya çalışmaya devam ettiğinden emin olmak için işe giriş, periyodik ve iş değişimi değerlendirmelerini içermektedir. İşe giriş değerlendirmesi, işçi yeni bir şirkette çalışmaya başlamadan veya farklı bir işe yerleştirilmeden önce yapılmaktadır. Değerlendirme, sağlık geçmişi, iş sağlığı geçmişi ve çalışanın yapacağı iş türünü hedeflemesi gereken fiziksel bir değerlendirmeden oluşan bir temel incelemedir. Örneğin, çalışan bir depoda malzeme kaldırırsa, herhangi bir kas-iskelet problemi öyküsüne özel dikkat gösterilmelidir. Tüm kas grupları için kuvvet testi ve hareket açıklığı yapılmalıdır (Rogers, 2018).

Periyodik değerlendirmeler genellikle düzenli aralıklarla (yıllık, iki yılda bir vb.) yapılmaktadır ve kurşun, asbest, gürültü ve çeşitli kimyasallar gibi maddelere veya tahriş edici maddelere maruz kalan kişiler için özel protokollere dayanmaktadır. Başka işlere geçiş yapan kişilerin muayeneleri, çalışanın belirli bir alanda veya belirli bir süreçte çalışırken sağlıkta meydana gelebilecek değişiklikleri belgelemesi açısından kritik öneme sahiptir. Bu tür incelemeler genellikle OSHA düzenlemelerine veya NIOSH tavsiyelerine uymak için yapılmaktadır (Rogers, 2018).

Üçüncül Koruma

Üçüncül düzeyde iş sağlığı hemşiresi, çalışanın rehabilitasyonunda ve optimal işlevsellik düzeyine geri döndürülmesinde kilit bir rol oynamaktadır. Stratejiler arasında vaka yönetimi, iş yerine uyumu sağlama, kronik hastalık ve engellilikten etkilenmeye devam edecek işçiler için danışmanlık ve destek yer almaktadır. Rehabilitasyon karmaşık bir süreçtir. Rehabilitasyonda amaç çalışmanı mümkün olan en kısa sürede kazançlı bir işe geri döndürmek aynı zamanda çalışanın yeniden zarar görmemesine özen göstermektir. İş yeri bilgisi, uygun düzenlemeler için işverenle iletişim kurma becerisi, erken müdahale ve kapsamlı vaka yönetimi becerileri, engelli çalışanın başarılı bir şekilde işe dönüşü için gereklidir. Bir kişiyi işe geri döndürme süreci, yaralanma veya hastalığın başlamasıyla başlamaktadır (Gillespie et al., 2020; Rogers, 2018).

Mesleki veya mesleki olmayan bir durum söz konusu olsun, iş sağlığı hemşiresi vaka yönetiminin merkezidir. Hemşire, hasta veya yaralı işçinin ilerlemesini izlemek ve işe dönüş sürecindeki potansiyel engelleri belirlemek ve ortadan kaldırmak için birinci basamak sağlık hizmeti sağlayıcıları ile yakın iş birliği içinde çalışmaktadır. İş sağlığı hemşiresi, kronik hastalığın olumsuz sağlık etkilerini yaşamaya devam eden, işe dönen çalışanların sağlığını izleyebilmekte ve destekleyebilmektedir. Örneğin; miyokard enfarktüsü geçirdikten sonra işe

dönen bir çalışanın, rutin olarak kan basıncı takibi yapılabilmektedir. Normal iş yaşamına uyum konusunda danışmanlık ve davranış değişikliği (örneğin; sigarayı bırakma) konusunda destek de sağlanabilmektedir. Ek olarak, işgücünün yaşlanması ve yaşlı çalışanların kronik hastalığa daha yatkın olması nedeniyle, iş sağlığı hemşiresi tedavi protokollerini uygulayabilmekte, izleyebilmekte ve çalışanların hastalıklarını yönetirken optimum konfor seviyesinde yaşamalarına ve çalışmalarına yardımcı olabilmektedir. Yaşlı ebeveynlerin veya önemli kişilerin bakımına yönelik sorumluluklar, yaşlı çalışanlar için iş ve ev dengesini etkileyecektir. İş sağlığı hemşiresinin danışman, çalışanlar için sevk kaynağı ve danışman olarak rolü gelecekteki yararlı değişiklikleri ortaya çıkarabilmektir (Levy et al., 2017; Rogers, 2018).

İŞ SAĞLIĞINA YÖNELİK SAĞLIĞI GELİŞTİRME PROGRAMLARI VE ETKİLERİ

İş yerinde sağlığı koruma ve geliştirilme; işverenlerin, işçilerin ve kurumların, iş yerinde kadın ve erkeklerin sağlığını ve esenliğini iyileştirmeye yönelik ortak çabalarının bir parçası olarak iş sağlığı ve güvenliği önlemlerini tamamlamaktadır. İş yerinde sağlığı koruma ve geliştirme programları; iş yeri stresi, iş yerinde şiddet, uyuşturucu, alkol kullanımı ve tütünden arındırılmış iş yerlerinin teşviki alanlarında önleyici yardım programları aracılığıyla tüm çalışanlar ve aileleri arasında sağlığın geliştirilmesine odaklanmaktadır (ILO, 2023a). Dünyada ve ülkemizde iş yerinde sağlığın geliştirilmesine yönelik pek çok uygulama ve program vardır. Bunlardan bazıları aşağıda sıralanmıştır.

ILO tarafından “İşyerinde Stres Önleme Kontrol Noktaları” uygulaması geliştirilmiştir. Bu mobil uygulama, iş yerinde kullanmak üzere etkileşimli stres kontrol noktaları, kontrol listeleri oluşturmanıza olanak tanımaktadır. Toplam 50 kontrol noktası var. Uygulama aynı zamanda iş yerinde stresi önlemede harekete geçmek ve etkili iyileştirmeler uygulamak için en iyi uygulama önerilerini içermektedir (ILO, 2023b).

Ulusal Mesleki Güvenlik ve Sağlık Enstitüsü (NIOSH), “Total Worker Health” adlı bir girişim başlatmıştır. Toplam İşçi Sağlığı, işle ilgili güvenlik ve sağlık tehlikelerinden korunmayı, çalışanların refahını artırmak için yaralanma ve hastalıkları önleme çabalarıyla bütünleştiren politikalar, programlar ve uygulamalar olarak tanımlanmaktadır. Bu girişim, sağlığın korunması ve geliştirilmesini entegre etmek için tasarlanmıştır. İş sağlığı hemşirelerinin bu girişime dahil olması önemlidir. NIOSH, çalışanların güvenliğini, sağlığını ve esenliğini etkileyen çok çeşitli faktörleri ele almak için Toplam İşçi Sağlığı programını geliştirmeye devam etmektedir (NIOSH, 2020).

Türkiye’de Çalışan Sağlığı Daire Başkanlığı’nın İş Yerinde Sağlığın Geliştirilmesi Birimi yer almaktadır. Birim kapsamında; Çalışanlarda Olumlu Sağlık Davranışı Geliştirme Programı, İşyeri Ziyaretleri ve Danışman Hemşire Eğitim Programı yer almaktadır. Çalışanları meslek hastalıklarından korunmak ve farkındalık düzeylerini arttırmak, sağlığı geliştirmeye yönelik konularda (sağlıklı beslenme, fiziksel aktivite vb.) çalışmalar yapmak, iş yerlerini denetlemek ve sorunları tespit etmek bu birimin görev tanımları arasındadır (T.C. Sağlık Bakanlığı Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü Çalışan Sağlığı Daire Başkanlığı, 2017c).

Çalışanlarda Olumlu Sağlık Davranışı Geliştirme Programı İstanbul Üniversitesi, Hacettepe Üniversitesi ve Çalışan Sağlığı Dairesi Başkanlığı iş birliği ile yürütülmüştür. Bu konuda uzman hemşireler tarafından uygulanan sağlığı geliştirme programları ile çalışanlara eğitim verilmiştir. Bu eğitim programı süresince katılımcılar gruplar halinde danışmanlık modülü üzerinde rol-play çalışması yaparak danışmanlık becerilerini pekiştirmişlerdir. Program 2017-2018 yılları arasında kapsamıştır (T.C. Sağlık Bakanlığı Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü Çalışan Sağlığı Daire Başkanlığı, 2017a).

“Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü'nün Çalışan Sağlığı Uzmanlık ve Bilimsel Kapasitesinin Güçlendirilmesi Projesi (ESPrIT)” Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü koordinatörlüğünde yürütülmüştür. Proje ortakları Hollanda'dan VUmc Üniversitesi ve TNO ile Belçika'dan Gent Üniversitesidir. Proje Avrupa Birliği Horizon 2020 Programı kapsamında, Twinning projesi olarak gerçekleştirilmiştir. ESPrIT projesinin amacı; Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü'nün çalışan sağlığı alanındaki bilimsel kapasitesini güçlendirmek ve proje sonuçlarını Türkiye'deki tüm ilgili profesyonellerle, uluslararası bilimsel ağlarla ve alandaki paydaşlarla paylaşmaktır. Proje kapsamında çeşitli eğitimler yapılmış, değişim ziyaretleri gerçekleştirilmiş, makale ve poster çalışmaları yapılmış, bilimsel kongre ve konferanslara katılım sağlanmıştır. Proje 01 Ocak 2016 tarihinde başlamış ve 31 Aralık 2018 tarihinde tamamlanmıştır (T.C. Sağlık Bakanlığı Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü Çalışan Sağlığı Daire Başkanlığı, 2017b).

Türkiye'de iş sağlığı hemşireliğinde farklı sağlığı geliştirme programları kullanarak çeşitli müdahaleler ile çalışmalar yapılmıştır. Kadın çalışanlar ile yapılan yarı deneysel bir çalışmada iş yerinde ruh sağlığını geliştirmeye yönelik hazırlanan bir programın; iş stresinde azalma, daha az fiziksel ve zihinsel stres reaksiyonları, daha düşük S-kortizol seviyeleri, daha yüksek S-IgA seviyeleri, daha az işe devamsızlık, daha fazla sosyal destek, daha iyi iş performansı ve daha iyi başa çıkma stratejileri geliştirmede etkili olduğu görülmüştür (Köseoğlu-Örnek ve Esin, 2020). Başka bir çalışmada, 45 yaş ve üzeri hemşirelerde modele dayalı bir öz-yönetim programının çalışma yeteneğini geliştirdiği ve yaşam kalitesini artırdığı belirlenmiştir. Ayrıca programın uygulandığı müdahale grubunda bel-kalça oranında azalma, enerji tüketiminde artma gibi önemli metabolik değişiklikler de gelişmiştir (Daş-Geçim ve Esin, 2021).

Dünyada yapılan çalışmalara incelediğimizde iş yerine mamografi cihazı getirilerek kadınların taramaya teşvik edildiği bir çalışmada kadınların bir önceki yıl göre taama oranlarının arttığı gözlemlenmiştir. Yapılan bu müdahale taramalara yönelik zaman ve erişilemezlik engellerini ortadan kaldırarak önemli yarar sağlamıştır (Shima ve ark., 2023). İşyerinde alkol kullanım bozukluğu olan çalışanlar ile yapılan bir çalışmada, hazırlanan web tabanlı programın alkol kullanımını azalttığı tespit edilmiştir (Sunami ve ark., 2022). İş-aile yaşamına yönelik hazırlanan bir çalışmada ise iş-aile yaşamı destek programının çalışan ve çocuğu olan çiftlerde, iş-aile dengesi öz etkililiğini arttırdığı ve psikolojik sıkıntıyı azalttığı gözlemlenmiştir (Shimazu ve ark., 2023). Diğer bir çalışmada; egzersiz, beslenme ve psikososyal desteğe yönelik birçok bileşenden oluşan bir program hazırlanmış ve 60 yaş üzeri yaşlı çalışanlara uygulanmıştır. Çalışma sonunda yapılan müdahalenin, fonksiyonel gücü arttırdığı ve işe bağlı düşmeleri azalttığı görülmüştür (Osuka ve ark., 2022).

SONUÇ

İş sağlığı, toplumsal düzenin sağlanması, ortaya çıkabilecek sosyoekonomik, fiziksel ve psikolojik problemlerin önlenmesi, kontrol edilmesi ve yaşam kalitesinin artırılması için önem verilmesi gereken bir konudur. İş sağlığı ve güvenliği her zaman ekonomik kazançların, iş verimliliğinin üstünde olmalıdır. Şüphesiz ki insana yakışır iş güvenli iştir. İş sağlığı hemşireleri, iş sağlığını etkileyen faktörleri, risk gruplarına göre oluşabilecek sağlık sorunlarını bilmeli, periyodik sağlık muayeneleri yapmalı ve iş sağlığının savunucularından olmalıdır. Literatürde iş sağlığını geliştirmeye yönelik pek çok program geliştirildiği ve uygulandığı görülmektedir. Çalışmalardan elde edilen çıktılar olumlu sağlık sonuçları ve sağlığı geliştirme davranışlarının kazanımı ile sonuçlanmıştır. Pek çok alanda olduğu gibi iş sağlığı hemşireliğinde de sağlığı geliştirme öncelikli hedefler arasında yer almalıdır.

KAYNAKÇA

- Aktas, E., Esin, M. N., & Monsen, K. A. (2022). Describing Occupational Health Nursing Interventions and Outcomes in Hair Stylist Apprentices With Hand Eczema Using the Omaha System as a Framework. *Journal of the Dermatology Nurses' Association*, 14(2), 67-75.
- American Association of Occupational Health Nursing (AAOHN). (2023). What Is Occupational & Environmental Health Nursing? Retrieved 24 July from <https://www.aohn.org/About/What-is-Occupational-and-Environmental-Health-Nursing>
- Cardarelli, J. (2018). Ionizing and non-ionizing radiation. In D. H. W. B.S. Levy, S.L. Baron & R.K. Sokas (Ed.), *Occupational and environmental health* (7 ed., pp. 289-308).
- Çevirme, A. (2017). Sağlık Profesyonelleri ve Tüm Paydaşlar için İş Sağlığı ve Güvenliği (1 ed.). Vize Yayıncılık.
- Das-Gecim, G. Y., & Esin, M. N. (2021). A self-management programme for work ability and quality of life in nurses aged 45 years and over: A randomized controlled trial. *International Journal of Nursing Practice*, 27(6), e12963.
- Erten, Ş., & Ataş, İ. (2019). Çalışma Hayatında Engelli Bireyler: Türkiye’de Engelli İstihdamı ve Engellilerin İş Sağlığı ve Güvenliği. In L. Albayrak, Ö. Açıkgöz, & E. Gökçen (Eds.), *Sağlık Bilimleri Alanında Yeni Ufuklar* (1 ed., pp. 393-414). Gece Akademi.
- Gillespie, G., Betcher, C., & Fitzgerald, S. (2020). Health Planning for Occupational and Environmental Health. In C. Savage (Ed.), *Public/Community Health and Nursing Practice Caring For Populations* (2 ed., pp. 509-536). F. A. Davis Company.
- Gochfeld, M., & Laumbach, R. (2018). Chemical hazards. In D. H. W. B.S. Levy, S.L. Baron, & R.K. Sokas (Ed.), *Occupational and environmental health* (7 ed., pp. 207-242).
- Güngörmüş, Z. (2019). İş-Çalışan Sağlığı ve Çalışma Güvenliği. In B. Erci (Ed.), *Halk Sağlığı Hemşireliği* (2 ed., pp. 242-262). Güler Matbaacılık.

- Hermanus, M. (2007). Occupational health and safety in mining-status, new developments, and concerns. *Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy*, 107(8), 531-538.
- International Labour Organization (ILO). (2019). Safety and Health at the heart of the Future of Work: Building on 100 years of experience. Retrieved 24 July from https://www.ilo.org/safework/events/safeday/WCMS_686645/lang--en/index.htm
- International Labour Organization (ILO). (2023b). Stress Prevention at Work Checkpoints app. Retrieved 4 April from https://www.ilo.org/global/topics/safety-and-health-at-work/resources-library/publications/WCMS_438081/lang--en/index.htm
- International Labour Organization ILO). (2023a). Safety and health at work Retrieved 4 April from <https://www.ilo.org/global/topics/safety-and-health-at-work/lang--en/index.htm>
- Johnson, P., & Cherniack, M. (2018). Vibration. In D. H. W. B.S. Levy, S.L. Baron, & R.K. Sokas (Ed.), *Occupational and environmental health* (7 ed., pp. 259-270).
- Krake, A. (2018). Extremes of temperature. In B.S. Levy & S. L. B. D.H. Wegman, & R.K. Sokas (Eds.), *Occupational and environmental health* (7 ed., pp. 271-288). Oxford University Press.
- Levy, B., Wegman, D., Baron, S., & Sokas, R. (2017). *Occupational and environmental health. Occupational and environmental health.*(Ed. 7).
- Mostafalou, S., & Abdollahi, M. (2018). The link of organophosphorus pesticides with neurodegenerative and neurodevelopmental diseases based on evidence and mechanisms. *Toxicology*, 409, 44-52.
- National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). (2020). What Is Total Worker Health. Retrieved 9 April from <https://www.cdc.gov/niosh/twh/totalhealth.html>
- Occupational Safety and Health Administration (OSHA). (2023). Occupational Noise Exposure. Retrieved 8 April from <https://www.osha.gov/noise>
- Ornek OK, Esin MN. Effects of a work-related stress model based mental health promotion program on job stress, stress reactions and coping profiles of women workers: a control groups study. *BMC Public Health*. 2020 Nov 4;20(1):1658.
- Osuka Y, Nofuji Y, Seino S, Maruo K, Oka H, Shinkai S, Fujiwara Y, Sasai H. (2022). The effect of a multicomponent intervention on occupational fall-related factors in older workers: A pilot randomized controlled trial. *J Occup Health*, 64(1):e12374.
- Rogers, B. (2018). The Nurse in Occupational Health. In M. Stanhope & J. Lancaster (Eds.), *Foundations for Population Health in Community/Public Health Nursing* (5 ed., pp. 560-578). Elsevier.
- Shima A, Tanaka H, Okamura T, Nishikawa T, Morino A, Godai K, Tatsumi Y, Kawahara M, Kiyohara M, Kawatsu Y, Kimura T, Miyamatsu N. Offering on-site mammography in workplaces improved screening rates: Cluster randomized controlled trial. *J Occup Health*. 2023 Jan;65(1):e12389.
- Shimazu, A., Fujiwara, T., Iwata, N., Kato, Y., Kawakami, N., Maegawa, N., ... & Tokita, M. (2023). Effects of work-family life support program on the work-family interface and mental health among Japanese dual-earner couples with a preschool child: A randomized controlled trial. *Journal of occupational health*, 65(1), e12397.

- Sunami T, So R, Ishii H, Sadashima E, Ueno T, Yuzuriha T, Monji A. A randomized controlled trial of the web-based drinking diary program for problem drinking in multi workplace settings. *J Occup Health*. 2022 Jan;64(1):e12312.
- T.C. Sağlık Bakanlığı Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü Çalışan Sağlığı Daire Başkanlığı. (2017a). Çalışanlarda Olumlu Sağlık Davranışı Geliştirme Programı. Retrieved 8 April from <https://hsgm.saglik.gov.tr/tr/calisansagligi-calisan/%C3%A7ali%C5%9Fanlarda-olumlu-sa%C4%9Flik-davrani%C5%9Fi-geli%C5%9Firme-programi.html>
- T.C. Sağlık Bakanlığı Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü Çalışan Sağlığı Daire Başkanlığı. (2017b). ESPrIT Eğitimleri. Retrieved 8 April from <https://hsgm.saglik.gov.tr/tr/calisan-sagligi-proje-ar-ge/liste/esprit-trainings.html>
- T.C. Sağlık Bakanlığı Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü Çalışan Sağlığı Daire Başkanlığı. (2017c). İş Yerinde Sağlığın Geliştirilmesi Birimi. Retrieved 8 April from <https://hsgm.saglik.gov.tr/tr/calisansagligi-birimler/calisansagligi-isb.html>

İNSAN PAPİLLOMA VİRÜSÜ (HPV) VE AŞILANMANIN ÖNEMİ

Arş. Gör. Edanur ÖZKAYA

Pamukkale Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü, Denizli
ORCID: 0000-0001-8318-1123

Doç. Dr. İlgün ÖZEN ÇINAR

Pamukkale Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü, Denizli
ORCID: 0000-0001-5774-5108

ÖZET

HPV, üreme sisteminin en yaygın viral enfeksiyonudur. HPV enfeksiyonlarının çoğu semptom göstermeden kendiliğinden düzelmesine rağmen bazen kalıcı enfeksiyonlarla, hatta kanser ile sonuçlanabilmektedir. HPV hem erkeklerde hem kadınlarda kansere dönüşebilen prekanseröz lezyonlara neden olabilmektedir. Serviks kanseri, erken teşhis edilip etkin bir şekilde yönetildiğinde önlenbilir ve tedavi edilebilir bir hastalıktır. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ), serviks kanserinin bir halk sağlığı sorunu olduğunu bildirmiş ve ortadan kaldırılmasını hızlandırmak için küresel stratejiler benimsemiştir. DSÖ'nün HPV'yi ortadan kaldırmada temel stratejilerinden biri aşılama programıdır. DSÖ'nün 2018'de serviks kanserini ortadan kaldırmak için Harekete Geçirme Çağrısından bu yana, 41 alt-orta gelirli ülke de dahil olmak üzere yaklaşık elli ülke daha ulusal aşılama programlarına HPV aşısını dahil etmiştir. HPV aşısı, yüksek gelirli ülkelerin %83'üne kıyasla düşük gelirli ülkelerin yalnızca %41'inde kullanılmaya başlanmıştır. Türkiye'de ise aşının ulusal aşılama programına girişi henüz tamamlanmamış bir süreçtir. Aşılamanın birincil hedefi, cinsel aktivitenin başlamasından önceki 9-14 yaşlarındaki kız çocuklarıdır. Erkek çocuklar ve daha yaşlı kadınlar gibi ikincil hedeflerin aşılama, erişilebilir ve karşılanabilir olduğunda önerilmektedir. Günümüzde FDA tarafından onaylı üç HPV aşısı bulunmaktadır. Bunlar; Gardasil, Cervarix, Gardasil 9'dur. Yapılan çalışmalar bu aşılamanın güvenilir ve etkili olduğunu göstermiştir. Ayrıca aşının on yılı aşkın sürelerde etkin olduğu ve bağışıklığın azalmadığı da yapılan çalışmalarda kanıtlanmıştır. Aşı ile önenebilir bir hastalık olan HPV'nin ortadan kaldırılması için tüm dünyada aşı programında yer alması, imkanlar sağlandığında uygun yaş grubuna göre kadınların yanı sıra erkeklerinde aşılama son derece önemlidir. Yapılan maliyet etkinlik çalışmaları da aşılamanın tedaviden üstün olduğunu göstermiştir. Toplumun HPV aşısı ile ilgili bilgilendirilmesi ve bilinçlendirilmesi için sağlık profesyonellerine önemli sorumluluklar düşmektedir. Konu ile ilgili toplum temelli eğitim ve farkındalık programları oluşturulmalı ve yaygınlaştırılmalıdır.

Anahtar Kelimeler: HPV aşısı, Önleme, Uterin Servikal Kanser, Kadın sağlığı

HUMAN PAPILLOMA VIRUS (HPV) AND THE IMPORTANCE OF VACCINATION

ABSTRACT

HPV is the most common viral infection of the reproductive system. Although most HPV infections resolve spontaneously without showing symptoms, they can sometimes result in permanent infections or even cancer. HPV can cause precancerous lesions that can turn into cancer in both men and women. Cervical cancer is a preventable and treatable disease when diagnosed early and managed effectively. The World Health Organization (WHO) has declared cervical cancer to be a public health problem and has adopted global strategies to accelerate its eradication. One of the main strategies of WHO in eradicating HPV is vaccination. Since the WHO Call to Action to eradicate cervical cancer in 2018, nearly fifty more countries have included the HPV vaccine in their national immunization programs, including 41 lower-middle-income countries. The HPV vaccine is introduced in only 41% of low-income countries compared to 83% of high-income countries. In Turkey, the introduction of the vaccine into the national vaccination program is an incomplete process. The primary target of vaccination is girls aged 9-14 years before sexual activity begins. Vaccination of secondary targets such as boys and older women is recommended when accessible and affordable. There are currently three HPV vaccines approved by the FDA. These; Gardasil is Cervarix, Gardasil 9. Studies have shown that these vaccines are safe and effective. It has also been proven in studies that the vaccine is effective for more than ten years and that immunity does not decrease. In order to eradicate HPV, which is a vaccine-preventable disease, it is extremely important that it is included in the vaccination program all over the world, and that men as well as women are vaccinated according to the appropriate age group when opportunities are provided. Cost-effectiveness studies have also shown that vaccination is superior to treatment. Health professionals have important responsibilities for informing and raising awareness of the society about HPV vaccines. Community-based education and awareness programs on the subject should be established and disseminated.

Keywords: HPV vaccines, Prevention, Uterine cervical cancer, Women's health

GİRİŞ

İnsan Papilloma Virüsü (HPV), cilt yüzeyinin epitel hücrelerinde yaşayan küçük, çift sarmallı bir DNA virüsüdür (Banks, 2021). HPV, üreme sisteminin en yaygın viral enfeksiyonudur. Hem erkeklerde hem de kadınlarda kansere dönüşebilen prekanseröz lezyonlar da dahil olmak üzere birçok hastalığın nedenidir. HPV enfeksiyonlarının çoğu semptom göstermemekte ve kendiliğinden düzelmektedir. Ancak bazen HPV, kalıcı enfeksiyon hastalıkları ile sonuçlanabilmektedir. Kadınlarda, belirli HPV tipleri (en sık olarak HPV-16 ve HPV-18) ile kalıcı enfeksiyon oluşabilmektedir. Bu enfeksiyon tedavi edilmezse serviks kanserine ilerleyebilen prekanseröz lezyonlara yol açabilmektedir. HPV enfeksiyonu

erkeklerde ve kadınlarda, orofaringeal, anogenital kanserler gibi birçok kanser türüne yol açabilmektedir (Santé ve WHO, 2017; WHO, 2017; 2022c).

DSÖ, serviks kanserini bir halk sağlığı sorunu olarak belirlemiştir. Serviks kanseri, erken teşhis edildiği ve etkin bir şekilde yönetildiği sürece önlenbilir ve tedavi edilebilir bir hastalıktır. DSÖ, serviks kanserinin ortadan kaldırılmasını hızlandırmak için küresel stratejiler benimsemiştir. DSÖ'nün HPV'yi ortadan kaldırmada temel stratejilerinden biri aşılama. HPV, serviks kanserinin başlıca nedenidir ve HPV aşısı, kadınları HPV enfeksiyonuna karşı korumanın güvenli ve etkili bir yoludur. DSÖ'nün 2018'de serviks kanserini ortadan kaldırmak için Harekete Geçirme Çağrısından bu yana, 41 alt-orta gelirli ülke de dahil olmak üzere yaklaşık elli ülke daha ulusal aşılama programlarına HPV aşısını dahil etmiştir (WHO, 2023a). Ancak 2020 itibarıyla, düşük gelirli ülkelerin dörtte birinden azı HPV aşısını ulusal aşılama programlarına dahil ederken yüksek gelirli ülkelerin %85'inden fazlası HPV aşısını ulusal aşılama programına dahil etmiştir. DSÖ'nün 2022 yılı verilerine göre bugüne kadar 125 ülke (%64) kız çocukları için ulusal bağışıklama programlarına HPV aşısını dahil etmiş ve 47 ülke (%24) de erkekler için HPV aşısını uygulamıştır (WHO, 2020; 2022b). DSÖ'nün HPV aşısına yönelik stratejileri aşılama oranlarını arttırmıştır. Aşı ile önlenbilir bir hastalık olan HPV'nin ortadan kaldırılması özellikle kadın sağlığı açısından oldukça önemlidir. Bu derlemede HPV ve aşılamanın önemine dikkat çekmek amaçlanmıştır.

İNSAN PAPILOMA VİRÜSÜ (HPV)

Papillomavirüsler, Papillomaviridae ailesine aittir. Papillomaviridae ailesinin 18 cinsi vardır. İnsan papilloma virüsleri, Alfa-, Beta-, Gama-, Mu- ve Nupapilloma virüsüne aittir. Bulunma sırasına göre numaralandırılmaktadırlar. HPV'nin 200'den fazla genotipi tamamen karakterize edilmiştir. HPV genotiplerinin listesi gün geçtikçe genişlemektedir. Gerçek sayının oldukça yüksek olduğu düşünülmektedir. Farklı HPV'lerin farklı anatomik bölgeleri enfekte etmesine ve farklı hastalık ilişkilerine sahip olmasına rağmen (Tablo 1) en son tanımlanan HPV genotiplerinin çoğunun net bir patojenik rolü yoktur. Papillomavirüsler, tür ve doku özgüllüğü ile memelileri, kuşları ve sürüngenleri enfekte eden küçük, yuvarlak, zarfsız DNA virüsleridir. Bilinen virüs ailelerinin en eski, en büyük ve en çeşitlilerinden biridir. HPV'ler, tüm papilloma virüsleri gibi, vücudun tabakalı skuamöz epitelini hedeflemektedir (Bonnez, 2019; CDC, 2021; WHO, 2017; 2022a).

HPV, insanlarda çok katlı yassı epitel hücrelerini enfekte etmektedir. Bu enfeksiyonlar son derece yaygındır ve evrensel nitelik taşımaktadır. Ancak düşük ve saptanabilir seviyede varlığını, dokularda hiçbir değişikliğe neden olmadan sürdürebilmektedir (Bonnez, 2019). HPV'ler ile ilişkili hastalıklar türlerine göre üç gruba ayrılabilir. Birinci grup HPV'ler yaygın olarak kutanöz siğillerin (el, plantar ve düz siğiller) oluşumundan sorumludur. Bu virüsler nadiren genital bölgede bulunmaktadır. İkinci grup HPV'ler, nadir görülen bir genodermatoz olan epidermodysplasia verruciformis'e neden olmaktadır. Bu lezyonlar yetişkinlerde vücudun güneşe maruz kalan bölgelerinde skuamöz hücreli kanserlere dönüşebilme potansiyeli gösterebilmektedirler. İkinci grup HPV'ler normal deride de sıklıkla

bulunmaktadır. Üçüncü grup HPV'ler anogenital sistem, üst solunum yolu ve sindirim sisteminin mukoza zarlarını enfekte ettikleri için, mukozal HPV'ler olarak da adlandırılan genital HPV'lerden oluşmaktadır (Bonnez, 2019; CDC, 2021; WHO, 2017; 2022c).

Tablo 1. HPV Tipleri ve Hastalık İlişkisi

Hastalık	Sıklıkla İlişkili Olanlar	Daha Az Sıklıkta İlişkili Olanlar
Kutanöz siğilleri	1, 2, 4	3, 7, 10, 26, 27, 28, 29, 38, 41 ^a , 49, 57, 63, 65, 75, 76, 77,80, 83, 84, 86, 87
Epidermodysplasia verruciformis	5, 8, 9, 12, 14, 15, 17	19, 20, 21–25, 36–38, 47, 49, 50, 93
Condyloma acuminata	6, 11	30, 42, 43, 44, 45, 51, 54, 55, 70
İntraepitelyal neoplaziler	6, 11, 16, 18	30, 31, 33, 34, 35, 39, 40, 42, 43, 44, 45, 51–53, 56, 57, 58, 59, 61, 62, 64, 66, 67, 68, 69, 71, 72, 74, 82
Karsinomlar	16, 18	31, 33, 35, 39, 45, 51, 52, 56, 58, 59, 66, 67, 68, 70, 73, 82

^aKalın yazılmış genotipler belirlemiş veya olası bir onkojenik potansiyele sahiptir.

HPV; enfekte mukoza zarına, deriye, vücut sıvılarına ve genital bölgeye temas yoluyla yayılmaktadır ve oldukça bulaşıcıdır. Bu nedenle aktif bir cinsel yaşamı olmayan biri tek bir cinsel karşılaşmada bile HPV'ye yakalanabilmektedir. Cinsel penetrasyon olmadan bile HPV'nin dış temastan bulaşabileceğini anlamak önemlidir. Birçok genç yetişkin, penetrasyon olmadan cinsel aktiviteye girerek olası hastalık sonuçlarından kaçınabileceklerini düşünmektedir. Bu durum HPV için doğru ve güvenilir değildir (Banks, 2021; CDC, 2021).

Çoğu zaman enfekte bir kişi HPV'nin belirtilerini veya semptomlarını göstermeyebilir. Virüs herhangi bir belirti göstermeden vücutta kalabilir. Sağlıklı bir bağışıklık sistemi genellikle HPV'yi doğal olarak baskılamaktadır. Bir kişinin farkında olmadan enfekte olabileceği ancak enfeksiyon belirtilerini göstermediği süreç sekiz ile on üç ay sürebilmektedir. Birden fazla partneri olan ve cinsel olarak aktif olan bir kişinin HPV'yi ne zaman ve kimden kapıldığını bilmesi imkânsız olabilmektedir. Bu da HPV'nin başkalarına yayılmasını kolaylaştırmaktadır. Bu açıdan cinsel sağlık konusunda bilinçli olmak önem taşımaktadır. Cinsel yolla bulaşan hastalıkları önleme ve güvenli cinsel ilişki kavramını anlamak ilk adımdır. Ayrıca, semptomları tanıyabilmek ve tarama programlarına katılmak da önem arz etmektedir. Bununla birlikte HPV sarılma, tokalaşma, kapı kollarına veya diğer ortak yüzeylere dokunma yoluyla bulaşmamaktadır. Banyo, duş, jakuzi veya yüzme havuzunu ortak kullanmak da enfeksiyonun yayılma yolları değildir (Banks, 2021; WHO, 2022a).

HPV KAYNAKLI SAĞLIK SORUNLARI

HPV, özellikle ağız, boğaz, vajina, vulva, serviks, penis ve anüs gibi vücudun nemli, mukuslu bölgelerine yerleşmektedir. Düşük riskli HPV suşları (6 ve 11 gibi) daha çok genital siğiller olarak bilinen kondiloma aküminataya neden olmaktadır. Düşük riskli HPV suşları ayrıca anormal servikal hücrelere ve laringeal papillomlara (larenkste siğiller) neden olmaktadır. Yüksek riskli HPV suşları (16, 18, 31,33, 35, 39, 45, 51,52, 56, 58, 59, 68, 69, 73 ve 82 gibi) erken teşhis edilmezse kansere yol açabilmektedir. Yüksek riskli HPV tipleri servikal prekanserlerin %99'unda saptanmaktadır. Tip 16, dünya çapında serviks kanserlerinin yaklaşık %50'sinin nedenidir. Tip 16 ve 18 birlikte serviks kanserlerinin yaklaşık %66'sını oluşturmaktadır. Ek olarak, beş yüksek riskli tip olan 31, 33, 45, 52 ve 58 serviks kanserlerinin %15'inden ve HPV ile ilişkili tüm kanserlerin %11'inden sorumludur. Yüksek riskli bir HPV tipi ile oluşan enfeksiyon, serviks kanseri gelişimi için risk faktörüdür ancak tek başına kansere neden olmak için yeterli değildir. Serviks kanserine ek olarak, yüksek riskli HPV enfeksiyonu, vulva, vajina, penis ve anüs kanseri gibi daha az yaygın anogenital kanserler ile de ilişkilidir. Bu HPV tipleri orofaringeal kanserlere de neden olabilmektedir (Banks, 2021; CDC, 2021).

Serviks kanseri, 2020 yılı GLOBOCAN verilerine göre tüm dünyada kadınlarda en sık görülen dördüncü kanser türüdür (GLOBOCAN, 2020a). Halk sağlığı hizmetlerine erişimin sınırlı olduğu ve hastalık için tarama ve tedavinin yaygın olarak uygulanmadığı düşük ve orta gelirli ülkelerde hastalık yükü en fazladır. Bu yönü ile serviks kanseri küresel eşitsizliği yansıtan bir hastalıktır. Ayrıca, 2018'de dünya çapındaki tüm ölümlerin yaklaşık %90'ı düşük ve orta gelirli ülkelerde meydana gelmiştir. Bu ülkelerde serviks kanserinden ölen kadınların oranı %60'tan fazladır. Bu oran, yüksek gelirli ülkelerdeki ölüm oranının iki katından fazladır. Riskli bir grup olan HIV ile enfekte kadınların da serviks kanserine yakalanma olasılığı altı kat daha fazladır. En yüksek genital HPV enfeksiyonu oranı, cinsel olarak aktif olan 30 yaşından genç kadınlarda görülmektedir. Kadınların %80 ila %90'ında cinsel ilişkiden sonra en az bir HPV enfeksiyonu görülmektedir. Ancak büyük çoğunluğu asemptomatik ve 6-18 ay içinde temizlenebilen geçici enfeksiyonlardır. İstatistiklere göre, HPV bulaşma oranı ilk cinsel ilişkiden sonraki ilk yılda %30'dur ve 3 yıl sonra %50'ye ulaşmaktadır (Harper ve DeMars, 2017; Zhou ve ark., 2020). Serviks kanseri, 2020'de 341.831 kadının hayatını kaybetmesine neden olmuştur (GLOBOCAN, 2020b; WHO, 2020).

HPV'nin yol açtığı sağlık sorunlarını önlemenin çeşitli yolları vardır. Güvenli cinsel ilişki, partnerinin cinsel geçmişini sorgulama, tek eşlilik, prezervatif kullanılması bunlardan bazılarıdır. HPV'yi önlemenin önemli bir yolu da aşılardır. Aşılar, vücuda çok küçük dozlarda hastalık ajanı verilerek bağışıklık sistemini hastalığa karşı savunma oluşturmaya teşvik etmektedir (Banks, 2021; WHO, 2017; 2022a). DSÖ'nün de ortan kaldırma stratejilerinden biri aşılamadır. DSÖ'ye göre; serviks kanserini ortadan kaldırmak için tüm ülkeler 100.000 kadında dördün altında bir insidans oranına ulaşmalı ve bunu sürdürmelidir. Bu hedefe ulaşmak stratejik eylem gerektirmektedir. DSÖ, serviks kanserinin bir halk sağlığı sorunu olarak ortadan kaldırıldığı bir dünya için 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri gündemine uygun olarak küresel stratejisinde gerekli eylemleri ana hatlarıyla belirtmiştir. DSÖ'nün ortadan kaldırma stratejisi üç ana bileşene dayanmaktadır. Bu bileşenler şu şekildedir (WHO, 2020):

- Aşılama yoluyla korunma,
- Kanser öncesi lezyonların taranması ve tedavisi,
- İnvaziv serviks kanseri için tedavi ve palyatif bakım.

Ortadan kaldırma hedefine ulaşmak için üç bileşenin tümü toplu olarak ve geniş ölçekte uygulanmalıdır. HPV aşısı serviks kanserine karşı uzun süreli koruma sağlamaktadır. Kanser öncesi lezyonların taranması ve tedavisi, kansere dönüşmesini önleyebilir. İnvaziv kanser teşhisi konan kişiler için zamanında bakım ve tedavi hayat kurtarıırken palyatif bakım ağrı ve ıstırabı büyük ölçüde azaltabilir. DSÖ, küresel stratejinin üç temel ayağına dayanarak her ülkenin 2030 yılına kadar serviks kanserini yüzyıl içinde ortadan kaldırma yoluna girmesi için bazı hedefler belirlemiştir. Bu hedefler şu şekildedir (WHO, 2020; 2022a):

- Kızların %90'ı 15 yaşına kadar HPV aşısı ile tam olarak aşılanacak.
- Kadınların %70'i 35 yaşına kadar ve yine 45 yaşına kadar yüksek performans testi kullanılarak taranacak.
- Serviks kanseri tespit edilen kadınların %90'ı tedavi görecektir.

Göstergeler, 2030 yılına kadar 90-70-90 hedeflerine ulaşmanın serviks kanseri insidans oranını 2030 yılına kadar %10 azaltabileceğini ve 2120 yılına kadar 70 milyon vakanın önlenebileceğini göstermektedir. Ek olarak, 2120 yılına kadar tahminen 62 milyon serviks kanseri ölümü önlenebilecektir. Bu stratejilerin uygulanması günümüzde de hayat kurtarıcıdır (WHO, 2020).

HPV AŞILARI

Aşılanmanın birincil hedefi, cinsel aktivitenin başlamasından önceki 9-14 yaşlarındaki kız çocuklarıdır. Erkek çocuklar ve daha yaşlı kadınlar gibi ikincil hedeflerin aşılanması, mümkün ve karşılanabilir olduğunda önerilmektedir (WHO, 2022c). Tüm HPV aşıları, 9 yaş ve üzerindeki kadınlarda kullanım için endikedir. Bu aşılar, 26 veya 45 yaşına kadar kullanım için de ruhsatlıdır. Bazı HPV aşıları erkeklerde kullanım için de lisanslanmıştır. Tüm HPV aşıları, aşı ürününe göre değişen yüksek riskli HPV tiplerinin neden olduğu servikal pre malign lezyonların ve kanserlerin önlenmesi için endikedir. Ürün etiketlerine göre seçilmiş aşılar, diğer HPV ile ilişkili hastalıklara karşı endikasyonlara sahiptir. HPV aşıları, önceden doldurulmuş bir enjektör veya tek/iki dozluk şişeler halinde mevcuttur. Üreticilere ve düzenleyicilere yardımcı olmak için DSÖ, HPV aşılarının kalitesini, güvenliğini ve etkinliğini sağlamak için öneriler geliştirmiştir (WHO, 2022a).

HPV ile ilişkili hastalıkların önlenmesine yönelik ilk aşı 2006 yılında ruhsatlandırılmıştır. DSÖ'ün ön yeterliliklerini onayladığı aşılar; 2009 yılında Gardasil ve Cervarix, 2018 yılında Gardasil 9, 2021 yılında Cecolin'dir (WHO, 2023b). Şu anda 6 farklı profilaktik HPV aşısı ruhsatlandırılmıştır. Bivalan HPV aşıları; Cervarix, Cecolin ve Walrinmax'tır. Quadrivalan HPV aşıları; Gardasil ve Cervavax'tır. Avalan olmayan HPV aşısı Gardasil 9'dur. Hepsinin, mümkünse cinsel aktivitenin başlamasından önce, yani HPV'ye maruz kalmadan önce uygulanması amaçlanmıştır. Tüm aşılar, rekombinant DNA ve hücre kültürü teknolojisi kullanılarak, virüs benzeri parçacıklar (VLP'ler) olarak adlandırılan HPV tipine özgü boş

kabuklar oluşturmak üzere kendi kendine birleşen saflaştırılmış L1 yapısal proteininden hazırlanmaktadır. HPV aşıları canlı biyolojik ürünler veya viral DNA içermemektedir ve bu nedenle bulaşıcı değildir. HPV aşıları adjuvanlar içermekte, antibiyotik veya koruyucu madde içermemektedir. Tüm HPV aşıları, yüksek riskli HPV tip 16 ve 18'e karşı VLP'ler içermektedir. Avalan aşı ayrıca yüksek riskli HPV tipleri 31, 33, 45, 52 ve 58'e karşı VLP'ler içermektedir. Quadrivalan ve avalan aşılar, HPV tip 6 ve 11 ile nedensel olarak ilişkili anogenital siğillere karşı koruma sağlamak için VLP'ler içermektedir (Vodicka ve ark., 2022; WHO, 2022a; WHO, 2023b). HPV aşılarının çoğu serviks kanserine neden olan HPV tip 16 ve 18'e bağlı enfeksiyonların yanı sıra aşılarıdaki HPV tiplerine bağlı servikal intraepitelyal neoplazi, vulvar ve vajinal intraepitelyal neoplaziye bağlı pek çok hastalığın da yaklaşık %100'ünü önlemektedir (Bergman ve ark., 2019; Vodicka ve ark., 2022).

Bivalan aşılarından Cervarix'in, 9-25 yaş arası kadınlarda kullanımı onaylanmıştır. Cervarix, 9-14 yaş arası kız ve erkek çocuklar için 2 dozluk bir program (5-13 ay arayla) olarak lisanslanmıştır. İlk doz sırasında alıcının yaşı 15 ise üç doz (0, 1-2,5 ay ve 5-12 ayda) verilmelidir (Akhatova ve ark., 2022; FDA, 2018; WHO, 2022a). Cervarix, servikal malignitelerin %70'ine neden olan HPV-16 ve 18 VLP'ler içermektedir (Akhatova ve ark., 2022; De Oliveira ve ark., 2019). Cervarix'in HPV-16 ve HPV-18 tipleri ile bağlantılı hastalıklara karşı yüksek koruyuculuğu olduğu yapılan çalışmalarda kanıtlanmıştır (Arbyn ve ark., 2018; Kamolratanakul ve Pitisuttithum, 2021; Schauner ve Lyon, 2010).

Biavalan bir aşı olan Cecolin, HPV-16 ve HPV-18 VLP'leri içermektedir. Aşı, 9-45 yaş arası kadınlar için endikedir. Cecolin, 9-14 yaş arası kızlar için 2 dozluk bir program (6 ay arayla) olarak lisanslanmıştır. Aşı, 15 yaşından itibaren 3 dozluk bir programda (0, 1-2 ay ve 5-8 ayda) uygulanmaktadır. Cecolin enjekte edilebilir bir aşıdır ve kas içine uygulanmalıdır. (Akhatova ve ark., 2022; WHO, 2022a). Cecolin'in avantajı fiyatıdır. Üç doz maliyeti, Gardasil ve Cervarix'in üç doz maliyetinden daha düşüktür (Llave ve ark., 2022; Zou ve ark., 2020).

Biavalan aşılarından Walrinvax, 9-14 yaş arası kızlar için 2 dozluk bir program olarak lisanslanmıştır (6 ay arayla, en az 5 ay arayla). Aşı, 15 yaşından itibaren 3 dozluk bir program (0, 2-3 ve 6-7 ayda) ile uygulanmaktadır (WHO, 2022a).

Quadrivalan aşılarından Gardasil, servikal, vulvovajinal ve anal intraepitelyal lezyonların önlenmesinde kullanılmaktadır. Aşı, 9-26 yaş arası kadın ve erkeklerde endikedir. Ayrıca 9-13 yaş arası kız ve erkek çocuklar için 2 dozluk bir program (6 ay arayla) olarak lisanslanmıştır. Aşı, 14 yaşından itibaren 3 dozluk bir program (0, 1-2 ve 4-6 ayda) verilmelidir. Gardasil, genital siğil enfeksiyonlarının %90'ıyla ilişkili olan HPV-16 ve 18 VLP'leri ve tip 6 ve 11 VLP'leri içeren bir aşıdır (FDA, 2018; Zhou ve ark., 2020; WHO, 2022a). Gardasil, HPV-16 VE 18 de oldukça etkili iken HPV-6 ve 11 de daha sınırlı etkiye sahiptir (Castle ve Maza, 2016; McCormack, 2014).

Quadrivalan aşı olan Cervavax, 2 dozluk bir program olarak (6 ay arayla) 9-14 yaş arası kız ve erkek çocuklar için lisanslanmıştır. 15 yaşından itibaren 3 dozluk bir program (0, 2 ve 6 ayda) verilmelidir (WHO, 2022a).

Avalan olmayan HPV aşısı Gardasil 9, Gardasil'e ek olarak HPV-31, -33, -45, -52 ve -58 VLP'leri de içermektedir. Servikal, vulvovajinal ve anal intraepitelyal lezyonlara karşı 9-45 yaş

arası kadın ve erkeklerde endikedir. Aşı, 9-14 yaş arası kız ve erkek çocuklar için 2 dozluk bir program (5-13 ay arayla) olarak lisanslanmıştır. Aşının uygulamasında, 15 yaşından itibaren 3 dozluk bir program (0, 1-2 ve 4-6 ayda) izlenmelidir (Bergman ve ark., 2019; Du ve ark., 2021; FDA, 2018; WHO, 2022a). Gardasil 9'un erkeklerde ve kadınlarda etkili olduğunu kanıtlayan çalışmalar mevcuttur (Dadar ve ark., 2018; Huh ve ark., 2017; Petrosky ve ark., 2015).

HPV AŞILARININ ÖNEMİ

DSÖ, küresel olarak HPV aşılama kapsamındaki endişe verici düşüş için önlemler almaktadır. Dünyada, 2019 ile 2021 arasında, HPV aşısının ilk dozunun kapsamı %25'ten %15'e düşmüştür. Bu, 2019'a kıyasla 2021'de 3,5 milyon kız çocuğunun daha HPV aşısını kaçırdığı anlamına gelmektedir (WHO, 2022c). Ayrıca aşıların ilk dozundan son dozuna kadar tamamlanması açısından da küresel olarak bir düşüş vardır. Dünyada 2022 yılında; 15 yaşına kadar ilk doz HPV aşısını olan kadınlar %21 iken son dozu tamamlayan kadınlar %17'dir. HPV aşılama programının ilk dozunun olan kadınlar %21 iken son doza gelindiğinde bu oran %15'e düşmektedir (WHO, 2023d). HPV aşılama programının iyileştirilmesinin; aşıya erişimi kolaylaştırılması, daha çok kız çocuğuna aşı yapılmasının sağlanması, aşılama programlarının tamamlanması için gereken çok boyutlu ve maliyetli sürecini hafifletmesi beklenmektedir. Ülkelerin HPV aşılama programlarını güçlendirmeleri, uygulamaları hızlandırmaları ve kapsam alanlarındaki düşüşleri önlemeleri hayati önem taşımaktadır. DSÖ, bağışıklığı baskılanmış kişiler veya HIV ile enfekte bireyler için öncelikli olarak aşılamanın önemini vurgulamaktadır. Bağışıklığı baskılanmış kişiler en az iki doz ve mümkünse üç doz aşı olmalıdır. DSÖ'nün güncel HPV aşılama programı önerileri şu şekildedir (WHO, 2022c):

- 9-14 yaş arası kızlar için bir veya iki dozluk bir program,
- 15-20 yaş arası kızlar ve kadınlar için bir veya iki dozluk bir program,
- 21 yaşından büyük kadınlar için 6 ay arayla iki dozluk program.

DSÖ Nisan 2022'de, spesifik bir endikasyon dışında tek dozlu bir HPV aşısı programının, iki dozlu bir HPV aşısı programına kıyasla karşılaştırılabilir bir etkinlik ve koruma sağlayabileceğini vurgulamıştır (WHO, 2022c). Yapılan çalışmalarda da, tek doz HPV aşısının immünojenik olduğu ve HPV enfeksiyonuna ve servikal prekanserlere karşı koruyucu olduğu gösterilmiştir (Basu ve ark., 2021; Batmunkh ve ark., 2020; Quang ve ark., 2022). HPV aşıların, bağışıklığın azaldığına dair hiçbir kanıt olmaksızın güvenli ve etkili olduğu kanıtlanmıştır (CDC, 2021; Kjaer ve ark., 2020; Joura ve ark., 2015; Markowitz ve ark., 2014). HPV aşılarının HPV ile ilişkili enfeksiyonları, genital siğilleri ve prekansöröz lezyonları azaltmada güvenli ve etkili olduğunu göstermiştir (Arbyn ve ark., 2018; Goldstone ve ark., 2022; Huh ve ark., 2017; Markowitz ve ark., 2016; Toh ve ark., 2019; Villa ve ark., 2020; Zhou ve ark., 2020). Ayrıca HPV aşıları, maliyet-etkililik açısından değerlendirildiğinde hastalık yönetimine kıyasla daha az maliyetli ve daha etkin bulunmuştur (Brennan ve ark., 2022; Simuyemba ve ark., 2023; Vodicka ve ark., 2022).

HPV aşısı DSÖ'ye göre yüksek öncelikli aşılar arasında yer almaktadır (WHO, 2023c). HPV aşıları, serviks kanserini ve HPV'nin neden olduğu diğer hastalıkları önlemek için koordineli ve kapsamlı bir stratejinin parçasıdır. Bu strateji, HPV enfeksiyonuna yakalanma riskini artıran davranışların azaltılmasına yönelik eğitimleri, sağlık çalışanlarının eğitimini, kadınlarda prekanseröz lezyonların ve kanserin taranması, tanı ve tedavisi hakkında bilgi verilmesini içermektedir. Strateji ayrıca kaliteli tarama ve tedavi hizmetlerine, invaziv kanserlerin tedavisine ve palyatif bakıma erişimin artırılmasını da içermektedir. HPV aşısının piyasaya sürülmesi, serviks kanseri için etkili tarama programlarının geliştirilmesine veya sürdürülmesine yönelik finansmanı olumsuz etkilememeli veya bu programların sürdürülmesinden başka yöne çevirmemelidir. HPV aşısı birincil bir önleyici müdahaledir. Mevcut aşılar tüm yüksek riskli HPV tiplerine karşı koruma sağlamadığından, aşı için uygun gruptan daha yaşlı kadınlarda hastalık üzerinde sınırlı etkiye sahip olacağından, yaşamın ilerleyen dönemlerinde tarama ihtiyacını tamamen ortadan kaldırmamaktadır (Santé ve WHO, 2017; WHO, 2017).

HPV aşısının tanıtılmasının aynı yaşta yapılan diğer aşılarla (örneğin difteri ve tetanoz aşısı) ve gençleri hedefleyen programlarla (örneğin okul ve ergen sağlığı yoluyla) bağlantılandırılması için fırsatlar aranmalıdır. Bununla birlikte, diğer aşılar ile aynı anda uygulanamayacağı için HPV aşısının uygulanması ertelenmemelidir. DSÖ tüm ülkeleri, ülke çapında HPV aşısı uygulamasını başlatmaya teşvik etmektedir. Başarılı tanıtım, sağlık kurumu temelli, topluma ve/veya okullara erişim ve kampanyalar gibi çeşitli dağıtım stratejilerinin bir kombinasyonu yoluyla elde edilebilmektedir. Ülkeler; teslimat altyapıları ve soğuk zincir kapasiteleri ile uyumlu, karşılanabilir, uygun maliyetli, sürdürülebilir ve mümkün olan en yüksek kapsama ulaşma kapasitesine sahip yaklaşımları kullanmalıdır. Aşamalı uygulamalar; mali veya operasyonel kısıtlamaların ülke çapında bir aşılama programının bir yılda uygulanmasını engellediği ülkeler için yalnızca kısa vadeli bir alternatif olmalıdır (Santé ve WHO, 2017; WHO, 2017).

SONUÇ

Aşı ile önlenilebilir bir enfeksiyon olan HPV'nin etkileri, sebep olduğu sağlık sorunları ve önleme yöntemleri uzun yıllardır bilinmektedir. Ancak HPV aşılara yönelik gelişmeler oldukça yenidir. Özellikle DSÖ'nin benimsediği stratejiler ile HPV aşı programına sahip ülkeler gün geçtikçe artmaktadır. Yapılan çalışmalar bu aşuların güvenilir ve etkili olduğunu göstermiştir. Ayrıca aşının on yılı aşkın sürelerde etkin olduğu ve bağışıklığın azalmadığı da yapılan çalışmalarda kanıtlanmıştır. HPV'nin ortadan kaldırılması için tüm dünyada aşı programında yer alması, imkanlar sağlandığında uygun yaş grubuna göre kadınların yanı sıra erkelerinde aşılama son derece önemlidir. Yapılan maliyet etkinlik çalışmaları da aşılamanın tedaviden üstün olduğunu göstermiştir. Ülkelerin devlet politikalarında HPV aşularına yönelik harcamalara gereken payı ayırmaları, uzun vadede devlet ekonomisine ve halkın sağlığına önemli katkılar sağlayacaktır. Hem ülke yöneticilerinin hem de toplumun HPV aşuları ile ilgili bilgilendirilmesi ve bilinçlendirilmesi için sağlık profesyonellerine önemli sorumluluklar düşmektedir. Özellikle halk sağlığı hemşireleri toplumun savunucusu olarak HPV aşularına

gerken önemin verilmesinde anahtar roldedir. Konu ile ilgili toplum temelli eğitim ve farkındalık programları oluşturulmalı ve yaygınlaştırılmalıdır.

KAYNAKÇA

Akhatova A, Azizan A, Atageldiyeva K, Ashimkhanova A, Marat A, Iztleuov Y, Suleimenova A, Shamkeeva S, Aimagambetova G. (2022). Prophylactic Human Papillomavirus Vaccination: From the Origin to the Current State. *Vaccines (Basel)*. 11;10(11):1912.

Arbyn M., Xu L., Simoens C., Martin-Hirsch P.P. (2018). Prophylactic vaccination against human papillomaviruses to prevent cervical cancer and its precursors. *Cochrane Database Syst. Rev.* 5:CD009069.

Banks, R. (2021). What Are HPV and Genital Warts?. Amerika Birleşik Devletleri: Rosen Publishing.

Basu, P., Malvi, S. G., Joshi, S., Bhatla, N., Muwonge, R., Lucas, E., ... & Sankaranarayanan, R. (2021). Vaccine efficacy against persistent human papillomavirus (HPV) 16/18 infection at 10 years after one, two, and three doses of quadrivalent HPV vaccine in girls in India: a multicentre, prospective, cohort study. *The Lancet Oncology*, 22(11), 1518-1529.

Batmunkh, T., Dalmau, M. T., Munkhsaikhan, M. E., Khorolsuren, T., Namjil, N., Surenjav, U., ... & von Mollendorf, C. (2020). A single dose of quadrivalent human papillomavirus (HPV) vaccine is immunogenic and reduces HPV detection rates in young women in Mongolia, six years after vaccination. *Vaccine*, 38(27), 4316-4324.

Bergman, H., Buckley, B. S., Villanueva, G., Petkovic, J., Garritty, C., Lutje, V., ... & Henschke, N. (2019). Comparison of different human papillomavirus (HPV) vaccine types and dose schedules for prevention of HPV-related disease in females and males. *The Cochrane database of systematic reviews*.

Bonnez, W. (Ed.). (2019). Guide to genital HPV diseases and prevention. CRC Press.

Brennan, T., Hidle, A., Doshi, R. H., An, Q., Loharikar, A., Casey, R., ... & Abimbola, T. (2022). Cost of human papillomavirus vaccine delivery in a single-age cohort, routine-based vaccination program in Senegal. *Vaccine*, 40, A77-A84.

Castle P.E., Maza M. (2016). Prophylactic HPV Vaccination: Past, present, and future. *Epidemiol. Infect.* 144:449–468.

Centers for Disease Control and Prevention (CDC), (2021). Human Papillomavirus. Retrieved 20/06/2023 from <https://www.cdc.gov/vaccines/pubs/pinkbook/hpv.html>

Dadar M., Chakraborty S., Dhama K., Prasad M., Khandia R., Hassan S., Munjal A., Tiwari R., Karthik K., Kumar D., et al. (2018). Advances in Designing and Developing Vaccines, Drugs and Therapeutic Approaches to Counter Human Papilloma Virus. *Front. Immunol.* 9:2478.

De Oliveira C.M., Fregnani J.H.T., Villa L.L. (2019). HPV Vaccine: Updates and Highlights. *Acta Cytol.* 63:159–168.

Du J., Ährlund-Richter A., Näsman A., Dalianis T. (2021). Human papilloma virus (HPV) prevalence upon HPV vaccination in Swedish youth: A review based on our findings 2008–2018, and perspectives on cancer prevention. *Arch. Gynecol. Obstet.* 303:329–335.

Food & Drug Administration (FDA), (2018). Human Papillomavirus Vaccine. Retrieved 26/06/2023 from <https://www.fda.gov/vaccines-blood-biologics/human-papillomavirus-vaccine>

Global Cancer Observatory (GLOBOCAN), (2020a). Estimated number of new cases in 2020, World, females, all ages. Retrieved 20/06/2023 from https://gco.iarc.fr/today/online-analysis-table?v=2020&mode=cancer&mode_population=continents&population=900&populations=900&key=asr&sex=2&cancer=39&type=0&statistic=5&prevalence=0&population_group=0&ages_group%5B%5D=0&ages_group%5B%5D=17&group_cancer=1&include_nmssc=1&include_nmssc_other=1

Global Cancer Observatory (GLOBOCAN), (2020b). Estimated number of deaths in 2020, World, females, all ages. Retrieved 20/06/2023 from https://gco.iarc.fr/today/online-analysis-pie?v=2020&mode=cancer&mode_population=continents&population=900&populations=900&key=total&sex=2&cancer=39&type=1&statistic=5&prevalence=0&population_group=0&ages_group%5B%5D=0&ages_group%5B%5D=17&nb_items=7&group_cancer=1&include_nmssc=1&include_nmssc_other=1&half_pie=0&donut=0

Goldstone S.E., Giuliano A.R., Palefsky J.M., Lazcano-Ponce E., Penny M.E., Cabello R.E., Moreira E.D., Jr., Baraldi E., Jessen H., Ferenczy A., et al. (2022). Efficacy, immunogenicity, and safety of a quadrivalent HPV vaccine in men: Results of an open-label, long-term extension of a randomised, placebo-controlled, phase 3 trial. *Lancet Infect. Dis.* 22:413–425.

Harper DM, DeMars LR. (2017). Corrigendum to “HPV vaccines-a review of the first decade”. *Gynecol Oncol.* 147:489.

Huh WK, Joura EA, Giuliano AR, Iversen OE, de Andrade RP, Ault KA, et al. (2017). Final efficacy, immunogenicity, and safety analyses of a nine-valent human papillomavirus vaccine in women aged 16-26 years: a randomised, double-blind trial. *Lancet.* 390:2143-59.

Joura, E. A., Giuliano, A. R., Iversen, O. E., Bouchard, C., Mao, C., Mehlsen, J., ... & Luxembourg, A. (2015). A 9-valent HPV vaccine against infection and intraepithelial neoplasia in women. *New England Journal of Medicine*, 372(8), 711-723.

Kamolratanakul S., Pitisuttithum P. (2021). Human Papillomavirus Vaccine Efficacy and Effectiveness against Cancer. *Vaccines.* 9:1413.

Kjaer, S. K., Nygård, M., Sundström, K., Dillner, J., Tryggvadottir, L., Munk, C., ... & Saah, A. (2020). Final analysis of a 14-year long-term follow-up study of the effectiveness and immunogenicity of the quadrivalent human papillomavirus vaccine in women from four nordic countries. *EClinicalMedicine*, 23.

Llave C.L., Uy M.E.V., Lam H.Y., Aldaba J.G., Yacapin C.C., Miranda M.B., Valverde H.A., Silva W.T., Nawaz S., Slavkovsky R.C., et al. (2022). The cost-effectiveness of human papillomavirus vaccination in the Philippines. *Vaccine*. 40:3802–3811.

Malagón, T., Drolet, M., Boily, M. C., Franco, E. L., Jit, M., Brisson, J., & Brisson, M. (2012). Cross-protective efficacy of two human papillomavirus vaccines: a systematic review and meta-analysis. *The Lancet infectious diseases*, 12(10), 781-789.

Markowitz L.E., Meites E., Unger E.R. (2016). Two vs Three Doses of Human Papillomavirus Vaccine: New Policy for the Second Decade of the Vaccination Program. *JAMA*. 316:2370–2372.

Markowitz, L. E., Dunne, E. F., Saraiya, M., Chesson, H. W., Curtis, C. R., Gee, J., Bocchini, J. A., & Unger, E. R. (2014). Human Papillomavirus Vaccination: Recommendations of the Advisory Committee on Immunization Practices (ACIP). *Morbidity and Mortality Weekly Report: Recommendations and Reports*, 63(5), 1–30. <http://www.jstor.org/stable/24832595>

McCormack P.L. (2014). Quadrivalent Human Papillomavirus (Types 6, 11, 16, 18) Recombinant Vaccine (Gardasil®): A Review of Its Use in the Prevention of Premalignant Anogenital Lesions, Cervical and Anal Cancers, and Genital Warts. *Drugs*. 74:1253–1283.

Mondiale de la Santé, O., & World Health Organization. (2017). Human papillomavirus vaccines: WHO position paper, May 2017. *Weekly Epidemiological Record= Relevé épidémiologique hebdomadaire*, 92(19), 241-268.

Petrosky E., Bocchini J.A., Jr., Hariri S., Chesson H., Curtis C.R., Saraiya M., Unger E.R., Markowitz L.E., (2015). Centers for Disease Control and Prevention (CDC) Use of 9-Valent Human Papillomavirus (HPV) Vaccine: Updated HPV Vaccination Recommendations of the Advisory Committee on Immunization Practices. *MMWR Morb. Mortal. Wkly. Rep*. 64:300–304.

Quang, C., Chung, A. W., Frazer, I. H., Toh, Z. Q., & Licciardi, P. V. (2022). Single-dose HPV vaccine immunity: is there a role for non-neutralizing antibodies?. *Trends in Immunology*.

Schauner S., Lyon C. (2010). Bivalent HPV Recombinant Vaccine (Cervarix) for the Prevention of Cervical Cancer. *Am. Fam. Physician*. 82:1541–1542.

Simuyemba MC, Chama-Chiliba CM, Chompola A, Sinyangwe A, Bchir A, Asimwe G, Masiye F, Chibwasha C. (2023). An Evaluation of the Cost of Human Papilloma Virus (HPV) Vaccine Delivery In Zambia. *Res Sq [Preprint]*. 29:rs.3.rs-2919637.

Toh ZQ, Kosasih J, Russell FM, Garland SM, Mulholland EK, Licciardi PV. (2019). Recombinant human papillomavirus nonavalent vaccine in the prevention of cancers caused by human papillomavirus. *Infect Drug Resist*. (2019) 12:1951–67.

Villa A., Patton L.L., Giuliano A.R., Estrich C.G., Pahlke S.C., O'Brien K.K., Lipman R.D., Araujo M.W.B. (2020). Summary of the evidence on the safety, efficacy, and effectiveness of human papillomavirus vaccines: Umbrella review of systematic reviews. *J. Am Dent. Assoc.* 151:245–254.e24

Vodicka, E., Nonvignon, J., Antwi-Agyei, K. O., Bawa, J., Clark, A., Pecenka, C., & LaMontagne, D. S. (2022). The projected cost-effectiveness and budget impact of HPV vaccine introduction in Ghana. *Vaccine*, 40, A85-A93.

World Health Organization (WHO). (2017). Human papillomavirus vaccines: WHO position paper, May 2017–Recommendations. *Vaccine*, 35(43), 5753-5755.

World Health Organization (WHO). (2020). World Health Assembly adopts global strategy to accelerate cervical cancer elimination. Retrieved 26/07/2023 from <https://www.who.int/news/item/19-08-2020-world-health-assembly-adopts-global-strategy-to-accelerate-cervical-cancer-elimination>

World Health Organization (WHO). (2022a). Human papillomavirus vaccines: WHO position paper, December 2022. Retrieved 20/06/2023 from <https://www.who.int/publications/i/item/who-wer9750-645-672>

World Health Organization (WHO). (2022b). Introduction of HPV (Human Papilloma Virus) vaccine. Retrieved 20/06/2023 from <https://immunizationdata.who.int/pages/vaccine-intro-by-antigen/hpv.html?YEAR=>

World Health Organization (WHO). (2022c). WHO updates recommendations on HPV vaccination schedule. Retrieved 20/06/2023 from <https://www.who.int/news/item/20-12-2022-WHO-updates-recommendations-on-HPV-vaccination-schedule>

World Health Organization (WHO). (2023a). WHO Director-General's Report to Member States at the 76th World Health Assembly – 22 May 2023 Retrieved 26/06/2023 from <https://www.who.int/director-general/speeches/detail/who-director-general-s-report-to-member-states-at-the-76th-world-health-assembly---22-may-2023>

World Health Organization (WHO). (2023b). Prequalified vaccines. Retrieved 26/06/2023 from https://extranet.who.int/pqweb/vaccines/prequalified-vaccines?sort_order=field_vaccines_effective_date&desc=DESC

World Health Organization (WHO). (2023c). Vaccines Eligible for WHO Prequalification. Retrieved 26/06/2023 from <https://extranet.who.int/pqweb/vaccines/eligibility>

World Health Organization (WHO). (2023d). Human Papillomavirus (HPV) vaccination coverage. Retrieved 30/06/2023 from <https://immunizationdata.who.int/pages/coverage/hpv.html?CODE=Global&YEAR=>

Zhou X, Sun L, Yao X, Li G, Wang Y, Lin Y. (2020). Progress in Vaccination of Prophylactic Human Papillomavirus Vaccine. *Front Immunol.* 10;11:1434.

Zou Z., Fairley C.K., Ong J.J., Hocking J., Canfell K., Ma X., Chow E.P.F., Xu X., Zhang L., Zhuang G. (2020). Domestic HPV vaccine price and economic returns for cervical cancer prevention in China: A cost-effectiveness analysis. *Lancet Glob. Health.* 8:e1335–e1344.

EFFECT OF NEUROMESODERMAL PROGENITOR DERIVED MSCs ON ADIPOGENIC AND OSTEOGENIC DIFFERENTIATION OF PREADIPOCYTES AND OSTEOPROGENITOR CELLS

Ezgi BULUT

Yeditepe Üniversitesi, – 0000-0001-5842-6088

Selinay ŞENKAL

Yeditepe Üniversitesi, – 0000-0002-6897-7307

Doç. Dr. Ayşegül DOĞAN

Yeditepe Üniversitesi, – 0000-0003-4160-2270

ABSTRACT

Bone tissue enables movement as well as supports and protects organs. Osteoblast cells are in bone marrow and are essential in the formation of bone tissue. Although damage in bone creation and destruction coordination causes diseases such as osteopetrosis, also contributes to autoimmune diseases. The origin of osteoblast cells is identical of adipocyte cells. Both cells are rooted in bone marrow mesenchymal stem cells (MSCs). The decision of whether to develop MSCs into bone or fat cells has significant point for bone disorders. Many clinical diseases associated with ageing, such as osteoporosis, tumours, and fractures, have been linked to increased adipose tissue content in the bone marrow. There are some ethical and physiological problems using of pluripotent stem cells in cellular therapies. Therefore, it is important to safe progenitors to mimic developmental process. Neuromesodermal progenitors generate paraxial mesoderm during embryonic development. The study aimed to elucidate the development and differentiation of osteoblast and adipocytes, molecular pathways, and intercellular communication with progenitor cells of their tissue cells at the cellular and molecular level by using induced pluripotent stem cells derived MSCs via generating a NMP intermediate. Firstly, we demonstrated that MSCs and induced pluripotent stem cells derived MSCs (iMSCs) differentiated successfully into osteogenic and adipogenic cells. Additionally, the iMSCs condition medium increases osteogenic and adipogenic differentiation of preadipocytes and preosteoblasts cells. The outputs of this project will be possible to develop differentiation protocols, new sources of cellular therapy for the research and treatment of diseases such as osteoporosis and obesity¹.

Keywords : adipogenesis, osteogenesis, neuromesodermal progenitors, mesenchymal stem cells

¹ This study was supported by Yeditepe University Research Project, HD23022.

MOBİL SAĞLIK UYGULAMALARI VE GEBELİK DÖNEMİ

Doç.Dr.İlgün Özen Çınar

Pamukkale Üniversitesi, -(0000-0001-5774-5108)

Müberra Altun

Pamukkale Üniversitesi, -(0009-0001-3820-9219)

ÖZET

Teknolojinin hızlı gelişimi, mobil cihazların yaygınlaşması ve kullanımını artırmıştır. Gelişen Mobil teknoloji, sağlık hizmetleri alanında da önemli değişimlere neden olmuş ve geleneksel sağlık hizmeti sunum modeli değişmiştir. Bununla birlikte bireylerin beklentileri de farklılaşmıştır. Mobil sağlık, e-sağlık alanında bir alt bileşen olarak kabul edilmektedir. Mobil sağlık uygulamaları, çeşitli amaçlara yönelik olarak kullanılmakta, sağlık hizmetlerine ve bilgilerine erişimi artırmaktadır.

Gebelik sürecinde pek çok fizyolojik ve psikolojik değişimle karşılaşan kadınlar, bilgi ve destek ihtiyacını günümüzde büyük oranda teknoloji, dijital platformlar ve mobil uygulamalar aracılığı ile karşılanmaktadır. Son zamanlarda yapılan çalışmalar, dijital medyanın genel olarak sağlık bilgisi için değerli bir kaynak olduğunu ve özellikle gebeler ve yeni ebeveynler tarafından sıklıkla tercih edildiğini göstermektedir. Gebeliği yönetme, gebelik sürecinin takibi, anne ve fetüs sağlığının düzenli izlenmesi, gebelik süresinde anne ve fetüste oluşabilecek muhtemel hastalıkların erken teşhis ve tedavisinde, annelik rolüne uyumda teknoloji tabanlı uygulamaların kullanıldığı görülmektedir. Mobil sağlık uygulamalarının, avantajlarının yanı sıra teknolojik eksiklikler, finansal zorluklar, sosyal ve zihinsel problemler gibi alanlarda uygulanma güçlükleri de bulunmaktadır.

Sonuç olarak, mobil sağlık uygulamaları, gebelik dönemindeki kadınlarda, sağlık ihtiyaçlarını karşılamada ve sağlık hizmetlerini iyileştirmede önemli bir rol oynamaktadır. Ancak, güvenlik ve doğruluk konularında dikkatli olunmalı ve sağlık profesyonelleriyle iletişim sürdürülmelidir. Özellikle hemşireler ve sağlık personelleri teknolojik gelişmeleri yakından izlemeli, kendini geliştirmeli ve mobil hizmetlerin güvenli sunumunda ve araştırmalarda aktif rol almalıdır.

Anahtar kelimeler: Mobil uygulama, Mobil sağlık, Akıllı telefon, Gebelik, Prenatal Bakım

MOBILE HEALTH APPLICATIONS AND PREGNANCY PERIOD

ABSTRACT

The rapid advancement of technology has increased the prevalence and usage of mobile devices. The evolution of mobile technology has brought about significant changes in the field of health services, transforming the traditional health service delivery model. Concurrently, individual expectations have also evolved. Mobile health is considered a sub-component in the field of e-health. Mobile health applications are used for various purposes and enhance access to health services and information.

Women who encounter numerous physiological and psychological changes during pregnancy largely meet their information and support needs through technology, digital platforms, and mobile applications nowadays. Recent studies show that digital media is generally a valuable resource for health information and is frequently preferred by pregnant individuals and new parents. Technology-based applications are used to manage pregnancy, track the pregnancy process, regularly monitor the health of the mother and fetus, and provide early diagnosis and treatment of potential diseases that might occur in the mother and fetus during pregnancy. They also assist with adapting to the role of motherhood. Despite the advantages of mobile health applications, there are also challenges in their implementation, such as technological deficiencies, financial hardships, and social and mental problems.

In conclusion, mobile health applications play a crucial role in meeting the health needs of women during pregnancy and improving health services. However, caution should be exercised in matters of security and accuracy, and communication with healthcare professionals should be maintained. Especially nurses and healthcare staff should closely follow technological advancements, self-improve, and take an active role in the safe delivery of mobile services and in research.

Keywords: Mobile application, Mobile health, Smartphone, Pregnancy, Prenatal Care

MOBİL SAĞLIK UYGULAMALARI VE GEBELİK DÖNEMİ

1. Giriş

Teknolojinin hızla ilerlemesiyle birlikte, küresel olarak "mobil çağ" olarak adlandırılan bir döneme girildi. Bu dönemde, mobil cihazların yaygınlaşması ve kullanımının artmasıyla

birlikte, insanların yaşamları ve iletişim alışkanlıkları büyük ölçüde değişmiştir (UNESCO 2014).

Mobil teknoloji ürünleri olarak bilinen akıllı telefonlar, tabletler vb. araçlar, yalnızca iletişim ve sosyalleşme araçları olmanın ötesine geçerek multifonksiyonel cihazlar olarak tasarlanmış ve geliştirilmiştir (Singh vd., 2014). Mobil teknolojinin gelişimi, sağlık hizmetleri alanında da önemli değişimlere neden olmuş ve geleneksel sağlık hizmeti sunum modeli değişmiştir. Hastaların beklentileri de bu değişime paralel olarak önemli ölçüde farklılaşmıştır (Arslan, Demir 2017).

Kadınlar hayatları boyunca farklı evrelerden geçerler ve her evrede farklı zorluklarla karşılaşır. Bu evrelerden biri de gebelik dönemidir (Uzun vd. 2017). Gebelik sürecinde kadınlar, birçok fizyolojik ve psikolojik değişimlerle karşılaşır (Öztürk vd., 2020). Yaşanan bu değişimlere bağlı olarak artan bilgi ve destek ihtiyacı günümüzde büyük oranda teknoloji, dijital platformlar ve mobil uygulamalar aracılığı ile giderilmektedir. Son zamanlarda yapılan çalışmalar, dijital medyanın genel olarak sağlık bilgisi için değerli bir kaynak olduğunu ve özellikle hamileler ve yeni ebeveynler tarafından sıklıkla tercih edildiğini ortaya koymaktadır. Genç ebeveynler, dijital medya ile büyüdükleri için ihtiyaç duydukları bilgilere anında erişmek için dijital medya olanaklarından daha fazla faydalanmaktadır (Jaks ve ark. 2019).

Gebelik sürecinin takibi, anne ve fetüs sağlığının düzenli olarak izlenmesi, gebelik süresinde hem annede hem de fetüste oluşabilecek muhtemel hastalıkların erken teşhis ve tedavisinde teknoloji tabanlı uygulamaların kullanımı görülmektedir. Gelişmiş teknoloji tabanlı çözümler, gebelik döneminde yaşam kalitesini iyileştirmenin yanı sıra perinatal dönemdeki hastalık ve ölüm oranlarını azaltmada da etkili bir rol oynamaktadır. (Cirban Ekrem ve Daşıkın, 2021).

2. Mobil Sağlık Tanımı

Mobil sağlık veya m-sağlık, e-sağlık alanında bir alt bileşen olarak kabul edilmektedir. Bu alanda henüz standart bir tanım belirlenmemiş olsa da, Global eSağlık Gözlemevi (GOe), m-sağlığı mobil cihazlarla desteklenen tıbbi ve halk sağlığı uygulamaları olarak tanımlamaktadır. Bu uygulamalar arasında cep telefonları, kişisel dijital asistanlar (KDA) ve hasta izleme cihazları ile diğer kablosuz cihazlar yer almaktadır. m-Sağlık veya mobil sağlık, cep telefonlarının temel fonksiyonlarına ilave olarak daha komplike özellik ve uygulamalarını da kapsar. Bu özellikler arasında genel paket radyo servisi (GPRS), üçüncü ve dördüncü nesil mobil telekomünikasyon (3G ve 4G sistemleri), global konumlandırma sistemi (GPS) ve Bluetooth teknolojisi gibi özellikler yer almaktadır. Böylece mSağlık, ses ve kısa mesaj

hizmetlerinin ötesine geçerek, mobil cihazlar aracılığıyla daha gelişmiş sağlık hizmetlerini mümkün kılmaktadır. (WHO, 2011).

3. Mobil Sağlık Gelişimini Etkileyecek Teknolojiler

1) Nesnelerin İnterneti

Nesnelerin İnterneti (IoT), bütünleşik ve birbirleriyle iletişim halinde olan sensörler, ağlar ve işleme teknolojileriyle donatılmış akıllı nesnelerin oluşturduğu bir ekosistem biçiminde tanımlanır. Bu ekosistem, akıllı servislerin son kullanıcılara ulaştırıldığı bir ortam sağlamayı hedefler. IoT, yer ve zaman bağımsız olarak kullanılabilen akıllı hizmetler sunar ve insan yaşamındaki her aktivitede sınırsız fayda sağlama potansiyeline sahiptir. IoT'nin işlevlerini gerçekleştirebilmesi için farklı uygulamalar sayesinde veri transferi sağlanır (Asghari vd. 2019). Bu veri iletimi, IoT cihazlarından toplanan bilgilerin ağ üzerinden aktarılmasını ve ilgili platformlara iletilmesini içerir. Bu sayede, IoT sistemleri çevremizdeki nesnelerin verilerini toplayabilir, analiz edebilir ve bu verilere dayanarak akıllı hizmetler sunabilir.

IoT teknolojilerinin sağlık alanındaki kullanımını **Medikal Nesnelerin İnterneti (IoMT)** olarak bilir. IoMT, ağ teknolojileri ile sağlık hizmetleri bilgi sistemlerine erişebilen tıbbi cihazların ve uygulamaların sentezini ifade eden bir kavramdır. IoMT, sağlık harcamalarını azaltmak ve sağlık izlemine ihtiyaç duyan insanların yaşam kalitesini artırmayı hedefleyen bir konsepttir. IoMT (Internet of Medical Things), çeşitli tıbbi cihazların ve devrelerin, Wi-Fi, 4G, 5G gibi ağ teknolojileriyle entegre çalışabilme yeteneğine sahip olmasıdır. Bu cihazlar ve devreler, solunum oranı, kalp ritmi, oksijen miktarı gibi fizyolojik verileri ölçebilen algılayıcılar ve sensörleri içerir (Cicioğlu ve Çalhan 2021). IoMT uygulamaları ile herhangi bir engel olmadan hasta verilerinin algılanarak işlenebilmesi, akıllı cihazlar sayesinde uzaktan iletişimin sağlanması mümkündür (Bhatt ve Bhatt, 2017). Bu teknoloji ile hastaların sağlık verileri sürekli olarak izlenebilir ve ilgili sağlık hizmeti sunucularına iletilir. Akıllı sağlık, bireyler için sağlık öz yönetimini geliştirir, tıbbi hizmetleri kişiselleştirir. Sağlık kurumları için maliyetleri düşürüp, hasta deneyimlerini iyileştirir. Araştırma kurumları için ise araştırma maliyetlerini azaltarak, araştırma verimliliğini güçlendirir (Xiang vd.2016).

2) Bulut Bilişim

"Cloud Computing", Türkçe'de "Bulut Bilişim" olarak adlandırılır. Bulut Bilişim, verilerin ve uygulamaların sanal bir depoda depolanmasını ve internet aracılığıyla erişilebilir hale getirilmesini sağlayan bir teknolojidir (Çark 2019). Sağlık sistemi gibi yüksek hacimli verilerin bulunduğu bir alandan elde edilen veriler, sigortacılık, medikal malzeme sağlayıcıları ve yasal

denetleyiciler gibi bu alana ilgi duyan diğer paydaşlar için de son derece değerlidir. Bu nedenle, elde edilen verinin işlenebilir ve depolanabilir hale getirilmesi önemli bir konudur. Bu, veri işleme sürecinde standartlaştırmayı (tek tipleştirme) gerektirir. Doktor, hemşire, teknisyen, yönetici gibi birçok farklı kullanıcıdan gelen standartlaştırılmış veriler bulut sistemine yüklenebilir ve böylece işlenebilir veya depolanabilir hale getirilebilir (Güler vd.2022).

3) Big Data/Büyük Veri

Bilgisayar ve internet gibi ortamlarda üretilen ancak doğrudan kullanılmayan verilerin, değerli bilgilere dönüştürülmesi için kullanılan teknolojiler büyük veri olarak tanımlanır (Higgins 2018). Büyük veri, geleneksel yöntem ve teknikle işlenmesi olanaksız olan, farklı büyüklüklerdeki heterojen ve çeşitli dijital içeriklerden oluşan veri gruplarını belirtir (Gahi ve ark. 2016).

Sağlıkta Büyük Veriler, teknolojik olarak ele geçirilen ve depolanan, sıradan veya otomatik olarak derlenen büyük veri kümesini ifade eder. Bu veri kümesi, sağlık ve sağlık hizmetleri kalitesini artırmak gibi çeşitli amaçlar için kullanılabilir ve mevcut veri tabanlarının birleştirilmesini ve bağlantısını içerir (Sterzing vd.2016). Sağlık alanında büyük veri teknolojisi, Sağlık Analitiği (Health Analytics) ile birlikte, maliyetlerin düşürülmesi, salgın hastalıkların önceden tahmin edilmesi ve hastalıklardan korunma gibi işlevlerle yaşam kalitesinin artırılmasına yardım eder (Sensmeier vd.2019).

4) Oyunlaştırma (Gamification)

"Oyunlaştırma", resmi olmayan bir şemsiye terim olup, kullanıcı katılım ve tecrübelerini artırmak için oyun dışı alanlarda video oyunu unsurlarının kullanımını ifade eder (Deterding vd, 2011). Oyunlaştırmada, belirli bir fonksiyonu tamamlamak için hedefe odaklanan, temel kavramlar ya da oyun öğeleri açıkça tanımlanmış kurallarla birlikte kullanılır (Mackavey ve Cronb, 2019).

Sağlığın kişiselleştiği ve bireylerin kendi sağlık sorumluluklarını üstlenmeleri, gelecekte bireylerin sağlık farkındalığını ve bilincini artırmayı, toplumun sağlık okuryazarlık seviyesini yükseltmeyi hedefler. Oyunlaştırma kavramı bir konuda eğitim, bilinçlendirme, yönlendirme ve iyileştirme için oyunların kullanıldığı alanı belirtir. Kullanılan oyunların temelinde motivasyon unsuru önemli bir rol oynar. Oyunlaştırmada, eğitimin sıkıcı unsurlardan arındırılıp eğlenceli bir şekilde sunulması amaçlanır. Bireyin kendine hedefler belirlemesi ve bu hedeflere ulaştığında ödüllendirilmesi esas alınır (Aydın 2020).

5) Giyilebilir/Taşınabilir Sağlık Teknolojileri

Giyilebilir teknolojiler, sağlık, spor, iletişim ve güvenlik vb. hedeflere yönelik kullanılan elektronik cihazlardır. Bu elektronik cihazlar, bileklikler, saatler, gözlükler, kemerler gibi takılabilen ya da giyilebilen, vücuda yerleştirilebilen, cilt üzerine yapıştırılabilen ya da dövme şeklinde uygulanabilen ürünlerdir. Mikro işlemcilerle donatılmış olan bu cihazlar, sensörler sayesinde verileri toplayabilir ve internet üzerinden veri alıp gönderebilirler. Kullanıcıya ellerini serbest kullanabilme imkanı sağlarlar. (Hayes, 2020; Büyükgöze, 2019).

Giyilebilir Sağlık Teknolojileri, kişisel sağlık durumlarına dair verileri (örneğin ateş, nabız, tansiyon, stres vb.) kullanıcının bulunduğu yerden kolaylıkla toplayabilen ve kaydedebilen elektronik cihazlardır. Bu veriler isteğe bağlı olarak ilgili sağlık kurumlarına da iletilerek, sağlık durumunun takibi ve kontrolü sağlanır (Lee ve Lee, 2020). Bu teknolojiler, hastaneye gitmeden önce veya hastalık sürecinde bireylere de sağlık durumlarını izleme ve takip etme imkanı sağlar.

Giyilebilir teknolojiler, kullanıcılara beslenme yönetimi, egzersiz takibi, tıbbi bilgilere kolay erişim gibi birçok avantaj sağlar. Ayrıca, hastaların ve bireylerin tedavi süreçlerine daha aktif katılımlarını teşvik eder ve hastalıkların ya da sağlık sorunlarının doğru teşhisi konulmasına yardımcı olur. Bu teknolojilerin yardımıyla, kullanıcılar sağlık durumlarını denetleyebilir ve yönetebilir hale gelirler. Sağlık kuruluşları ise uzaktan izleme cihazlarıyla hastalarını takip ederek potansiyel olarak maliyetlerini düşürebilir ve hizmetlerini geliştirme fırsatı yakalayabilirler (PWC Health Research Institute, 2014).

4. Mobil Sağlık Uygulamalarının Önemi ve Gerekliliği

Mobil sağlık uygulamaları,

- Sağlık hizmetlerinin ve sağlık bilgilerinin kapsamını,
- Şeffaflığını ve erişilebilirliğini arttırmak,
- Daha fazla insanın mevcut sağlık hizmetlerine erişebilmesine olanak sağlamak,
- Azınlıkta kalmış ve yetersiz sağlık hizmeti alan nüfuslara ulaşmak,
- Halk sağlığı sürveyansını iyileştirmek,
- Sağlık işgücünün eğitimi alanında güçlükleri ortadan kaldırmak,
- Sağlık sistemlerinin işletilmesinde ve sağlık hizmeti sunumunda yenilik sunmak ve verimlilik kazanımları sağlamak gibi özelliklerinden dolayı etkili bir sağlık eğitimi alanında hizmetine ulaşmak için güçlü bir devinimdir (WHO, 2019)

5. Mobil Sağlık Uygulamaların Kullanım Alanları

TÜSİAD'ın 2016'da yayımladığı rapora göre, mobil sağlık toplumun bilinçlendirilmesi, hastalıklar hakkında bilgi verilmesi ve doğru yönlendirmeler yapılması amacıyla geniş bir araç yelpazesi kullanır. Bu araçlar, SMS mesajlarından video destekli telekonsültasyonlara ve uzaktan sağlık ziyaretlerine kadar değişiklik gösterebilir (Tezcan, 2016). Bu tür uygulamalar, bireylerin kişisel sağlık kayıtlarına erişmelerini, aile hekimlerinden randevu almalarını, doktorlarıyla iletişim kurmalarını ve tetkiklerini takip etmelerini sağlar. Ayrıca, acil durumlar veya fiziksel müdahale gerektirmeyen durumlarda hastalar, sağlık kuruluşuna gitmeden önce buldukları yerde hizmet alabilirler. Bu durum, sağlık hizmetlerinin sunumunda esneklik sağlar ve daha kolay, verimli ve düşük maliyetli bir yöntem olabilir (Demir ve Arslan, 2017).

Mobil sağlık uygulamaları, çeşitli hedeflere yönelik olarak kullanılmaktadır. Bu amaçlar arasında hastalıkların önlenmesi ve takibi, sağlığın iyileştirilmesi, kişisel sağlık verilerinin izlenmesi, bireylerin bilgilendirilmesi, sağlık hizmetlerinde tanı ve teşhiste yardımcı olma, hastaların tedavi süreçlerinin takibi, kazalar ve afet durumlarında uyarı verme, sağlık verilerinin depolanması, mobil öğrenme ile (sağlık personeli ve halk) eğitim desteği, sağlık finansmanı uygulamalarında akıllı kartların kullanımı, laboratuvar sonuçlarının gözden geçirilmesi, ovülasyon takvimi, gebelik takibi, kalori sayımı, sağlıklı beslenme ve yemek zamanı planlama, su tüketimi takibi, diyabet günlüğü ve ilaç hatırlatıcı, ilaç tedavisine bağlılık, egzersiz ve diğer hastalık yönetimi davranışları, kendi kendine yönetim ve izleme davranışları gibi amaçlar bulunmaktadır (Kopmaz ve Arslanoğlu 2018, Owensbya ve Kavookjianb 2017).

6. M-Health'in Avantaj ve Dezavantajları

Mobil sağlık, veya m-Health, sağlık hizmetlerine erişimi iyileştirir ve verimliliği artırırken aynı zamanda potansiyel maliyetleri düşürme potansiyeli ile ön plana çıkar (Istepanian 2022). Bu teknolojilerin sağladığı faydalar, bakım kalitesinin artırılması ve hasta bireylerin yaşam kalitesinin yükseltilmesini (Whitehead ve Seaton 2016) içerir. Ayrıca, hasta ve sağlık profesyonelleri arasında etkin iletişim kurulmasını, hastalıkların uzaktan yönetilmesini ve sağlık profesyonelleri arasındaki iş birliğinin kolaylaştırılmasını sağlar. Kullanıcılara zaman ve mekana bağımsızın kaynaklara erişim imkanı sunar (Semple ve ark. 2015). Kişisel sağlık yönetimi ve davranış değişikliklerini teşvik ederek, bireylerin kendi sağlıklarını kontrol etme ve öz disiplin oluşturma kabiliyetlerini artırır (Dönmez 2021).

Mobil sağlık uygulamaları, pek çok avantaja sahip olmasının yanı sıra, bazı olası dezavantajları da beraberinde getirir. Özellikle hastaların sağlık bilgilerinin bu uygulamalar üzerinden her

zaman erişilebilir olması, güvenlik konusunda riskler yaratabilir. Bu durum, sağlık hizmetlerinin genel güvenliğini olumsuz yönde etkileyebilir (Demir ve Arslan, 2017). Ayrıca, kronik hastalıkları veya fiziksel rahatsızlıkları olan kişilerin, profesyonel yardım almadan bu uygulamalar aracılığıyla diyet ve egzersiz uygulamalarını gerçekleştirmesi, farklı sağlık sorunlarını tetikleyebilir (Kopmaz ve Arslanoğlu 2018).

7. Gebelik Döneminde M-sağlık Hizmetlerinin Kullanımı ve Etkinliği

Gebeler, kendi sağlıklarını koruma, sağlıklı bir doğum yapma ve ebeveynlik sürecine uyum sağlama konusunda sürekli olarak bilgiye ihtiyaç duyarlar (Javanmardi vd.2018). Gebelikle ilgili mobil uygulamalar, kadınların ihtiyaç duydukları bilgilere anında erişim sağlama konusunda büyük kolaylıklar sunar (Bailey ve ark 2022). Bu uygulamalar, gebelik sürecinde gerçekleştirilmesi gereken kontrol ve uygulamaları hatırlatma, hangi gebelik haftasında hangi adımların atılması gerektiği konusunda rehberlik etme ve bebeğin gelişim sürecini takip etme gibi olanaklar sağlar, ayrıca oldukça ekonomik bir seçenek olmalarıyla da öne çıkar (Dalton ve ark.2018).

Gebelikle ilgili mobil uygulamaların, annelik rolüne uyum sağlamada da önemli bir rol oynayabileceği düşünülmektedir. Mobil uygulamalar, gebelerin gebelik sürecine ve doğum öncesine hazırlanmalarında rehberlik sunar, egzersiz önerileri sağlar, beslenme konusunda yönlendirme yapar ve gebelerin kendilerini daha iyi hissetmelerini sağlar. Gebelik deneyimlerini eğlenceli hale getirir (Pettigrew et al., 2016; Lupton 2016).

Bununla birlikte, gebelikle ilgili mobil uygulamaların bir diğer avantajı da gebelerin kendi sağlık durumları, vücut değişiklikleri ve bebeğin büyüme ve gelişimiyle ilgili kayıtlar tutabilme imkanı sunmasıdır. Bu uygulamalar sayesinde gebeler düzenli olarak bilgi ve veri toplayabilir, sağlık durumlarını takip edebilir ve bu bilgileri doktorlarıyla paylaşabilir (Hall ve ark 2023)

Mobil sağlık platformlarının doğum öncesi dönemde, topluluk temelli sağlık hizmet sağlayıcıları tarafından özellikle iletişim kurma, veri toplama ve eğitim amaçlarıyla yoğun şekilde kullanıldığı belirtilmiştir (Amaro ve Pessalli ve ark 2023). Şehirlerde yaşayan, göçmen olmayan, ilk gebeliğini yaşayan, planlı bir gebeliği olan ve benzer durumda olan diğer kadınlarla iletişim kurmak isteyen kadınların mobil sağlık uygulamalarını daha çok kullandığı görülmüştür (Mo ve ark., 2018).

Iyawa ve Hamunyela (2018) tarafından yayınlanan bir sistemik derleme, doğum öncesi dönemde mobil sağlık hizmetlerinin kullanım amaçlarını çeşitli şekillerde özetlemektedir. Bu derleme, özellikle gelişmekte olan ülkelerdeki uygulamaları şu şekilde sıralamaktadır:

1. Annelere Destek Sağlama: Veri toplama, entegrasyon ve otomatik korelasyon kullanımı ile sürekli bakım ve rehberlik hizmeti sağlama.
2. Gebeliği Yönetme: Gebelik sürecini izleyerek, takip ederek ve gerektiğinde müdahale ederek yönetme.
3. Anne Sağlığını Geliştirme: Annelerin genel sağlık durumlarını iyileştirmeyi hedefleyen hizmetlerin sunulması.
4. Gebe ve Emziren Anneleri Destekleme: Gebe ve emziren annelere yönelik bilgi, rehberlik ve destek sağlama.
5. Doğum Öncesi Bakım Hizmetlerini İyileştirme: Doğum öncesi bakım hizmetlerinin içeriğinin ve zamanlamasının geliştirilmesi.
6. Gebe Kadınlara Ek Destek Sağlama: Gebe kadınlara ilave hizmetler, kaynaklar ve destek sağlama.
7. Gebe Kadınların Belirli Davranışlarını Takip ve Destekleme: Gebe kadınların belirli davranışlarını izleyerek ve onları bu konuda destekleyerek sağlık durumlarını iyileştirme.

Araştırmalar, mobil sağlık uygulamalarının kullanımının, gebelik ve doğum sonrası dönemlerde kadınların bilgi seviyelerini yükseltme, motivasyonlarını güçlendirme ve sağlıklı yaşam alışkanlıklarını benimseme konusunda pozitif sonuçlar doğurduğunu göstermiştir. Krishnamurti ve ekibinin (2017) gerçekleştirdiği çalışma, mobil sağlık uygulamalarının kullanımının, doğum öncesi bakım hizmetlerine devamlılığı artırmada önemli bir rol oynadığını göstermiştir. Beslenme tavsiyeleri konusunda yapılan çalışmalar, diyet alışkanlıklarında pozitif değişiklikler, tütün ve alkol kullanımında azalmalar ve folik asit takviyesi kullanımında artış gibi olumlu etkiler bildirmiştir (Ashman ve ark 2017; Breunis ve ark 2023; Van Dijk ve ark., 2016). Novick ve ekibi tarafından yapılan bir çalışma (2022), antenatal depresyon riski olan kadınlar için geliştirilen bir mobil uygulamanın, depresif annelerin tespitinde önemli bir araç olduğunu belirtmiştir. Öte yandan, Cheptum ve arkadaşları tarafından yürütülen bir araştırma, doğum öncesi hazırlıklar konusunda mobil uygulamaların etkili olduğunu göstermiştir (Cheptum ve ark., 2019).

Gebelik ve doğum sonrası dönemlerde, kadınlar bazen konuşmaktan çekinebilecekleri özel sorunlar ve rahatsızlıklar yaşayabilirler. Ancak, internetin sağladığı gizlilik, kadınların bu

konular hakkında bilgi aramaları için güvenli ve rahat bir alan sunabilir. Örneğin, meme değişiklikleri, sindirim ve idrar yolu sorunları, cinsel konular, vajinal kanama veya akıntılar ve gebelik veya erken ebeveynlik döneminde yaşanan duygusal değişiklikler gibi konularla ilgili sorularını, kadınlar internet üzerinden rahatlıkla araştırabilir ve bu konularda bilgi edinebilirler (Romano, 2007). İnternet, kadınlara bu özel konular hakkında araştırma yapma ve diğer kadınlarla deneyimlerini paylaşma imkanı sağlar. Anonimlik sayesinde, kadınlar çekindikleri konuları rahatça araştırabilir ve sorularını sormak için güvenli bir alan bulabilirler. Bu şekilde, kadınlar arasında destek ve bilgi paylaşımı artabilir.

Harpel (2018) tarafından yapılan bir araştırmada, Facebook'un gebeler tarafından kullanımı incelenmiştir. ABD'deki bu çalışmada, doğum öncesi dönemde ebeveynlerin gebelik hakkındaki bilgilerini ve doğacak çocuklarıyla ilgili detayları (ultrason görüntüleri, cinsiyet bilgisi vb.) çevreleriyle paylaşmasının ve henüz doğmamış çocuğunu aile bireyi olarak tanıttirmasının, bebeğin kimlik oluşumuna yardımcı olduğunu ve aile kurma yeteneklerini güçlendirdiğini belirtmiştir.

8. SONUÇ

Bu derlemede mobil temelli sağlık uygulamalarının gebelik döneminde etkili olabildiği gibi bazı uygulamaların etkinliğinin yeterli olmadığı belirlenmiştir. Kadınlar açısından, özellikle gebelik, doğum ve doğum sonrası gibi hassas dönemlerde doğru bilgiye erişebilmeleri son derece önemlidir. Mobil uygulamalar, özellikle kısıtlı kaynaklara ve nitelikli sağlık personeli eksikliğine sahip, ulaşılması zor topluluklara sağlık hizmetleri ve sağlıkla ilgili bilgilerin sunulması açısından büyük bir adımdır. Bu alanda, öncelikle hemşireler ve diğer sağlık çalışanları, annenin ve bebeğin sağlığını korumak, bakım kalitesini yükseltmek, maliyet-etkin hizmetler sunmak ve zamanı verimli kullanmak için teknolojik gelişmeleri yakından takip etmelidir. Mobil sağlık hizmetlerinin sunumunda daha etkin yer almalıdır. Mobil sağlık hizmetlerinin gebelik özelinde incelendiğinde hemşirelik hizmetleri ile birleştirilmesinin zaman içerisinde hastalara sunulan bakımın niteliğini arttıracığı ve araştırma sonuçlarını da olumlu etkileyeceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

Amaro, J. S., Pessalli, M. R. T. F. B., da Cunha, L. B., Betrán, A. P., Torloni, M. R., & Siaulys, M. M. (2023). The Godmother Project: A Virtual Initiative to Support Pregnant and Postpartum Women in Brazil During the COVID-19 Pandemic. *Global health, science and practice*, 11(2), e2200500. <https://doi.org/10.9745/GHSP-D-22-00500>.

Arslan, E., Demir, H. (2017). Üniversite Öğrencilerinin Mobil Sağlık ve Kişisel Sağlık Kaydı Yönetimine İlişkin Görüşleri . *Aksaray Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 9 (2) , 17-36 . Retrieved from <http://aksarayiibd.aksaray.edu.tr/tr/pub/issue/34900/294817>

Asghari, P., Rahmani, A. M., & Javadi, H. H. S. (2019). Internet Of Things application: A systematic review. *Computer Networks*, 148, 241–261.

Ashman, A. M., Collins, C. E., Brown, L. J., Rae, K. M., & Rollo, M. E. (2017). Validation of a Smartphone Image-Based Dietary Assessment Method for Pregnant Women. *Nutrients*, 9(1), 73. <https://doi.org/10.3390/nu9010073>

Aydın, N. (2020). “Sağlıkta Yeni Bir Dönem: Mobil Sağlık”, *International Social Mentality and Researcher Thinkers Journal*, (Issn:2630-631X) 6(38): 2438-2447.

Bailey, E., Nightingale, S., Thomas, N., Coleby, D., Deave, T., Goodenough, T., Ginja, S., Lingam, R., Kendall, S., Day, C., & Coad, J. (2022). First-time Mothers' Understanding and Use of a Pregnancy and Parenting Mobile App (The Baby Buddy App): Qualitative Study Using Appreciative Inquiry. *JMIR mHealth and uHealth*, 10(11), e32757. <https://doi.org/10.2196/32757>

Bhatt, Y., Bhatt, C. (2017). *Internet of Things in HealthCare. İçinde Internet of Things and Big Data Technologies for Next Generation Healthcare* (ss. 13–33). Cham, Switzerland: Springer International Publishing AG.

Breunis, L. J., de Kroon, M. L. A., de Jong-Potjer, L. C., Steegers, E. A. P., & Been, J. V. (2023). Piloting a complex intervention to promote a tobacco and alcohol-free pregnancy: the Smoke and Alcohol Free with EHealth and Rewards (SAFER) pregnancy study. *BMC pregnancy and childbirth*, 23(1), 19. <https://doi.org/10.1186/s12884-022-05320-8>

Büyükgöze, S. (2019). Giyilebilir Teknolojilerden Sağlık Alanındaki Sensör Yamalar Üzerine Bir İnceleme. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (17), 1239-1247

Cheptum, J., Omoni, G., Mirie, W. (2019). Effectiveness of mobile phone text message reminder on birth preparedness in a rural community in Kenya, *Tropical Journal of Obstetrics and Gynaecology*, 36(1), 49- 53.

Cicioğlu, M. Çalhan, A. (2021). Bulut Destekli Medikal Nesnelerin İnterneti Tabanlı Uzaktan Sağlık İzleme Sistemi . *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi* , 26 (3), 1083-1096 . DOI: 10.17482/uumfd.856981

Cirban Ekrem, E. & Daşikan, Z. (2021). Perinatal dönemde yapay zekâ teknolojisinin kullanımı . *Eurasian Journal of Health Technology Assessment*. 5 (2) , 147-162 . DOI: 10.52148/ehta.98056

Çark, Ö. (2019). *Kurumsal Kaynak Planlama (KKP) Sistemleri* (1. bs.). Ankara: Gazi Kitabevi.

Dalton, J. A., Rodger, D., Wilmore, M., Humphreys, S., Skuse, A., Roberts, C. T., & Clifton, V. L. (2018). The Health-e Babies App for antenatal education: Feasibility for socially disadvantaged women. *PloS one*, 13(5), e0194337. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0194337>

Demir, H. ve Arslan, E.T. (2017). "Mobil Sağlık Uygulamalarının Hastanelerde Kullanılabilirliği: Hastane Yöneticileri Üzerine Bir Araştırma", *KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 19(33), 71-83.

Deterding, S., Sicart, M., Nacke, L., O'Hara, K. and Dixon, D. (2011). Gamification. using game-design elements in non-gaming contexts. In CHI'11 extended abstracts on human factors in computing systems (pp. 2425-2428).

Dönmez, A. (2021). Sağlık Geliştirilmesi Bağlamında Sağlıklı Davranış Davranışı Oluşturmada Mobil Sağlık Uygulamalarının ve Sosyal Medya Gruplarının Etkisi. *Bilgi Yönetimi*, 4 (1) , 16-24 . DOI: 10.33721/by.886887

Gahi, Y., Guennoun, M. ve Mouftah, H. T. (2016, 27-30 Haziran). Big Data Analytics: Security and Privacy Challenges. 2016 IEEE Symposium on Computers and Communication (ISCC), Messina, Italy, 952-957

Güler, O., Kayaalp, M. E., Cırdı, Y. U. (2022.02). Bulut Tabanlı Hasta Takip Ve Kontrol Platformları. *TOTBİD Dergisi* 21:6-10 <https://doi.org/10.5578/totbid.dergisi>.

Hall, J., Hiebert, B., Facca, D., & Donelle, L. (2023). 'Putting all my eggs into the app': Self, relational and systemic surveillance of mothers' use of digital technologies during the transition to parenting. *Digital health*, 9, 20552076221150742. <https://doi.org/10.1177/20552076221150742>

Harpel, T. (2018). Pregnant women sharing pregnancy-related information on Facebook: Web-based survey study. *J Med Internet Res*, 20(3), 115.

Higgins M, Simpson RL, Johnson WG. (2018). What about big data and nursing? Statistics, computer science, and nursing work together to analyze data and inform patient care. *American Nurse Today*. 13(5):29-32.

Hayes, A. (2020). Wearable Technology, <https://www.investopedia.com/terms/w/wearabletechnology.asp> Erişim Tarihi: 01.06.2023

Jaks, R., Baumann, I., Juvalta, S., Dratva, J. (2019). Parental digital health information seeking behavior in Switzerland: A cross-sectional study. *BMC Public Health*, 19(1), 225.

Javanmardi, M., Noroozi, M., Mostafavi, F., Ashrafi-rizi, H. (2018). Internet usage among pregnant women for seeking health information: A review article. *Iran J Nurs Midwifery Res*, 23(2), 79-86.

Istepanian, R. S. H. (2022). Mobile Health (m-Health) in Retrospect: The Known Unknowns. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(7), 3747. MDPI AG. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph19073747>

Iyawa, G. E., Hamunyela, S. (2018). mHealth apps and services for maternal healthcare in developing countries, in 2019 IST-Africa Week Conference. Nairobi, Kenya, 1-10. doi:10.23919/ISTAFRICA.2019.8764878.

Kopmaz B, Arslanoğlu A (2018). Mobil sağlık ve akıllı sağlık uygulamaları. Sağlık Akademisyenleri Dergisi, 5(4):251-255.

Krishnamurti, T., Davis, A. L., Wong-Parodi, G., Fischhoff, B., Sadovsky, Y., Simhan, H. N. (2017). Development and testing of the Myhealthypregnancy app: a behavioral decision research-based tool for assessing and communicating pregnancy risk, JMIR Mhealth And Uhealth, 5(4), e42.

Lee, S.M., Lee, D. (2020). Healthcare wearable devices: an analysis of key factors for continuous use intention. Servis Business, 14, 503–531.

Lupton, D. (2016). The use and value of digital media for information about pregnancy and early motherhood: A focus group study. BMC Pregnancy and Childbirth, 16, 171.

Mo, Y., Gong, W., Wang, J., Sheng, X., Xu, D. R. (2018). The association between the use of antenatal care smartphone apps in pregnant women and antenatal depression: cross-sectional study, JMIR Mhealth And Uhealth, 6(11), e11508.

Novick, A. M., Kwitowski, M., Dempsey, J., Cooke, D. L., & Dempsey, A. G. (2022). Technology-Based Approaches for Supporting Perinatal Mental Health. *Current psychiatry reports*, 24(9), 419–429. <https://doi.org/10.1007/s11920-022-01349-w>

Owensbya J.K. ve Kavookjianb, J. (2017). “Pharmacy Students’ Perceptions of the Usefulness of Motivational Interviewing and The Use of Mobile Health Applications on Patient Counseling in The Future”, *Currents in Pharmacy Teaching and Learning*, 9(4), 511-738

Öztürk, G., Ünlü, N., Uzunkaya, E., Karaçam, Z. (2020). Gebelerin Bilgi Kaynağı Olarak İnternet ve Sosyal Medya Kullanım Durumları. Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi, 4 (3), 210-220.

Pettigrew, S., Archer, C. and Harrigan, P. (2016). A Thematic Analysis of Mothers’ Motivations for Blogging. *Matern Child Health Journal*, 20(5), 1025–1031

PWC Health Research Institute (2014). Health Variables: Early Days. (Erişim: 01.06.2023), <https://www.pwc.com/us/en/health-industries/tophealth-industry-issues/assets/pwc-hri-wearabledevices.pdf>

Romano, A.M. (2007). A changing landscape: Implications of pregnant women's internet use for childbirth educators. *J Perinat Educ*, 16(4), 18-24

Sensmeier J, Androwich I, Baernholdt M, (2019) et al. The value of nursing care through use of a unique nurse identifier. *OJNI*.23(2)

Semple JL, Sharpe S, Murnaghan ML, Theodoropoulos J, Metcalfe KA. (2015)“using a mobile app for monitoring post-operative quality of recovery of patients at home: a feasibility study”, *JmirMhealth and Uhealth*. 3(1):1-11. doi: 10.2196/mhealth.3929.

Singh, A., Wilkinson, S. ve Braganza, S. (2014). “Smartphones and Pediatricappsto Mobilize Themedicalhome”, *The Journal of Pediatrics*, 165, 606-610

Sterzing, F., Kratochwil, C., Fiedler, H., Katayama, S., Habl, G., Kopka, K., ... & Giesel, F. L. (2016). 68Ga-PSMA-11 PET/CT: a new technique with high potential for the radiotherapeutic management of prostate cancer patients. *European journal of nuclear medicine and molecular imaging*, 43(1), 34-41

Tezcan, C. (2016). Sağlıkta Yenilikçi Bir Bakış Açısı: Mobil Sağlık. Yayın No: TÜSİAD-T/2016-03/575

UNESCO (2014) “Reading in the Mobile Era: A Study of Mobile Reading in Developing Countries.”, Erişim Tarihi: 17.05.2023
<http://unesdoc.unesco.org/images/0022/002274/227436e.pdf>.

Uzun, B., Ünal, E, Kördeve, M. K. (2017). Gebelik Sürecinde Poliklinik Takibinin Gebelerin Sağlık Bilgi Düzeyine Katkısı: Bir Alan Araştırması. *Ege Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi*, 33 (3),32-45.

Van Dijk, M. R., Huijgen, N. A., Willemsen, S. P., Laven, J. S, Steegers, E. A, Steegers-Theunissen, R. P. (2016). Impact of an mHealth platform for pregnancy on nutrition and lifestyle of the reproductive population: a survey, *JMIR Mhealth And Uhealth*, 4(2), 52-53.

Whitehead L, Seaton P. (2016). The Effectiveness of Self-Management Mobile Phone and Tablet Apps in Long-term Condition Management: A Systematic Review. *J Med Internet Res*; 187(5): e97.

World Health Organization..mHealth: New Horizons for Health Through Mobile Technologies. Global Observatory for eHealth Series –Volume 3. Erişim Tarihi:19.05.2023
http://www.who.int/goe/publications/goe_mhealth_web.pdf, 2011, p6

World Health Organization (WHO), “Report On The WHO Symposium On The Future Of Digital Health Systems In The European Region”, Copenhagen, Denmark, 6–8 February 2019. Erişim Tarihi:29.05.2023 <https://apps.who.int/iris/handle/10665/329032>

Xiang, G. Y., Zeng, Z., & Shen, Y. J. (2016). Present Situation and Development Trend of China’s Intelligent Medical Construction. *Chinese General Practice*, 19(24), 2998–3000. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1007-9572.2016.24.027>

DELİLLENDİRME DİNAMİKLERİNİN PARMAK İZİ ARAŞTIRMALARINA ETKİSİ

Dr. Öğr. Üyesi Yakup GÜLEKÇİ

Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi
0000-0001-9643-6850

ÖZET

Parmak izleri, suç mahallini suçluyla ilişkilendiren, dünya çapında en yaygın kullanılan ve en eski adli kanıtlardan biridir. Parmak izi araştırmaları, parmak ucunda benzersiz bir kalıp dizisine sahip olduğu varsayımına dayanmaktadır. Olay yerlerinde tespit edilen iz delillerin çok yönlü incelenmesi, inceleme esnasında delillerin yapısının bozulmaması ve adli yargılama süreçlerinde tekrar analizlenmesine fırsat verecek yöntemlerin belirlenmesinde her yöntemin duyarlılık, tekrar üretilebilirlik, seçicilik, güvenilirlik ve uygulanabilirlik açısından; rutin adli bilimler uygulamalarında avantajları ve sınırlılıkları bulunmaktadır. Ayrıca; bulgu yüzeylerinin parmak izi inceleme açısından farklı özelliklerde olması (gözenekli-gözeneksiz yüzey) kullanılan yöntemlerinde farklı olmasını sağlamaktadır.

Olay yerinden elde edilen parmak izi bulguları, fail veya mağdurun kimliklendirilmesinin yanı sıra olay yerindeki davranışları hakkında da değerli bilgiler elde etmek için kullanılabilir. Benzersiz kimyasal içeriklere sahiptir. Aslında parmak izleri şekilsel görünümünden çok daha fazlasıdır; kimyasal kimliklerimizdir. Gizli parmak izlerinin kimyasal içeriğinden olay yerinin yeniden canlandırılmasına dair bilgiler elde edilebilmesi için çeşitli tespit yöntemleri araştırılmaktadır. Literatürdeki pek çok araştırma parmak izi gelişiminde fiziksel ve kimyasal değişikliklere dayalı iyileştirme başarısına odaklanmıştır. Bununla birlikte, parmak izi geliştirme reaktiflerinin, çevresel değişkenlerin ve zamanın parmak izi gelişimi üzerindeki etkisi de dahil olmak üzere, parmak izi kimyasının anlaşılmasında önemli boşluklar bulunmaktadır. Ayrıca; parmak izi yaşının belirlenmesi de nispeten keşfedilmemiş bir alandır.

Bu çalışma, donör özellikleri ve çevresel değişkenler nedeniyle parmak izi bileşimindeki kimyasal farklılıklar betimlenerek daha ileri araştırmalar için alandaki boşluklar tanımlanmıştır. Ayrıca; çalışmada kimyasal içeriğe dayalı parmak izi araştırma tekniklerindeki son gelişmelerin ele alınması hedeflenmektedir.

Anahtar Kelime: Parmak İzi, Olay Yeri İnceleme, Kimliklendirme, Adli Kimya

THE EFFECT OF EVIDENTIAL DYNAMICS ON FINGERPRINT INVESTIGATIONS

ABSTRACT

Fingerprints are one of the most widely used and oldest forensic evidence worldwide, linking the crime scene to the perpetrator. Fingerprint investigations are based on the assumption that each individual possesses a unique pattern of ridges and furrows on their fingertips. The comprehensive examination of trace evidence found at crime scenes and the identification of methods that preserve the integrity of the evidence during examination and allow for reanalysis during judicial proceedings present advantages and limitations in routine forensic science practices concerning the sensitivity, reproducibility, selectivity, reliability, and applicability of each method. Furthermore, the different characteristics of surfaces containing

fingerprint evidence (porous-nonporous surfaces) contribute to the variation in the employed examination methods.

Fingerprint evidence obtained from crime scenes not only serves the purpose of identifying the suspect or victim but also provides valuable information about the behaviors exhibited at the crime scene due to the unique chemical composition they possess. In fact, fingerprints represent more than just their visual appearance; they represent our chemical identities. Various detection methods are being researched to obtain information about the chemical content of latent fingerprints and recreate the crime scene. Many studies in the literature have focused on the improvement of fingerprint development based on physical and chemical changes. However, there are significant gaps in understanding fingerprint chemistry, including the impact of fingerprint development reagents, environmental variables, and time. Additionally, the determination of the age of a fingerprint remains a relatively unexplored area.

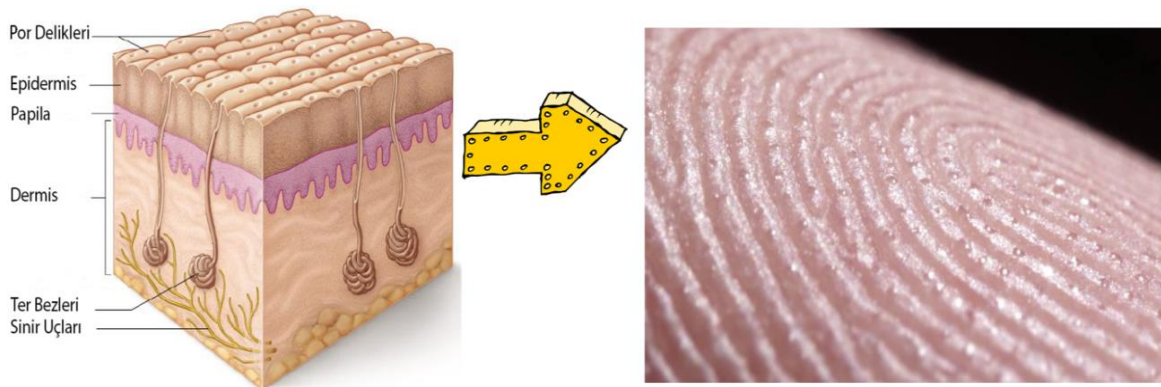
This study aims to describe the chemical variations in fingerprint composition due to donor characteristics and environmental variables, thus identifying gaps in the field for further research. Furthermore, the study seeks to address the latest developments in chemical-based fingerprint investigation techniques.

Keywords: Fingerprint, Crime Scene Investigation, Identification, Forensic Chemistry.

1. PARMAK İZİ ARAŞTIRMALARININ ÖNEMİ:

Mağdur, fail ve olay yeri arasındaki geçiş, “Her temas, bir iz bırakır” ilkesi olarak bilinen Locard Prensibi ile açıklanır. Buna göre, iki nesne birbiriyle temas ettiğinde bir takım materyaller birinden diğerine aktarılır. Başka bir deyişle; bir şüpheli, olay yerine veya mağdura bir şeyler bırakır ve olay yerinden veya mağdurdan bir şeyler götürür. Bunun için adli bilimlerin olay yerinde başladığı kabul edilir. Adli bir olayın aydınlatılmasında önemli bir yere sahip olan olay yeri incelemeleri ancak doğru gerçekleştirildiğinde, adli olayların çözülmesinde doğru sonuca ulaşılabilir (James ve Nordby, 2003).

Olay yeri incelemesinin önemli amaçlarından biri failin tespitine yarayacak parmak izi araştırması yapılmasıdır. Parmakların birinci boğumu ile tırnak ucu arasında kalan şekiller ve bu şekillerin yüzeylere teması sonucu yüzeyler üzerinde oluşturdukları izlere “parmak izi” denir. Bu şekilleri “papil” denilen çıkıntı şeklindeki ince hatlar oluşturur. Papiller “por” denilen küçük gözeneklerin bir zincir gibi dizilişinden oluşurlar. Por deliklerinin ucu, derinin alt tabakalarına kadar uzandığından vücut sıvılarının bu por deliklerinden geçerek papil hatları üzerinde bıraktıkları nemli tabakanın, bir yüzey üzerine teması ile parmak izi oluşur (Gülekcı, 2017), (Görsel 1).



Görsel 1: *Parmak izi'nin oluşumu*

Parmak izini oluşturan vücut sıvısının salgılanmasında üç tip salgı bezi görev

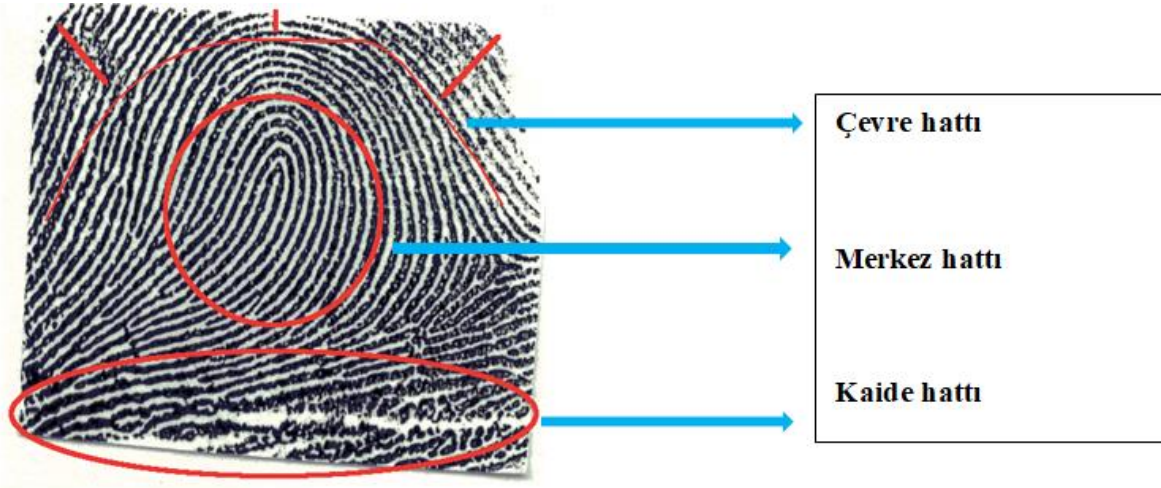
almaktadır. Bu bezler: “ekrin, apokrin ve sebakus” bezleridir. “Ekrin tipte salgı bezleri genellikle vücudun tüm bölgelerinde bulunsa da en yoğun oldukları bölgeler avuç içleri ve ayak tabanlarıdır. Sebakus bezleri ise tipik olarak kıl foliküllerinin bulunduğu bölgelerde, ayrıca yüz ve kafa derisinde lokalize olurlar. Apokrin bezler ise koltuk altları ve genital bölgelerde bulunurlar.” Parmak izlerinin oluşumunda ekrin ve sebakus tipteki bezlerin katkısı büyüktür (Çizelge 1), (Gülekcı, 2017; Lee vd., 2012).

Parmak İzini Oluşturan Kimyasal Bileşenler

Salgı Bezleri	İnorganik Maddeler	Organik Maddeler
Ekrin Bezi	Sodyum Klorür	Şekerler
	Sülfat	Kolin
	Fosfat	Amino Asit
	Amonyak	Üre
	Metal İyonları (Na, Cl, K, Ca)	Ürik Asit
	Su	Laktik Asit
	-	Keratin
Sebakus Bezi	-	Yağ Asitleri
	-	Gliseritler
	-	Hidro Karbonlar
	-	Alkoller
Apokrin Bezi	Demir	Proteinler
	Su	Karbonhidratlar
	-	Steroller

Çizelge 1: Parmak İzini Oluşturan Ter Sıvısındaki Bileşenler (Cadd vd., 2015)

Parmak izini oluşturan üç çeşit papil hattı tanımlanmaktadır: “Temel hatlar, kenar hatlar ve merkezi hatlar (Görsel 2). Temel hatlar, birinci boğumun ekleme yakın bölgesinde bulunur ve parmağın uzun eksenini dik olarak keser. Kenar hatlar, temel hatların bir ucundan başlar boğumun etrafını dolaşır ve diğer uca ulaşırlar. Merkezi hatlar, diğer hatların ortasında boğumun merkezinde yer alan hatlardır. Bunlar; büyük bir çeşitlilik göstermekte ve parmaklara, dolayısı ile de bireylere özgü olan ve kişilerin tanımlanmasına olanak sağlayan hatlardır. Merkez hatlar, Lasso ve Wirbel gibi temel parmak izi gruplarını gösterirler bu da izlerin sınıflandırılmasına olanak tanır. Tüm insanların parmak izleri genel olarak benzerlik gösterdikleri halde papil hatlarının birbirlerinden farklı olarak dizilişleri ve bir papilin normal seyri esnasında farklı şekiller meydana getirmesi (çatal, ada, nokta ve delta oluşturması vb.) parmak izlerinde çok büyük şekil farklılıklarını oluşturur.” Bu durum her insanda farklı olduğu gibi bir insanın kendi parmakları arasındaki şekilsel modeller de farklıdır ve bu şekiller bir kişinin hayatı boyunca değişmeden kalır (Gülekcı, 2017; Bleay, 2018).



Görsel 2: Parmak izini oluşturan bölgeler

Olay yerinde bulunan materyallerden kimliklendirmeye elverişli parmak izinin varlığı; suçun anlaşılması ve suçluların bulunması açısından çok önemlidir. “Parmak izinin, kesin sonuç vermenin yanında değişmez–değiştirilemez, benzemez–benzetilemez ve tasnif edilebilir oluşu, değerini daha da arttırmaktadır.” Bir olayın aydınlatılmasında şahitler yanılabilir ve bir kısım deliller yetersiz kalabilir. Fakat, parmak izlerinin ne yanılmalarından ne de yetersiz kalmalarından söz edilebilir. Parmak izinin delil olarak değeri, kişinin yüzeye dokunduğunda bıraktığı parmak izlerinin, niteliklerinin zayıf dahi olsa tespit edilebilir olmasından kaynaklanmaktadır (Lennard, 2007). Bu durum parmak izini yüz yılı aşkın süredir kullanılan bir kimlik belirleme yöntemi haline getirmiştir (Gülekcı, 2017; Girod vd., 2012).

2. PARMAK İZİ ARAŞTIRMALARINDA GÜNCEL YAKLAŞIMLAR

Günlük yaşamda karşılaşılan parmak izleri genellikle çıplak gözle kolayca görülemez ve bu nedenle parmak izlerini görselleştirmek için çeşitli kimyasal, fiziksel ve optik yöntemler kullanılır (Burns vd., 1998; Choi vd., 2007; Qin vd., 2013). Olay yerinde bulunan parmak izleri üzerine bırakıldıkları nesnelere özelliğine göre bazı farklılıklar gösterirler. Bu farklılıklar parmak izlerinin ne kadar süre ile bozulmadan korundukları, ne şekilde belgelendikleri ve hangi yöntemlerle görünür hale getirildikleri gibi önemli parametreleri belirler. Ancak, kimi zaman olay yerindeki tüm parmak izleri bu amaç için uygun değildir. Örneğin, olay yerinden alınan parmak izleri veri tabanında bulunmayabilir veya detaylar açısından yeterli olmayabilir (Van Helmond vd., 2019). Suç ve suçlularla mücadele kapsamında kaydedilen hızlı gelişmeler sayesinde olay yerlerinden toplanan bulgular üzerinde kapsamlı ve çok yönlü incelemeler yapma imkânı doğmuştur. Günümüzde gelişen teknoloji ve yeni araştırmalar sonucu parmak izlerinin sadece görsel özelliği değil, artık kimyası hakkında da bilgiler edinilmektedir. Bu durum adli olayların çözümüne büyük katkı sağlayacaktır.

Parmak izlerini oluşturan vücut sıvısının organik ve inorganik bileşiminin Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometresi (GC-MS) ile araştırılması üzerine çeşitli çalışmalar yapılmıştır (Cadd vd., 2015; Weyermann vd., 2011). Ayrıca, bu alanda çalışan araştırmacılar Desorpsiyon Elektrosprey İyonizasyon Kütle Spektrometri (DESI-MS) (Ifa vd., 2008), Matris Destekli Lazer Desorpsiyon İyonizasyon Kütle Spektrometri (MALDI-MS) (Lauzon vd., 2015) ve İkincil İyon Kütle Spektrometri (SIMS) (Bailey vd., 2012; Muramoto ve Sisco, 2015; Szykowska vd., 2009) gibi teknikleri de bu amaçla kullanarak parmak izlerinin hem kimyasal

bileşimlerini hem de kimyasal görüntülerini elde edebilmişlerdir.

Kromatografik ve kütle spektrometrik tekniklerinin yanı sıra, bazı parmak izi bileşiklerinin kimyasal tanımlaması için kullanılabilir başka teknikler de vardır. Spektroskopik görüntüleme bu anlamda oldukça önemli bir araçtır. Spektroskopik görüntüleme, yüksek kalitede spektral ve konumsal bilgilerin toplandığı dijital görüntüleme ve moleküler spektroskopiyi birleştiren güncel ve kullanışlı bir teknolojidir (Exline vd., 2003). Wei vd. (2016) yayınlamış olduğu bir derleme çalışmasında bu tür tekniklerin parmak izlerinin kimyasal görüntülenmesinde de kullanıldığını bildirilmiştir. Bu teknikler dışında Raman Spektroskopisi, Mikro X-ışını floresansı (MXRF), Fourier Dönüşüm Kızılötesi Spektroskopisi (FTIR) ve X-ışını Fotoelektron Spektroskopisi (XPS) de son yıllarda parmak izi kimyasını aydınlatmak amacıyla kullanılmaya başlanmıştır. Diğer tekniklerden farklı olarak bu tekniklerle daha hızlı sonuçlar alınabilmektedir. Ek olarak, bu tekniklerde kimyasallar ve özel numune hazırlama gerekmemektedir. En önemlisi ise söz konusu teknikler örneğe zarar vermezler. Bununla birlikte, şimdiye kadar XPS tarafından gerçekleştirilen insan parmak izinin kimyasal belirlenmesi üzerine çok az deneme yapılmıştır (Bailey vd., 2012; Chalmers vd., 2012; Worley vd., 2006). Diğer taraftan kimyasal olarak görüntülenmesine yönelik ilk çalışma Erdoğan vd.(2020) tarafından gerçekleştirilmiştir.

XPS, örnekleme derinliği $\leq \sim 10$ nm olan hem nitel, hem de nicel bilgi sağlayan bir yüzey analiz tekniğidir. XPS ile hidrojen ve helyum hariç tüm elementler tespit edilebilir. Bu teknik için tayin sınırı, her element için kütlece yaklaşık % 0.05 olarak bildirilmektedir. Temel yüzey bileşimine ek olarak, XPS, diğer tekniklerden elde edilemeyen oksidasyon durumu ve kimyasal bağlanma hakkında çok önemli bilgiler sağlar. Bir yüzey analitik tekniği olarak birçok avantajına rağmen, XPS adli bilimlerde henüz yaygın olarak kullanılmamaktadır (Wagner, 2011). Watts 2010 yılında XPS ile ilgili adli bilimlerde ne gibi uygulamaların yapılabileceğinden kısaca bahsetmiştir. Bunlar arasında parmak izlerinin kimyasal olarak ayırt edilmesi, yüzeylerdeki kalıntıların analizi ve patlayıcı maddelerin kalıntılarının incelenmesi yer almaktadır. Ayrıca, Watts bu alandaki eksikliği vurgulamış ve XPS'in de diğer teknikler gibi rutin bir şekilde kullanılması gerekliliğini savunmuştur (Watts, 2010). XPS ile ilgili yapılan bir diğer çalışmada ise (Strohmeier vd., 2011) ateşli silah kalıntısının analizinden bahsedilmektedir. Bu çalışmada, hem Taramalı Elektron Mikroskopu (SEM) hem de XPS kullanılarak kalıntılarda kurşun (Pb), antimon (Sb) ve baryum (Ba) elementleri ve bunların oksitleri incelenmiş ancak herhangi bir spektral görüntüleme/haritalama yapılmamıştır. Daha sonraki yıllarda Bailey ve arkadaşları'nın yapmış olduğu bir çalışmada ise ilk defa parmak izi kimyasına yönelik XPS analizi yapılmıştır (Bailey vd., 2012). Bu çalışmada, iki farklı donörün parmak izleri arasındaki farklılık tekrarlanabilir bir şekilde XPS ile ayırt edilebilmiştir. Böylece, XPS'nin sadece anorganik maddelerin tespiti için yararlı olmadığı, aynı zamanda bazı organik bileşiklerin tanımlanması hakkında da fikir verebilecek bir teknik olduğu gösterilmiştir. Ancak XPS organik bileşiklerin yapı tayininde tek başına yeterli olmayabilir. Bu nedenle, daha karmaşık organik bileşiklerin, yapısal izomerlerin ve birbirine benzer yapıların tanımlanması ve/veya doğrulanması için XPS yanında tamamlayıcı nitelik taşıyan başka teknikler de gereklidir. Yine aynı çalışmada, araştırmacılar Zayıflatılmış Toplam Yansıma-Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektrometri (ATR-FTIR) ile gerçekleştirdikleri analizde derinlik farkının önemli olduğunu açığa çıkarmışlardır. XPS ile 10 nm'ye kadar olan bir yüzey kimyasına ait bilgi elde edilirken FTIR ile mikron mertebesine kadar ulaşılabilmektedir.

Kızılötesi (IR) spektroskopisi, incelenen molekül üzerine gönderilen kızılötesi ışınının molekül tarafından soğurulması ve buna karşılık gelen titreşim dalga sayılarının incelenmesi ilkesine dayanır. Bu yöntemde moleküler titreşimlerin her bir moleküle özgü olması sayesinde bir molekül diğerlerinden kolaylıkla ayırt edilebilmektedir. Bu nedenle, IR tekniği adli uygulamalarda da oldukça geniş bir kullanım alanına sahiptir. Bu teknik ile parmak izi kalıntılarında kimyasal bileşenler, spektrometrede yer alan mikroskop yardımıyla da

incelenerek, odaklanılan noktada yer alan madde kolayca analiz edilebilmektedir. Ayrıca IR tekniği, örneğe zarar vermemesi ve genellikle örnek alınmasından sonra ek bir örnek hazırlama süreci gerektirmemesi açısından oldukça önemli avantajlar sağlar. Bu yöntemle taranan alandan (piksel bazında) spektrumlar toplanabilmekte ve binlerce karakterden oluşan görüntüler mikroskopik olarak elde edilerek haritalandırma ve kimyasal görüntülenme yapılabilmektedir. Bu haritalandırma sonucunda ise incelenen mikroskopik bölgedeki kimyasal yapı hakkında ayrıntılı bilgi edinilebilmektedir. Bhargava vd. (2009)'nin yaptığı bir çalışmada C-H bağının gerilme titreşimleri ve diğer titreşim modlarındaki farklanmalar sayesinde IR ile spektroskopik görüntüleme yapılarak birbiri üzerine binmiş parmak izlerinin ayırt edilmesi sağlanmıştır. Üst üste binmiş parmak izleri, iki donöre ait kimyasal bileşenlerin farklı oranları nedeniyle ayırt edilebilmiştir.

IR spektroskopisi dışında Raman spektroskopisi de oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. Raman Spektroskopisi yönteminde, incelenecek olan maddenin ilk önce mikroskop yardımıyla görüntüsü alınır ve belli dalga boylarında görünür bölgede lazer ışınımı madde üzerine gönderilir ve numuneden saçılan farklı dalga boylarındaki ışınım incelenir. Raman spektroskopisi yönteminin IR yönteminden farkı bir saçılma spektroskopisi olmasıdır. Bu yöntemle, IR spektroskopisi yönteminde elde edilemeyen bazı dalga sayısı değerleri de tespit edilmiş olur ve bu anlamda Raman spektroskopisi yöntemi, IR spektroskopisi yöntemini tamamlayıcı bir rol üstlenmektedir. Bu yöntem örneğe zarar vermez ve numune için hemen hemen hiç ön hazırlık gerektirmez.

Day ve arkadaşları'nın gizli parmak izlerinde yasadışı ilaçların ve diğer kalıntıların tespiti için Raman spektroskopisinin uygulandığını bildirmiştir (Day vb., 2004). Widjaja'nın yapmış olduğu bir çalışmada ise Raman tekniği ile haritalama yapılmış ve çok değişkenli veri analizi kullanılarak parmak izi ile parmak izinde bulunan kalıntılar tespit edilmiştir (Widjaja, 2009). Diğer bütün tekniklerde olduğu gibi FTIR ve Raman spektroskopisi'nde de bazı kısıtlamalar mevcuttur. Kimyasal olarak birbirine benzeyen bileşiklerin tanımlanmasında bazı zorluklar yaşanabilmektedir. FTIR daha çok polimerlerin ve organik moleküllerin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Anorganik bileşikler, metaller, metal oksitler ve kompozit malzemelerin tanımlanmasında ve miktarının belirlenmesinde kullanılamaması açısından bazı sınırlamalar mevcuttur. Yapıları birbirine benzeyen kimyasalların veya karışımların spektral olarak da örtüşmesi veya ciddi benzerlik göstermesi mümkündür. Bu nedenle, bu teknikler her zaman kesin sonuçlar veremeyebilir ve birbirini tamamlayıcı olarak kullanılması gerekir. Öte yandan IR spektroskopisi yöntemi sıvı örneklerde, özellikle su bantları spektrumlarının yorumlanmasını zorlaştırıldığından dolayı zorluk çıkarmakta buna karşın Raman spektroskopisi yönteminde sıvı numuneler oldukça rahat biçimde çalışabilmektedir. Örneğin; ortamdaki su buharı/nemin örnekte birikmesi mümkün olduğundan bunu telafi etmek amacıyla analiz öncesi örneklerin vakumlu etüvde kurutulması gereklidir. Raman spektroskopisinin bir dezavantajı ise, incelenen numunenin üzerine gönderilen ışınımın dalga boyunun, numuneden saçılması sonucu numune içeriğinde bulunan kimyasal ayırt edebilecek bantları spektrumda vermemesidir. Bu durumda, o numuneyi ayırt edebilecek dalga boyunda ışınım gönderilmesi gerekmektedir. Örneğin, üzerine 532 nm dalga boylu lazer ışığı gönderilen numune içeriğinde bulunan bir yasaklı madde için Raman spektrumunda karakteristik bantlar görülmezken, 785 nm dalga boylu lazer ışınımı ile numune uyarıldığında bu yasaklı maddenin tespiti anında yapılabilmektedir. Yeni tekniklerin kullanımı ve yaygınlaşması parmak izindeki diğer maddelerin kimyasal karakterizasyonunun yapılabilmesi açısından önemli gelişmeleri doğurmuştur. Birçok nedenden dolayı, özellikle de patlayıcı kalıntılar ve parmak uçlarında biriken uyuşturucu gibi bileşenlerin saptanması oldukça önemlidir (Rowell vd., 2012; Szykowska vd., 2009).

Parmak izlerinin kimyasal analizi, şüphelinin yasadışı uyuşturucu (eroin, kokain, amfetamin, metamfetamin, kodein, morfin ve benzeri) veya cilt bakım ürünleri (TiO₂, SiO₂

dahil) kullanımı ve sigara içme alışkanlıkları (nikotin gibi) hakkında fikirler verebilir (Benton vd., 2010; Draelos, 2005; Morelato vd., 2013). Bunun yanında, parmak izinden ateşli silah kalıntısının belirlenmesi de oldukça önemli bilgiler sağlayabilir (Strohmeier vd., 2011).

3. PARMAK IZI YAŞI BELİRLENEBİLİR Mİ?

Bir parmak izinin yaşının belirlenmesi, parmak izi araştırmalarının nispeten keşfedilmemiş bir alanıdır. Güvenilir ve tekrarlanabilir yaş tahminlerine sahip başarılı bir yöntem, veri gizliliğinin yanı sıra adli soruşturmalar için sayısız potansiyel avantaja sahiptir. Literatürde parmak izinin yaşının belirlenmesinde birkaç yöntem önerilmiş olmasına rağmen, şu anda kabul edilen analitik bir yöntem yoktur. Bunlar ağırlıklı olarak zaman içinde parmak izlerinde meydana gelen fiziksel ve kimyasal değişikliklere ve bunların parmak izi geliştirme reaktifleriyle süreç içerisindeki geliştirme düzeylerine odaklanmıştır (Cadd vd., 2015).

Parmak izinin yaşının belirlenmesinde ana çıkış noktası parmak izini oluşturan ter sıvısındaki kimyasal bileşenlerde gerçekleşen değişimlerin tanımlanması ve parmak izi içindeki belirli bileşenlerin konsantrasyonlarının zaman içinde nasıl değiştiğinin keşfedilmesidir. Zaman içinde parmak izinde gerçekleşen kimyasal değişikliklerin araştırılması, parmak izinin yaşını belirlemek için evrensel olarak kabul edilecek doğru ve güvenilir bir yöntem geliştirmek için en gerçekçi yöntem olarak kabul edilmektedir (Wertheim, 2003). Parmak izinin yüzeye transferi ile başlayan bu sürecin yüzeye aktardığı ilk parmak izi içeriği parmak izinin yaş tayininde çok önemli bir faktördür. Bu bilgi olmadan, bileşimdeki kesin değişikliklerle ilgili kesin sonuçlar çıkarmak zordur (Archer vb., 2005; Weyermann vb., 2011).

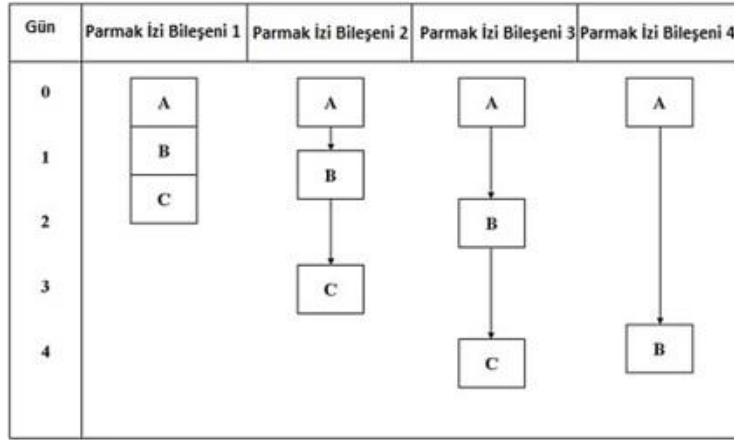
Parmak izini oluşturan bileşenler araştırıldığında; skualen ve kolesterol ile ayrışma ürünlerinin parmak izi yaşının belirlenmesine önemli bir katkısı olabilir. Parmak izi içeriğinde bulunan kolesterol ve ayrışma ürünlerinin zamanla konsantrasyonda azalma gözlemlendiğinden parmak izi yaşının belirlenmesi için uygun bir hedef bileşik olabilir (Weyermann vb., 2011). Diğer alanlardaki araştırmalar, kolesterolün oksidasyon yoluyla çoklu ürünler oluşturabileceğini belirlemiştir (Iuliano, 2011). Bu ürünlerin bir parmak izi içinde oluşturdukları oran ile tanımlanması, bir yaş tahmini yöntemine izin verebilir.

Sebakus bezinden salgılanan skualen, zaman faktörüne bağlı olarak parmak izi içeriğinde bir dizi bozunma ürünü oluşturmaktadır (Archer vb., 2005; Weyermann vb., 2011; Croxton vb., 2010). Skualen konsantrasyonu zaman içinde hızla azalır ve eski parmak izlerinde nadiren de olsa saptanabilir bir özellikte oluşu onu yaş tayini için potansiyel olarak yararlı bir hedef bileşik haline getirir. Skualen; epoksit ile di-, tri- ve tetra-hidroperoksit varyasyonları yoluyla ana oksidasyon ürünü skualen mono-hidroperoksitten skualen penta-hidroperoksitlere dahil olmak üzere zaman içinde bir dizi hidroperoksit de üretilir. Skualen, skualen epoksit ve skualen hidroperoksitlerin konsantrasyonlarının tümü karşılaştırılabileceğinden bu özellikle yaş tahminleri için önemli bir parametre oluşturur (Mountfort vb., 2007).

4. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Yaş belirleme için en uygun yöntemin, muhtemelen geri kazanılan parmak izi içindeki temel bileşenlerin araştırılması yoluyla zaman içinde bir parmak izinin bileşimindeki değişikliklerin izlenmesi olacaktır. Zaman faktörüne bağlı olarak bozunma mekanizmalarının kesin reaksiyon hızlarının ayrıntılı bilgisi, başlangıç ana bileşiklerinin konsantrasyonlarının metabolize olmuş ürünlerle karşılaştırılmasına izin verecektir. Skualen ve kolesterolün ayrışma mekanizmalarından çeşitli oranların bilinmesi yöntemin güvenilirliğini artıracaktır. Yaş tahmininin güvenilir parametreler ile oluşturulması için parmak izinden salgılanan birkaç farklı

kimyasal türün konsantrasyonlarına dayalı olması gerekmektedir. Bu durum tek bir kimyasal türün bozulmasına odaklanmaktan çok daha doğru bir yöntem sağlayacaktır (Görsel 3).



Görsel 3: Farklı ayrışma oranlarına sahip 4 bileşik ile önerilen yaşlandırma yönteminin grafiksel gösterimi

Çevresel değişkenlerin ve substrat özelliklerinin, ilgilenilen tüm bileşikler için ayrışma hızı üzerindeki etkisinin iyice araştırılması gerekecektir. Daha sonra, yaklaşık bir sıcaklık aralığı veya ışığa maruz kalma süresi gibi bilinen çevresel faktörlere dayalı olarak parmak izi yaşını belirlemek için istatistiksel bir model geliştirilebilir. Bu modeli kullanarak, parmak izi içindeki belirli bileşenlerin konsantrasyonlarına dayalı olarak bir yaş veya yaş aralığı sağlanabilir (Cadd, 2015).

KAYNAKÇA

- Archer, N. E., Charles, Y., Elliott, J. A., & Jickells, S. (2005). Changes in the lipid composition of latent fingerprint residue with time after deposition on a surface. *Forensic Science International*, 154(2-3), 224-239.
- Bailey, M. J., Bright, N. J., Croxton, R. S., Francese, S., Ferguson, L. S., Hinder, S., Kazarian, S. G. 2012. "Chemical characterization of latent fingerprints by matrix-assisted laser desorption ionization, time-of-flight secondary ion mass spectrometry, mega electron volt secondary mass spectrometry, gas chromatography/mass spectrometry, X-ray photoelectron spectroscopy, and attenuated total reflection Fourier transform infrared spectroscopic imaging: An intercomparison". *Analytical chemistry*, 84(20), 8514-8523.
- Benton, M., Chua, M., Gu, F., Rowell, F., & Ma, J. 2010. "Environmental nicotine contamination in latent fingermarks from smoker contacts and passive smoking". *Forensic science international*, 200(1-3), 28-34.
- Bhargava, R., Perlman, R. S., Fernandez, D. C., Levin, I. W., & Bartick, E. G. 2009. "Non-invasive detection of superimposed latent fingerprints and inter-ridge trace evidence by infrared spectroscopic imaging". *Analytical and bioanalytical chemistry*, 394(8), 2069-2075.
- Burns, D. T., Brown, J. K., Dinsmore, A., & Harvey, K. K. 1998. "Base-activated latent fingerprints fumed with a cyanoacrylate monomer. A quantitative study using Fourier-transform infra-red spectroscopy". *Analytica chimica acta*, 362(2-3), 171-176.
- Cadd, S., Mota, L., Werkman, D., Islam, M., Zuidberg, M., & De Puit, M. 2015. "Extraction of fatty compounds from fingerprints for GCMS analysis". *Analytical Methods*, 7(3), 1123-1132.
- Chalmers, J. M., Edwards, H. G., & Hargreaves, M. D. 2012. *Infrared and Raman spectroscopy in forensic science*: John Wiley & Sons.

- Choi, M. J., Smoother, T., Martin, A. A., McDonagh, A. M., Maynard, P. J., Lennard, C., & Roux, C. 2007. "Fluorescent TiO₂ powders prepared using a new perylene diimide dye: Applications in latent fingerprint detection". *Forensic science international*, 173(2-3), 154-160.
- Croxton, R. S., Baron, M. G., Butler, D., Kent, T., & Sears, V. G. (2010). Variation in amino acid and lipid composition of latent fingerprints. *Forensic Science International*, 199(1-3), 93-102.
- Day, J. S., Edwards, H. G., Dobrowski, S. A., & Voice, A. M. 2004. "The detection of drugs of abuse in fingerprints using Raman spectroscopy I: latent fingerprints". *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 60(3), 563-568.
- Draelos, Z. D. 2005. *Cosmetic formulation of skin care products*. In *Cosmetic Formulation of Skin Care Products* (pp. 25-26): CRC Press.
- Exline, D. L., Wallace, C., Roux, C., Lennard, C., Nelson, M. P., & Treado, P. J. 2003. "Forensic applications of chemical imaging: latent fingerprint detection using visible absorption and luminescence". *Journal of forensic sciences*, 48(5), 1047-1053.
- Girod, A., Ramotowski, R., & Weyermann, C. 2012. "Composition of fingerprint residue: a qualitative and quantitative review". *Forensic science international*, 223(1-3), 10-24.
- Gülekcı, Y., (2017). "Olay yerlerinde elde edilen patlama ve molotof kokteyli atma olaylarında kullanılan el yapımı yangın çıkarıcılar üzerinden vücut izi ve biyolojik bulguların araştırılması" Tez Merkezi (<https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>) İstanbul Adli tıp ve Adli Bilimler Enstitüsü, İstanbul
- James, S. H., & Nordby, J. J. (2002). *Forensic science: an introduction to scientific and investigative techniques*. CRC press.
- Ifa, D. R., Manicke, N. E., Dill, A. L., & Cooks, R. G. 2008. "Latent fingerprint chemical imaging by mass spectrometry". *Science*, 321(5890), 805-805.
- Iuliano, L. (2011). Pathways of cholesterol oxidation via non-enzymatic mechanisms. *Chemistry and physics of lipids*, 164(6), 457-468.
- Lauzon, N., Dufresne, M., Chauhan, V., & Chaurand, P. 2015. "Development of laser desorption imaging mass spectrometry methods to investigate the molecular composition of latent fingerprints". *Journal of the American Society for Mass Spectrometry*, 26(6), 878-886.
- Lee, H.C. and Gaensslen, R.E., (2012), *Advances in Fingerprint Technology*, 3rd. Ed., CRS Press, Boca Raton, FL. ISBN 13: 978-1-4200-8837-3,
- Lennard, C. (2007). Parmak izi algılama: mevcut yetenekler. *Avustralya Adli Bilimler Dergisi* , 39 (2), 55-71.
- Morelato, M., Beavis, A., Tahtouh, M., Ribaux, O., Kirkbride, P., & Roux, C. 2013. "The use of forensic case data in intelligence-led policing: the example of drug profiling". *Forensic science international*, 226(1-3), 1-9.
- Mountfort, K. A., Bronstein, H., Archer, N., & Jickells, S. M. (2007). Identification of oxidation products of squalene in solution and in latent fingerprints by ESI-MS and LC/APCI-MS. *Analytical Chemistry*, 79(7), 2650-2657.
- Muramoto, S., & Sisco, E. 2015. "Strategies for potential age dating of fingerprints through the diffusion of sebum molecules on a nonporous surface analyzed using time-of-flight secondary ion mass spectrometry". *Analytical chemistry*, 87(16), 8035-8038.
- Qin, G., Zhang, M., Zhang, Y., Zhu, Y., Liu, S., Wu, W., & Zhang, X. 2013. "Visualizing latent fingerprints by electrodeposition of metal nanoparticles". *Journal of Electroanalytical Chemistry*, 693, 122-126.
- Rowell, F., Seviour, J., Lim, A. Y., Elumbaring-Salazar, C. G., Loke, J., & Ma, J. 2012. "Detection of nitro-organic and peroxide explosives in latent fingerprints by DART-and SALDI-TOF-mass spectrometry". *Forensic science international*, 221(1-3), 84-91.
- Strohmeier, B. R., Bunker, K. L., McAllister, D. R., Marquis, J. P., Piasecki, J. D., & McAllister, N. M. 2011. "Application of X-ray photoelectron spectroscopy (XPS) for the surface characterization of Gunshot Residue (GSR)". *Microscopy Today*, 19(2), 40-45.
- Szynkowska, M. I., Czerski, K., Rogowski, J., Paryjczak, T., & Parczewski, A. 2009. "ToF-SIMS application in the visualization and analysis of fingerprints after contact with amphetamine drugs". *Forensic science international*, 184(1-3), e24-e26.
- Van Helmond, W., van Herwijnen, A. W., van Riemsdijk, J. J., van Bochove, M. A., de Poot, C. J., & de Puit, M. 2019. "Chemical profiling of fingerprints using mass spectrometry". *Forensic*

- Chemistry, 16, 100183.
- Wagner, J. M. 2011. X-ray Photoelectron Spectroscopy (Chemical Engineering Methods and Technology): Nova Science Publishers Incorporated.
- Watts, J. F. 2010. "The potential for the application of X-ray photoelectron spectroscopy in forensic science". *Surface and Interface Analysis: An International Journal devoted to the development and application of techniques for the analysis of surfaces, interfaces and thin films*, 42(5), 358-362.
- Wei, Q., Zhang, M., Ogorevc, B., & Zhang, X. 2016. "Recent advances in the chemical imaging of human fingermarks (a review)". *Analyst*, 141(22), 6172-6189.
- Wertheim, K. (2003). Fingerprint age determination: is there any hope?. *Journal of Forensic Identification*, 53(1), 42.
- Weyermann, C., Roux, C., & Champod, C. 2011. "Initial results on the composition of fingerprints and its evolution as a function of time by GC/MS analysis". *Journal of forensic sciences*, 56(1), 102-108.
- Widjaja, E. 2009. "Latent fingerprints analysis using tape-lift, Raman microscopy, and multivariate data analysis methods". *Analyst*, 134(4), 769-775.
- Worley, C. G., Wiltshire, S. S., Miller, T. C., Havrilla, G. J., & Majidi, V. 2006. "Detection of visible and latent fingerprints using micro-x-ray fluorescence elemental imaging". *Journal of forensic sciences*, 51(1), 57-63.

HEMŞİRELERDE FİZİKSEL KISITLAMA İLE İLGİLİ TÜRKİYE’DE YAPILAN LİSANSÜSTÜ TEZLERİN BİBLİYOGRAFİSİ-İNCELENMESİ

Arş. Gör. Hatice KILIÇKIRAN

Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Esasları, Sakarya Üniversitesi, Sakarya, Türkiye

ORCID NO: 0009-0004-5115-383X

Doç. Dr. Özlem DOĞU

Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Esasları, Sakarya Üniversitesi, Sakarya, Türkiye

ORCID NO: 0000-0003-1257-2551

ÖZET

Amaç: Bu çalışma hemşirelerde fiziksel kısıtlamanın yer aldığı lisansüstü hemşirelik tezlerinin bibliyografik açıdan incelenmesi amaçlanmaktadır.

Yöntem: Araştırmada veriler Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi Veri Tabanı “fiziksel kısıtlama, fiziksel tespit, hasta tespiti” anahtar kelimeleri kullanılarak elde edilen sonuçlardan derlenmiştir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda ilgili çalışmaların 2002- 2023 yılları arasında, 2’sinin yarı deneysel, 20’sinin tanımlayıcı, 1’in ise metodolojik nitelikte olmak üzere toplam 23 tez yapıldığı belirlendi.

Bulgular: Çoğunlukla tanımlayıcı nitelikte olan çalışmalarda kullanılan veri toplama formları incelendiğinde; genellikle RASS (Richmond Ajitasyon Sedasyon Skalası), GKS (Glasgow Koma Skalası) ve Davranışsal Ağrı Ölçeği kullanılmıştır. Yoğun bakımda sıklıkla kullanılan bu formlarla oluşturulan Komplikasyon Tanılama formu kullanılmıştır. Fiziksel tespit konusunda bilgiler spesifik değerlendirme amaçlı “Fiziksel Tespit Uygulama ve Değerlendirme” ve “Hemşirelerin Fiziksel Tespitlere İlişkin Bilgi Düzeyi, Tutum ve Uygulamaları” ölçekleri ile elde edilmiştir. İki çalışmada anketler araştırmacı tarafından literatür doğrultusunda hazırlanmış olup, kapsam geçerliliği yapılmamıştır. Genel olarak tez sonuçlarına bakıldığında hemşirelerin fiziksel tespit ile ilgili eğitim almadıkları, fiziksel tespitin komplikasyonları hakkında yeterince bilgi sahibi olmadığı, alternatif yöntemleri bilme ve uygulama düzeylerinin düşük olduğu saptanmıştır. Kullanılan fiziksel tespit rehberiyle gelişen komplikasyonların azaldığı tespit edilmiştir ve genel olarak öneriler incelendiğinde eğitimin ve fiziksel rehberlerin gerekliliğine, uygulamaya yön veren bakım algoritması, karar destek vb. formlara ihtiyaç duyulduğu dikkat çekmiştir.

Sonuç: Tez çalışmalarında kullanılan yöntemlerin çoğu tanımlayıcı türde ve bilgi, tutuma yönelik anketleri içerdiği görülmektedir. Hemşirenin fiziksel kısıtlama kararından uygulamasına etkin rolü düşünülürse hasta ile yapılacak deneysel çalışmalara ihtiyaç duyulduğu, bakıma katkı sağlayacak algoritma, karar destek vb. formların geliştirilmesi ve uygulama temelli değerlendirmelere yönelik çalışmaların yapılması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Hemşirelik, Tez, Fiziksel Tespit.

EXAMINATION-BIBLIOGRAPHY OF POSTGRADUATE THESES IN TURKEY ON PHYSICAL RESTRAINT IN NURSES

ABSTRACT

Objective: This study aims to examine the postgraduate nursing theses on physical restraint in nurses from a bibliographic perspective.

Method: The data were compiled from the results obtained using the keywords "physical restraint, physical restraint, restraint patient" in the National Thesis Center Database of the Council of Higher Education in Türkiye. In the light of the results obtained, it was determined that a total of 23 theses, 2 of which were quasi-experimental, 20 of which were descriptive, and 1 of which was methodological, were conducted between 2002 and 2023.

Findings: When the data collection forms used in the primarily descriptive studies were examined, RASS (Richmond Agitation Sedation Scale), GCS (Glasgow Coma Scale) and Behavioral Pain Scale were generally used. The Complication Diagnosis form, which was created with these forms frequently used in intensive care, was used. Information about physical restraint was obtained from the "Physical Restraints and Improving Rating Scale" and "Level of Knowledge, Attitude and Practices for Using Physical Restraint" scales for evaluation purposes. The researcher prepared the questionnaires in line with the literature in the two studies, and content validity was not conducted.

When the results of the thesis were examined in general, it was determined that nurses needed training on physical restraint, more information about the complications of physical restraint, and had low levels of knowledge and application of alternative methods. It was determined that the complications developed with the physical restraint guide used decreased. When the recommendations were examined in general, it was noted that there was a need for education and guidelines on physical restraint and for forms such as care algorithms, decision support mechanisms, etc., that guide the practice.

Conclusion: It is seen that most of the methods used in thesis studies are primarily descriptive and include questionnaires about knowledge and attitudes. Considering the active role of the nurse from the decision of physical restraint to its implementation, it is recommended that experimental studies with the patient are needed, algorithms, decision support mechanisms, etc., that will contribute to care should be developed, and studies should be conducted for practice-based evaluations.

Keywords: Nursing, Thesis, Physical Restraint.

GİRİŞ

Fiziksel Tespit (FT), kişinin bedensel hareket özgürlüğünü sınırlayan veya engelleyen herhangi bir fiziksel veya mekanik cihaz, malzeme veya ekipman olarak tanımlanmıştır (Centers for Medicare & Medicaid Services, 2006). FT, etkinliği bilinmemesine ve potansiyel zarar risklerine rağmen birçok ülkede hastanede kısıtlama amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu amaçla yatak korkulukları, yatak veya sandalyelerdeki kemerler dahil olmak üzere kısıtlama

bantları ve nonsteril eldivenler de olmak üzere birçok yöntem kullanılmaktadır. Kişinin hareket etmesini, vücudundaki invaziv ve noninvaziv bağlantılarına erişmesini ve kendisine zarar vermesini engelleyen uygulamaları içerir (Liang & Huang, 2023). Ancak, kısıtlama bazı tehlikeleri azaltabilirken, kısıtlanmış olmak başka riskleri de beraberinde getirir (Evans vd., 2003). FT kullanımı, korku, öfke ve rahatsızlık hissinin artması, immobilizasyona neden olması, basınç ülseri, deliryum ve inkontinans riskinin artması, kas atrofisi, dolaşım bozukluğu, kas-iskelet yaralanmaları, uzamış hastane yatışı hatta ölüm gibi çeşitli olumsuz klinik durumlar ile de ilişkilidir (Ertuğrul ve Özden, 2023; Gottschalk vd., 2023; Lao vd., 2022). Bu olumsuzluklar hastaların iyileşmesi ve rehabilitasyonu üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olabilir ve ayrıca demanslı kişilerin klinik durumunu daha da kötüye götürebilir (Gottschalk vd., 2023). Bununla birlikte, fiziksel kısıtlama kullanımının özellikle düşme ve kırılmaları önleme açısından önerilmesine rağmen, faydasını kanıtlayan uygulamaların yetersiz olduğu gibi düşme sonucu travmalara neden olduğuyla ilgili bildirimler de bulunmaktadır (Acevedo-Nuevo, 2021; Chou vd, 2020). Kısıtlama kararı hekim istemi ile uygulanmasına rağmen hasta birey ile 7 gün 24 saat birlikte olan hemşirelerin fiziksel tespitin kararının verilmesinde büyük sorumlulukları bulunmaktadır. Hemşireler, fiziksel tespitin hem uygulanması ve hem de kaldırılması konusunda etkilidir ve bu nedenle kısıtlamanın en aza indirilmesinde de kilit rol oynarlar (Alostaz vd., 2022). Fiziksel tespitin sağladığı yarar ve sebep olduğu zarar durumu, çalışmalarla kanıtlanan tespitin minimuma indirilmesi gerekliliği düşünülürse, bir hastanın ne zaman kısıtlanacağına karar verirken hemşire birçok faktörü göz önünde bulundurmalıdır (Evans vd., 2003; Hevener vd., 2016). Bu amaçla bu çalışmada fiziksel kısıtlama konusunda hemşirelik alanında yapılan lisansüstü çalışmaların değerlendirilmesi ile durum tespiti yapılması ve bu sayede fiziksel tespitle ilgili ihtiyaç duyulan çalışmaların vurgulanması planlandı.

MATERYAL METOT

Bu retrospektif tanımlayıcı tipteki literatür çalışmasında Yükseköğretim Kurulu (YÖK) Ulusal Tez Merkezi Veri Tabanı “fiziksel kısıtlama, fiziksel tespit, hasta tespiti” anahtar kelimeleri kullanılarak hemşirelikte lisansüstü tezlerde literatür taraması yapılmıştır. Araştırma için belirlenen anahtar kelimelerin taranması ile 2002-2023 yılları arasında yapıldığı, 23 tez ve tam metne ulaşılmıştır. Tezler çalışma desenine, yıllara ve lisansüstü düzeylerine göre incelenmiş, ortaya çıkan verilerin frekansları SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) programıyla incelenmiştir.

Araştırmaya dahil edilme ölçütleri;

- YÖK tarafından açık erişim ile yayımlan hemşirelik lisansüstü tezlerin,
- Başlığında “fiziksel tespit”, “fiziksel kısıtlama”, “hasta tespiti” kelimelerinden birinin yer alması,
- Hemşirelik ve/veya hemşirelik ana bilim dalları tarafından yapılmış lisansüstü tez çalışması olmasıdır.

BULGULAR

Yapılan taramalar sonucunda araştırmaya dahil edilme kriterlerini sağlayan 23 adet lisansüstü tez incelemeye alınmıştır. Tezlerden 22'si yüksek lisans, biri doktora düzeyinde olduğu görülmüştür (Tablo 1).

Tablo 1. İncelenen Lisansüstü Tezlerin Türlerine Göre Dağılımı

Tez Türü	n	%
Yüksek Lisans	22	95,65
Doktora	1	4,35

Tez çalışmalarının ağırlıklı olarak tanımlayıcı türde olduğu görülmektedir. İki tez çalışması deneysel tasarımdadır. İlk deneysel tasarımdaki çalışma 2020 yılında yapılmış yarı deneysel tasarımda bir yüksek lisans tezi, ikincisi ise 2022 yılında yapılmış doktora düzeyinde yapılmış yine yarı deneysel tasarımda bir çalışmadır (Tablo 2).

Tablo 2. İncelenen Lisansüstü Tezlerin Yayınlanma Yılına Göre Dağılımı

Yayınlanma Yılı	n	%	Tez Çalışma Tasarımı
2002	1	4,35	Tanımlayıcı
2011	1	4,35	Tanımlayıcı
2015	1	4,35	Tanımlayıcı
2016	3	13,05	İki tanımlayıcı, Bir metodolojik
2017	2	8,7	Tanımlayıcı
2018	2	8,7	Tanımlayıcı
2019	5	21,75	Tanımlayıcı
2020	2	8,7	Bir yarı deneysel, Bir tanımlayıcı
2021	1	4,35	Tanımlayıcı
2022	5	21,75	Bir yarı deneysel, Dört tanımlayıcı

Çalışmaların %56,52'sinin (n=13) örneklemini yoğun bakım hemşireleri, %13,05'ini (n=3) özellikli alan seçilmeden hemşireler, %8,7'sini (n=2) psikiyatri birimindeki hemşireleri, %13,05'ini (n=3) yoğun bakım hastaları, %4,35'ini (n=1) hasta yakınları oluşturmaktadır ve sadece %8,7'sine (n=2) hekimler dahil edilmiştir. Çalışmalarda kullanılan veri toplama formları incelendiğinde; genellikle RASS (Richmond Ajitasyon Sedasyon Skalası), GKS (Glasgow Koma Skalası) ve Davranışsal Ağrı Ölçeği kullanılmıştır. Yoğun bakımda sıklıkla kullanılan bu formlar ile oluşturulan Komplikasyon Tanılama formu kullanılmıştır. Fiziksel tespit konusunda bilgi, tutum, uygulama ve değerlendirme amaçlı "Fiziksel Tespit Uygulama ve Değerlendirme" ve "Hemşirelerin Fiziksel Tespitlere İlişkin Bilgi Düzeyi, Tutum ve Uygulamaları" ölçekleri ile veri toplanmıştır. İki çalışmada anketler araştırmacı tarafından literatür doğrultusunda hazırlanmış olup, uzman görüşü, kapsam geçerliliğine ya da geçerlik

güvenirligi çalışılmamıştır. İki tanımlayıcı tezde “Empatik Eğilim Ölçeği”, farklı iki tezde “Hastane Etik İklim Ölçeği” kullanılmıştır. Son yıllarda en çok kullanılan ölçekler ise; “Fiziksel Kısıtlamaya Yönelik Etik Değerler Formu”, “Hemşirelik Bakımında Etik Tutum Ölçeği”, “Bakım Davranışları Ölçeği”, “Yaşlı Ayrımcılığı Tutum Ölçeği”, “Ahlaki Duyarlılık Anketi”dir.

Tez çalışmalarındaki örneklem sayısı incelendiğinde hekim-hemşire grubu çalışmalarında sadece nitel yöntem kullanılan çalışmanın 11 hemşire, nicel ya da karma tipte çalışmaların hemşire örnekleminin 83-603 arasında değişkenlik gösterdiği; hastalarla yapılan çalışmaların 60-90 arası olduğu, hasta yakını çalışmasının 277 hasta yakınıyla yapıldığı görülmüştür. Genel olarak fiziksel tespite yönelik bilgi, tutum ve uygulama düzeyi ölçülmüş ve benzer sonuçlar elde edilmiştir. Çalışma sonucu önerilerin genelinde fiziksel tespitle ilgili yasal düzenlemeler getirilmesi, rehberler oluşturulması, eğitimler yapılması ve alternatif yöntemlerin yaygınlaştırılmasının önemi dile getirilmiştir.

Yazar, Yıl	Çalışma Başlığı	Örneklem Grubu	Örneklem Sayısı	Sonuç
Hakverdioğlu, 2002	Hemşirelerin Hastalarda Fiziksel Tespit Kullanımına Yönelik Bilgi Düzeylerinin Belirlenmesi	Yetişkin yoğun bakım hemşireleri	116	Hemşirelerin fiziksel tespit amacı, yöntemi, komplikasyonları, takibi konusunda bilgi durumunun düşük olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca hemşireler, fiziksel tespit uygulamasının hemşireler üzerinde de psikolojik etkilerinin olabileceğini belirtmişlerdir.
Ucun, 2011	Psikiyatride Kullanılan Hasta Tespit Yöntemleri ve Hemşire-Hekimin Hasta Tespiti ile İlgili Görüşleri	Psikiyatri servisinde çalışan hekim ve hemşireler	55-53	Hemşire ve hekimlerin fiziksel tespit tutum düzeyleri arasında anlamlı bir fark elde edilmiştir. Tespit kullanımının yasal ve etik boyutuna her iki sağlık profesyoneli benzer yanıt verirken hastadan onam alınması konusunda iki grup da çekimser davranmıştır.
Keskin, 2015	Yoğun Bakım Hemşirelerinin Fiziksel Kısıtlamaya İlişkin Bilgi, Tutum ve Uygulamaları	Yetişkin yoğun bakım hemşireleri	203	Hemşirelerin fiziksel kısıtlama uygulama sıklığı %55 olup, en çok oryantasyon bozukluğu olan ve ajite hastalarda (%50) fiziksel tespit uyguladıkları tespit edilmiştir. Bilgi ve tutum puanlarının yüksek olduğu ancak uygulama puanlarının eğitim, çalışılan kurum, vardiya, servisteki görev, çalıştığı yoğun bakım ünitesine bağlı olarak değiştiği görülmektedir. Uygulama rehberlerinin oluşturulmasının önemine dikkat çekilmiştir.
Göktaş, 2016	Psikiyatri Klinik Hemşirelerinin Fiziksel Tespit Kullanımına İlişkin Bilgi, Tutum ve	Psikiyatri kliniğinde çalışan hemşireler	304	Hemşirelerin fiziksel tespit ilişkili komplikasyonlar hakkında bilgiye sahip olmadıkları, alternatif yöntemleri kullanmadıkları belirlenmiştir. Fiziksel tespite ilişkin bilgilerinin iyi, tutumlarının olumsuz ve uygulamalarının iyi olduğu belirlenmiştir.

	Uygulamalarının Belirlenmesi			Fiziksel tespit konusunda hizmet içi eğitimlerin düzenlenmesinin önemi vurgulanmıştır.
Altunkeser Bulut, 2016	Fiziksel Tespit Uygulama ve Değerlendirme Ölçeği Geliştirme	Hemşire	302	Geliştirilen “Fiziksel Tespit Uygulama ve Değerlendirme Ölçeği”nin geçerli ve güvenilir bir ölçek olduğu belirlenmiştir.
Balcı, 2016	Yoğun Bakım Hemşirelerinin Fiziksel Tespit Edici Kullanımına Yönelik Bilgi, Tutum ve Uygulamaları	Yoğun bakım hemşireleri	158	Hemşirelerin bilgi düzeylerinin iyi olduğu, tutumlarının olumsuz olduğu ve uygulamalarının yeterli düzeyde olmadığı görüldü.
Ertuğrul, 2017	Yoğun Bakım Hastalarına Uygulanan Fiziksel Tespit Materyal ve Süresinin Nörovasküler Komplikasyon Gelişme Üzerine Etkisi	Yoğun bakım hastaları	90	Hastaların %86’sının yatışının ilk 24 saati içinde tespit edildiği, tespitin %85 oranla hastaların endotrakeal tüplerini çıkarmalarını önlemek için tercih edildiği ve tespit edilirken en çok gazlı bez kullanıldığı belirlenmiştir. Üç gün içerisinde en çok görülen komplikasyon kızarıklık, ekstremitte hareketi ve ödem oluşumuna neden olup, süngerli bez tipindeki tespitlerde komplikasyon oluşumu anlamlı derecede azaldığı gözlenmemiştir. Tespit uygulama süresinin artmasının nörovasküler sistem komplikasyonlarının da artmasına ne de olduğu bildirilmektedir.
Kılıç, 2017	Yoğun Bakım Hemşirelerinin Yaşlılara Yönelik Tutumları ile Fiziksel Tespit Edici Kullanımına İlişkin Bilgi, Tutum ve	Yoğun bakım hemşireleri	107	Fiziksel tespite yönelik bilgi düzeylerinin iyi, tutumlarının olumlu, uygulamalarının yeterli ama geliştirilebilir olduğu bulunmuştur.

	Uygulamaları Arasındaki İlişki			
Turna, 2018	Cerrahi Yoğun Bakım Ünitelerindeki Fiziksel Tespit Uygulamalarının Değerlendirilmesi	Yoğun bakım hastaları	60 hasta, 839 fiziksel tespit değerlendirmesi	Araştırma süresince yatan hastaların yarısına fiziksel tespit uygulandığı, uygulama sebeplerinin katater çekilmesinin önlenmesi olduğu, görülen komplikasyonların ödem, kızarıklık, çöküntü olduğu belirlendi. Hastaların üçte birinde tespit sonrası duyu-davranışsal değişimler gözlemlendiği belirlenmiştir.
Gül, 2018	Hemşirelerin Fiziksel Tespite Yönelik Bilgi Düzeyi, Tutum ve Uygulamalarının Değerlendirilmesi	Hemşire	320	Hemşirelerin fiziksel tespite yönelik bilgi düzeylerinin düşük, tutumlarının olumlu, uygulamalarının zayıf olduğu bulunmuştur.
Uysal, 2019	Çocuk Yoğun Bakımda Çalışan Hemşirelerin Fiziksel Tespit Edicilerin Kullanımına İlişkin Görüş ve Uygulamaları: Nitel Bir Çalışma Örneği	Pediyatrik yoğun bakım hemşireleri	11	Fiziksel tespit uygulanmadan önce alternatif olarak büyük çocuklarda konuşarak sakinleştirme, küçük çocuklarda ise emzik verme en sık kullanılan yöntemlerdendir. Hemşirelerin çoğu fiziksel tespitin bakım süresini kısalttığını, ancak bu durumdan dolayı üzgün hissettiklerini ifade etmiştir. Fiziksel tespitin takibini ve kaydetmenin önemini dile getirmişlerdir.
Özdemir, 2019	Fiziksel Kısıtlamaya İlişkin Hasta Yakınlarının Görüşlerinin	Hasta yakınları	277	Yoğun bakımda diğer birimlere göre tespitin daha fazla uygulandığı, erkek hastaların ve bilinci kapalı hastaların daha çok kısıtlandığını, hasta yakınlarının kısıtlama ile ilgili bilgilerinin yeterli olmadığını, hastada komplikasyon gelişiminden dolayı fiziksel tespitin olumsuz algılandığı bulunmuştur. Alternatif yöntemlerin uygulanması gerektiğini

	Karma Yöntem ile Değerlendirilmesi			ancak hemşirelerin alternatif yöntemleri bilmediklerine dikkat çekilmiştir.
Gökmen Ayyıldız, 2019	Hastane Etik İkliminin Hemşirelerin Fiziksel Kısıtlamaya İlişkin Algılarına Etkisi	Hemşire	200	Hemşirelerin fiziksel tespitle ilgili bilgi ve uygulamalarının ortalamasının üzerinde, tutumun orta düzeyde olduğu saptanmıştır.
Kabakoğlu, 2019	Yoğun Bakım Hemşirelerinin Hastalara Fiziksel Tespit Uygulamaları ve Bilgi Düzeyleri	Erişkin yoğun bakım hemşireleri	83	Fiziksel tespitin en çok uygulanma nedenin %45 ile düşmeyi önlemek olduğu bulunmuştur. Hemşirelerin bilgi düzeylerinin oldukça iyi, tutumlarının olumlu, uygulamalarının yüksek olduğu bulunmuştur. Fiziksel tespit konusunun bilimsel dayanakları olması, eğitimin gerekliliği, yasal düzenlemeler ve alternatif yöntemlerin geliştirilmesinin önemine dikkat çekilmiştir.
Güneş, 2019	Yoğun Bakımda Çalışan Hemşire ve Hekimlerin Fiziksel Kısıtlamaya İlişkin Bilgi ve Tutumlarının Etik İkilem Açısından İncelenmesi	Yoğun bakımda çalışan hekim ve hemşireler	113	Hemşirelerin hekimlere kıyasla ahlaki duyarlılıklarının daha düşük olduğu görüldü. Hemşirelerin fiziksel tespit kullanımına yönelik uygulama puanları hekimlerden daha yüksek olup bu iki grup arasında bilgi ve tutumda bir farklılık görülmemiştir.
Yılmaz, 2020	Yoğun Bakım Hemşirelerinin Fiziksel Tespit Edici Kullanımına Yönelik Bilgi Tutum ve Uygulamaları	Yoğun bakım hemşireleri	102	Hemşirelerin fiziksel tespitin ajite hastalara uygulama oranının %100 olduğu, %67'sinin tespite hekimle karar verdiği, %70'inin eğitim almayı istediği sonucuna ulaşılmıştır. Hemşirelerin eğitim sonrası bilgi, tutum, uygulama puanları eğitim öncesine göre anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur. Bu sonuçlar verilen eğitimin etkinliğini ve eğitime olan ihtiyacı göstermektedir. Hemşirelerin bilgi düzeylerinin artırılmasına yönelik hizmet içi

	Üzerine Eğitimin Etkisi			eğitimlerin aralıklı olarak tekrarlanması ve bu eğitimlerin etkinliğinin incelenmesi gerektiğine vurgu yapılmıştır.
Köksal, 2020	Yoğun Bakım Hemşirelerinin Fiziksel Tespit Hakkındaki Bilgi, Tutum ve Uygulamalarının Empatik Eğilimleri ile İlişkisi	Yoğun bakım hemşiresi	132	Hemşirelerin fiziksel tespit kullanımına ilişkin bilgi ve uygulama düzeyinin yüksek, tutumlarının olumlu, empatik eğilimlerinin orta düzeyde olduğu saptanmıştır. Fiziksel tespitle ilgili eğitim alanlar almayanlara göre anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur.
Bozkurt, 2021	Yoğun bakımda çalışan hemşirelerin fiziksel ve kimyasal tespit uygulamalarındaki bilgi tutum ve becerileri	Yoğun bakım hemşiresi	108	Hemşirelerin bilgi, tutum ve uygulama puanlarının yüksek olduğu bulunmuştur.
Gün, 2022	Yoğun Bakım Hemşirelerinin Empatik Eğilim Düzeylerinin Fiziksel Tespite Yönelik Tutum ve Uygulamaları Üzerine Etkisi	Erişkin yoğun bakım hemşiresi	105	Hemşirelerin fiziksel tespite yönelik bilgi düzeyleri yüksek, tutumları olumlu, uygulamalarının yüksek olmadığı bulunmuştur.
Akdeniz, 2022	Yoğun Bakım Hemşirelerinin Fiziksel Kısıtlamaya İlişkin Etik	Yoğun bakım hemşiresi	202	Hemşirelerin %86'sının yoğun bakımda fiziksel tespiti sık kullandığı ve %89'unun karar vermeye aktif katıldığı görülmüştür.

	Değerlerine Etik İklim Algısının Etkisi			
Dokumuş, 2022	Yoğun Bakım Hemşirelerinin Fiziksel Tespit Kullanımına İlişkin Bilgi, Tutum ve Uygulamalarının Etik Tutum Düzeyleri Açısından İncelenmesi	Yoğun bakım hemşiresi	603	Hemşirelerin fiziksel tespitte başvurma nedenlerine bakıldığında %77'sinin hastanın kendisine zarar vermesini önlemek, %69'unun katater çekmesini önlemek ve %67 ile hastanın ajite olması tespitin nedenleri arasında görülmüştür. Hemşirelerin fiziksel tespit kullanımına ilişkin bilgi düzeyleri ve uygulamalarının yeterli, tutumlarının orta olduğu bulunmuştur. Etik tutumları iyi olan hemşirelerin fiziksel tespitte yönelik bilgi, tutum ve uygulama düzeylerinin de iyi olduğu çalışmanın bir diğer sonuçlarındandır.
Kızılırmak, 2022	Yoğun Bakım Hemşirelerinin Fiziksel Tespit Uygulamaları ile Bakım Davranışları Arasındaki İlişki	Yoğun bakım hemşiresi	115	Hemşirelerin %25'i fiziksel tespit ile ilgili eğitim almıştır ve bunların sadece %62'si bu eğitimi çalıştığı kurumdan almıştır. Hemşirelerin fiziksel tespit uygulama ve değerlendirmeleri ile bakım davranışlarının olumlu olduğu ve aralarında pozitif yönde anlamlı bir ilişki olduğu bulunmuştur.
Ertuğrul, 2022	Yoğun Bakım Ünitelerinde Fiziksel Tespit Uygulama Rehberinin Geliştirilmesi ve Bu Rehberin Hasta Sonuçlarına Etkisi	Dahili yoğun bakım hastaları	Girişim öncesi 47, girişim sonrası 41 hasta	Fiziksel tespit rehberine dayalı eğitim verildikten sonra öncesine göre tespit etme oranı 0.7 kat azalmış, fiziksel tespit uygulama süresi kısalmış, fiziksel tespit komplikasyonlarında anlamlı bir azalma görülmüştür.

TARTIŞMA

Fiziksel tespit psikolojik ve fizyolojik bazı zararlara neden olabilecek ve etik ikilemlere sebep olabilecek bir durumdur (Eşer ve Hakverdioğlu, 2006). Tez çalışmaları incelendiğinde bir tez çalışmasında fiziksel tespitin hastayı fizyolojik ve psikolojik olarak etkilerken hemşireyi de psikolojik olarak olumsuz etkilediği görülmüştür (Hakverdioğlu, 2002). Tespit uygulamasına karar vermeden önce tespitin hasta ve hemşire üzerindeki etkileri göz önüne alınmalıdır. Bununla birlikte tespite alternatif yöntemler geliştirilmelidir. Bütün bunlar için yine tezlerin önerilerinde belirtildiği üzere tespit karar destek mekanizmalarının geliştirilmesi ve eğitimlerin verilmesi önemi görünür olmuştur (Ertuğrul, 2022; Göktaş, 2016; Kabakoğlu, 2019; Keskin, 2015; Yılmaz, 2020). Hemşirelerin bu konuda önemli rolleri olduğu göz önüne alındığında ne zaman tespit edici kullanacaklarını belirlemelerinde karar sağlayacak kanıta dayalı uygulamaların azlığı ortaya çıkmıştır (Hevener, 2016). Ülkemizdeki tez çalışmalarında sadece iki tezin yarı deneysel tasarımda olduğu, mevcut iki çalışmanın da eğitim verilerek gerçekleştirildiği gözlemlendi (Yılmaz, 2020; Ertuğrul, 2022). Genel olarak tanımlayıcı nitelikteki tezlerde, hemşirelerin bilgi ve uygulamalarının iyi düzeyde ancak tutumlarının orta düzeyde olduğu elde edildi (Bozkurt, 2021; Dokumuş, 2022; Gökmen Ayyıldız, 2019; Kabakoğlu, 2019; Keskin, 2015; Kılıç, 2017). Çalışmaların ağırlıklı olarak tanımlayıcı olması, deneysel tabanlı ya da eğitime yönelik olmaması hemşirelerin fiziksel tespite karar verme, gereksinimi belirleme, alternatif yöntemleri düşünme durumunu olumsuz etkilemektedir. Konu hakkında rehberlik sağlayacak, uygulamaya yön verecek karar destek sistemlerine ve dolayısıyla randomize deneysel tasarımda çalışmalar ile kanıta dayalı uygulamaların geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

Son yıllarda fiziksel tespit için bazı karar mekanizmaları geliştirilmiştir. Kısıtlama Karar Çarkı (Restraint Decision Wheel), hastanın bilinç ve ajitasyon durumu, tedavisinin aksamasının ne derece öneme sahip olduğu ve hastanın bağımlılık düzeyi ile kısıtlanma durumuna karar veren bir karar destek mekanizmasıdır. Çalışmada hemşirelere verilen bire bir eğitimlerde hemşirenin kısıtlamaya alternatif yöntemlerin birçoğundan haberdar olmadığı görülmüş, alternatif yollarla ilgili eğitimlerin gerekliliği gözler önüne serilmiştir (Hevener ve ark., 2016). Karar Ağacı (The Restraint Decision Tree) ise kas gücü, CAM-ICU değeri ve kataterin önemine göre kısıtlama kararı veren karar destek mekanizmasıdır. Bu çalışmada kullanılan karar destek aracıyla hemşireler, daha net karar vermiş ve kullandıkları araçla verdikleri karardan daha memnun olmuşlardır (Chen, 2021). Aynı zamanda bazı çalışmalarda verilecek eğitimin simülasyon tabanlı olmasının fiziksel tespiti nadir uygulayan ya da daha önce fiziksel tespit uygulamamış hemşirelerin de eğitiminde oldukça etkili olacağını öngörüyor (Tsai vd., 2022; Daughtrey, 2023). Ertuğrul'un 2022 yılında yaptığı yarı deneysel tezinde de görülüyor ki fiziksel tespit için kullanılan rehberle, tespit edilme oranları ve tespit edici komplikasyonları anlamlı derecede azalmıştır (Ertuğrul, 2022).

SONUÇ

Sonuç olarak, yapılan tezlerin büyük çoğunluğu tanımlayıcı türdedir. Çalışmalarda fiziksel tespite yönelik bilgi, tutum ve uygulama durumları incelenmiştir. Fiziksel tespitin karar destek mekanizmalarının geliştirilmesi ve rehberlerin oluşturulması, fiziksel tespite yönelik alternatif yöntemlerin eğitimlerle sunulması tezlerin öneri kısmında yerini almıştır. Fiziksel tespitin

uygulanmasında primer karar verici sağlık profesyoneli hemşirelerin fiziksel tespit konusunda uygulamalarına kanıt oluşturacak deneysel çalışmalara ihtiyaç devam etmektedir.

Sınırlılıklar

Çalışmanın sonuçları, bu çalışma ülkemizde kapsama alınan tezlerle sınırlıdır.

KAYNAKLAR

Acevedo-Nuevo M, González-Gil MT, Martín-Arribas MC. (2021). Physical Restraint Use in Intensive Care Units: Exploring the Decision-Making Process and New Proposals. A Multimethod Study. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 18, 11826.

Alostaz, Z., Rose, L., Mehta, S., Johnston, L., & Dale, C. (2023). Physical restraint practices in an adult intensive care unit: a prospective observational study. *Journal of Clinical Nursing*, 32(7-8), 1163-1172.

Centers for Medicare & Medicaid Services (2006). Medicare and Medicaid programs; hospital conditions of participation: Patients' rights. Final rule. *Federal Register*, 71(236), 71377–71428.

Chen, X., Zhuang, Y., Lao, Y., Qiao, L., Chen, Y., & Guo, F. (2022). Development and implementation of a novel decision support tool on physical restraint use in critically ill adult patients. *International Journal of Nursing Practice*, 28(2), e12961.

Chou, M. Y., Hsu, Y. H., Wang, Y. C., Chu, C. S., Liao, M. C., Liang, C. K., ... & Lin, Y. T. (2020). The adverse effects of physical restraint use among older adult patients admitted to the internal medicine wards: a hospital-based retrospective cohort study. *The journal of nutrition, health & aging*, 24, 160-165.

Daughtrey, L. (2023). Nursing students' experiences of witnessing physical restraint during placements. *Mental Health Practice*, 26(2).

Ertuğrul, B., & Özden, D. (2023). Physical Restraint Experiences of Family Caregivers of Patients With Stroke in Turkey: A Qualitative Study. *Clinical Nursing Research*, 32(3), 499-509.

Eşer, İ., & Hakverdioğlu, G. (2006). Fiziksel tespit uygulamaya karar verme. *Cumhuriyet Nursing Journal*, 10(1), 37-42.

Evans, D., Wood, J., & Lambert, L. (2003). Patient injury and physical restraint devices: a systematic review. *Journal of advanced nursing*, 41(3), 274-282.

Gottschalk, S., Meyer, G., Haastert, B., & Abraham, J. (2023). Prevention of physical restraints in the acute care setting (PROTECT): study protocol for a cluster-randomised controlled pilot study. *BMJ open*, 13(1), e066291.

Hevener, S., Rickabaugh, B., & Marsh, T. (2016). Using a decision wheel to reduce use of restraints in a medical-surgical intensive care unit. *American Journal of Critical Care*, 25(6), 479-486.

Lao, Y., Chen, X., Zhang, Y., Shen, L., Wu, F., & Gong, X. (2023). Critical care nurses' experiences of physical restraint in intensive care units: A qualitative systematic review and meta-synthesis. *Journal of Clinical Nursing*, 32(9-10), 2239-2251.

Liang, S. H., & Huang, T. T. (2023). The optimal intervention for preventing physical restraints among older adults living in the nursing home: A systematic review. *Nursing Open*.

Tsai, P. C., Cheng, C. H., & Tzeng, I. (2022). A cross-sectional study examining the factors affecting nurses' knowledge, attitude, and behavior toward physical restraint use. *Perspectives in Psychiatric Care*, 58(4).

Akdeniz M.N. (2022). Yoğun Bakım Hemşirelerinin Fiziksel Kısıtlamaya İlişkin Etik Değerlerine Etik İklim Algısının Etkisi. (Yüksek Lisans Tezi).

Alişan, M. (2019). Çocuk Yoğun Bakımda Çalışan Hemşirelerin Fiziksel Tespit Edicilerin Kullanımına İlişkin Görüş ve Uygulamaları: Nitel Bir Çalışma Örneği. (Yüksek Lisans Tezi).

Altunkeser Bulut, E. (2016). Fiziksel Tespit Uygulama ve Değerlendirme Ölçeği Geliştirme. (Yüksek Lisans Tezi).

Ayyıldız Gökmen, E.B. (2019). Hastane Etik İkliminin Hemşirelerin Fiziksel Kısıtlamaya İlişkin Algılarına Etkisi. (Yüksek Lisans Tezi).

Balcı, H. (2016). Yoğun Bakım Hemşirelerinin Fiziksel Tespit Edici Kullanımına Yönelik Bilgi, Tutum ve Uygulamaları. (Yüksek Lisans Tezi).

Bozkurt, B. (2021). Yoğun Bakımda Çalışan Hemşirelerin Fiziksel ve Kimyasal Tespit Uygulamalarındaki Bilgi Tutum ve Becerileri. (Yüksek Lisans Tezi).

Dokumuş, H. (2022). Yoğun Bakım Hemşirelerinin Fiziksel Tespit Kullanımına İlişkin Bilgi, Tutum ve Uygulamalarının Etik Tutum Düzeyleri Açısından İncelenmesi. (Yüksek Lisans Tezi).

Ertuğrul, B. (2017). Yoğun Bakım Hastalarına Uygulanan Fiziksel Tespit Materyal ve Süresinin Nörovasküler Komplikasyon Gelişme Üzerine Etkisi. (Yüksek Lisans Tezi).

Ertuğrul, B. (2022). Yoğun Bakım Ünitelerinde Fiziksel Tespit Uygulama Rehberinin Geliştirilmesi ve Bu Rehberin Hasta Sonuçlarına Etkisi. (Doktora Tezi).

Göktaş, A. (2016). Psikiyatri Klinik Hemşirelerinin Fiziksel Tespit Kullanımına İlişkin Bilgi, Tutum ve Uygulamalarının Belirlenmesi. (Yüksek Lisans Tezi).

Gül, Ü. (2018). Hemşirelerin Fiziksel Tespite Yönelik Bilgi Düzeyi, Tutum ve Uygulamalarının Değerlendirilmesi. (Yüksek Lisans Tezi).

Gün, Ş. (2022). Yoğun Bakım Hemşirelerinin Empatik Eğilim Düzeylerinin Fiziksel Tespite Yönelik Tutum ve Uygulamaları Üzerine Etkisi. (Yüksek Lisans Tezi).

Güneş, T. (2019). Yoğun Bakımda Çalışan Hemşire ve Hekimlerin Fiziksel Kısıtlamaya İlişkin Bilgi ve Tutumlarının Etik İkilem Açısından İncelenmesi. (Yüksek Lisans Tezi).

Hakverdioğlu, G. (2002). Hemşirelerin Hastalarda Fiziksel Tespit Kullanımına Yönelik Bilgi Düzeylerinin Belirlenmesi. (Yüksek Lisans Tezi).

Kabakoğlu, Z. (2019). Yoğun Bakım Hemşirelerinin Hastalara Fiziksel Tespit Uygulamaları ve Bilgi Düzeyleri. (Yüksek Lisans Tezi).

Keskin, H. (2015). Yoğun Bakım Hemşirelerinin Fiziksel Kısıtlamaya İlişkin Bilgi, Tutum ve Uygulamaları. (Yüksek Lisans Tezi).

Kılıç, G. (2017). Yoğun Bakım Hemşirelerinin Yaşlılara Yönelik Tutumları ile Fiziksel Tespit Edici Kullanımına İlişkin Bilgi, Tutum ve Uygulamaları Arasındaki İlişki. (Yüksek Lisans Tezi).

Kızılırmak, H. (2022). Yoğun Bakım Hemşirelerinin Fiziksel Tespit Uygulamaları ile Bakım Davranışları Arasındaki İlişki. (Yüksek Lisans Tezi).

Köksal, M. (2020). Yoğun Bakım Hemşirelerinin Fiziksel Tespit Hakkındaki Bilgi, Tutum ve Uygulamalarının Empatik Eğilimleri ile İlişkisi. (Yüksek Lisans Tezi).

Özdemir, Ö.F. (2019). Fiziksel Kısıtlamaya İlişkin Hasta Yakınlarının Görüşlerinin Karma Yöntem ile Değerlendirilmesi. (Yüksek Lisans Tezi).

Turna, Ö. (2018). Cerrahi Yoğun Bakım Ünitelerindeki Fiziksel Tespit Uygulamalarının Değerlendirilmesi. (Yüksek Lisans Tezi).

Ucun, Y. (2011). Psikiyatride Kullanılan Hasta Tespit Yöntemleri ve Hemşire- Hekimin Hasta Tespiti ile İlgili Görüşleri. (Yüksek Lisans Tezi).

Yılmaz, E. (2020). Yoğun Bakım Hemşirelerinin Fiziksel Tespit Edici Kullanımına Yönelik Bilgi Tutum ve Uygulamaları Üzerine Eğitimin Etkisi. (Yüksek Lisans Tezi).

AFETLERDE HEMŞİRELİĞİN ROLÜ VE ÖNEMİ: TRIYAJ EĞİTİMİNİN VURGULANMASI

Hemşire Mehmet Selim TEK

Dicle Üniversitesi, - 0009-0003-9998-5371

Hayatımızın bir parçası olan afetler, beklenmedik ve acil durumlardır ve toplum sağlığını ciddi bir şekilde etkileyebilir. Bu tür durumlarda sağlık sisteminin verimli ve etkili bir şekilde çalışması hayati önem taşır. Hemşireleri afetlerin yönetiminde önemli rol oynarlar ve sağlık hizmetlerinin etkili bir şekilde sunulmasında kişi sayısı olarak en büyük ekibi oluşturmaktadır.

Yapılan tez ve makale araştırmaları dünya genelindeki hemşirelerin büyük bir kısmının triyaj konusunda yetersiz olduğunu göstermektedir. Özellikle afetlerde, sağlık hizmetlerinin etkili bir şekilde dağıtılmasını sağlayan triyajın bilinmemesi oranı oldukça yüksektir. Bu durum afetlerde sağlık hizmetinin verimliliğini ve etkinliğini olumsuz etkileyebilir ve hayat kurtaracak müdahalelerin gecikmesine yol açabilir.

Temel olarak hemşirelerin afetlerdeki rolü ve önemini vurgulamak ve özellikle afet triyajı konusunda yapılan eksikliklere dikkat çekmektir. Triage, acil durumda hasta önceliklendirme sürecidir ve afetlerde hayati öneme sahiptir. Ancak afet triyajı için yeterli eğitim ve uygulama mevcut değildir, bu da afetlerde sağlık hizmetlerinin etkili bir şekilde dağıtılmasını zorlaştırır. Eğitim kurumları ve sağlık kuruluşları arasındaki iş birliğiyle hemşirelerin afetlerdeki görevlerini daha etkin bir şekilde yerine getirebilmeleri için uygun eğitim ve kaynaklar sağlanmalıdır.

Sonuç olarak dünya genelindeki hemşirelerde triyaj yapamama oranının yüksek olması, afetlerde hemşirelerin etkili bir şekilde rol alabilmesi için eğitimin önemli bir faktör olduğunu göstermektedir. Özellikle triyajın yapılamaması gibi sorunların üstesinden gelmek için afet hemşireliği alanında uzmanlaşmış eğitim programlarının geliştirilmesi ve uygulanması gerekmektedir. Bu şekilde toplum sağlığının afetlerde korunması ve iyileştirilmesi için daha hazırlıklı bir sağlık personeli grubu oluşturulabilir.

Anahtar Kelimeler: Afetler, Eğitim, Hemşirelik, Triage

RECONSTRUCTION OF COMMUNICATION INFRASTRUCTURE IN KARABAKH, AN INTEGRAL PART OF AZERBAIJAN

Albina Chingiz HASHIMOVA

Azerbaijan State Academy Of Physical Education And Sport, Baku (Azerbaijan)

<https://orcid.org/0000-0002-9866-5865>

ABSTRACT

Reconstruction and innovative development of the territories freed from occupation after the 44-day Second Karabakh Patriotic War is the main goal not only of the state, but also of the society. The priority goal of the state is not only the restoration of the previous economic situation, but also the reconstruction and development of the territories freed from occupation. The preliminary analysis of the studied issues shows that all the activities carried out in the Karabakh region are organized and regulated directly by the state. In this framework, work is being continued on the formation of economic development in the region, the optimal selection of innovative management and regulatory mechanisms. New mechanisms of state management and regulation are being investigated for the formation and development of Karabakh as an exemplary socio-economic center not only within Azerbaijan, but also in Eurasia. The adoption and implementation of the 4 State Programs for the socio-economic development of regions in the Republic of Azerbaijan covering the years 2004-2023 should be evaluated as an important stage in the socio-economic development of our country and its transformation into a powerful state. "At the current stage, the socio-economic development policy of the regions has determined the priorities of the future development of the economy of Azerbaijan. This policy determines the main direction of the socio-economic development of individual economic regions, and then it ensures the selection of possible measures for their realization and the reflection of the stages and periods of their implementation, and most importantly, their executors. Here, at the stage of assessing the real situation, it is important to select strategic goals and determine the actual measures for the implementation of these goals, especially to identify infrastructure, organization, and resource deficiencies for their implementation and to determine ways to eliminate them."

It is the selection of Karabakh as a favorable place for the transfer of innovations between the agents of the economic system that allows to speed up the process of creating various forms of innovative cooperation and partnership. In order to formulate a "smart" innovative development strategy in Karabakh, it is important to pay attention to the characteristics of the economic system, natural resource potential, field specialization and other opportunities, taking into account its uniqueness and competitive advantages. In this case, the innovation environment that will be created will help to form a culture of innovation specific to the region, which in turn can serve as a mechanism that unites the interests of various groups (government bodies, business world, civil society, scientific and educational institutions, etc.).

Keywords: Azerbaijan, Karabakh, communication services, communication infrastructure, State programs

Karabakh is one of the most beautiful regions of Azerbaijan. Karabakh, with its fascinating scenic nature and rich spiritual and cultural traditions, is the birthplace of many outstanding Azerbaijani scientists, poets, writers, artists, musicians and singers. Karabakh is the cradle of Azerbaijani music. Hundreds of musical works, which are among the oldest and rarest examples of Azerbaijani folk folklore, were created in Karabakh.

Karabakh is one of the oldest historical regions of Azerbaijan. In 1968, the remains of an ancient man were found in the Azikh cave located in the Karabakh territory. It is believed that people lived in this area 250-300 thousand years ago. The rich nature and natural resources of these ancient lands have always been in focus.

In the late 80s and early 90s of the 20th century, Armenia made open territorial claims to the historical lands of Azerbaijan and started military aggression against our country. At that time, Armenia occupied 20% of our lands, using the violence that prevailed in Azerbaijan, and more than 1 million Azerbaijanis were displaced from their homeland as a result of the ethnic cleansing policy implemented by Armenia.

The nearly 30-year-long negotiation process on eliminating the consequences of military aggression against Azerbaijan and implementing UN Security Council Resolutions 822, 853, 874 and 884 has not yielded results due to Armenia's destructive position.

On September 27, 2020, the armed forces of the Republic of Armenia grossly violated the norms of international law again, using various types of weapons, including heavy artillery, and fired at residential areas and military positions of the Republic of Azerbaijan from several directions. In which there are dead and injured among the servicemen, the Armed Forces of the Republic of Azerbaijan have started counter-offensive operations in order to prevent and neutralize real and potential military threats against the national security of the Republic of Azerbaijan.

On September 27, 2020, the President of the Republic of Azerbaijan, in order to prepare for the defense of the country, population and territory, as well as the Armed Forces and other armed forces, when the armed forces of the Republic of Armenia occupy the Nagorno-Karabakh region of the Republic of Azerbaijan and its surrounding regions, there is a real threat of an armed attack against the Republic of Azerbaijan. With the Decree dated September 28, 2020, from 00:00, martial law was declared in the entire territory of the Republic of Azerbaijan, with the Decree dated September 28, 2020, partial mobilization was announced in the Republic of Azerbaijan, preparations for military operations and decisions on their conduct has been accepted. The 44-day war ended with the victory of the glorious army of the Republic of Azerbaijan.

Unfortunately, as a result of nearly 30 years of occupation by Armenian fascism, all our resources were exploited and looted in these areas. The enemy has not left behind his abominable deeds by taking everything for himself. Cultural centers, museums, and historical monuments were also destroyed and destroyed, and valuable objects with ancient history were removed from our country. The occupying regime conducted illegal archaeological excavations in various regions of Karabakh until the last days of the Second Karabakh War, and the artifacts found were transported to Armenia. Our historical and cultural monuments have been looted, all the infrastructure has been destroyed, the mosque and its minarets, which are considered ancient architectural monuments, have been brutally blown down, and shrines have been destroyed.

As a result of the successful implementation of the socio-economic development state programs of the regions of the Republic of Azerbaijan, which were adopted in order to ensure the sustainable and balanced development of the cities and regions of our country, the face of our cities, towns and villages has changed radically, the economic potential of the regions has increased, infrastructure provision, the quality of public services provided to the population, business and the investment environment has improved, the welfare of the population has increased.

Consecutively implemented purposeful reforms and large-scale measures further strengthened the economic and military-defense power of our country and created a strong foundation for winning a brilliant victory in the 44-day Patriotic War.

At present, large-scale measures are being taken in the direction of the restoration of territories freed from occupation, ensuring their future development, creating the necessary infrastructure, and returning the population to their native lands. The expediency of carrying out all the work on the basis of a single program to ensure their equal development by effectively using the rich economic potential, natural resources and wide tourism opportunities of the mentioned areas requires a review of the division of regions whose territories have been freed from occupation into economic regions.

They are located in the eastern part of the Zangezur plateau, surrounded by the Zangezur mountain range, occupying a large area from Lachin and Kalbajar to Nakhchivan, located on the border with Armenia and in the same geographical area, historically together, as well as being part of the Zangezur district, which was established in 1861 for many years, and traditional socio-economic, their historical and cultural connections make Zangilan, Gubadli, Jabrayil, Lachin and Kalbajar regions necessary to unite in a single economic region.

Aghdam, Shusha, Fuzuli, Tartar, Khojavand, Khojaly regions and the city of Khankendi, as well as Aghjabadi and Barda regions belonging to the Karabakh region, including the unique rich historical and cultural heritage, mysterious nature, and the new Karabakh to ensure the restoration and rapid development of the ancient Karabakh region. it is also important to create an economic district.

The reintegration of the liberated territories into the economy of our country requires increasing the efficiency of planning for other economic regions, including the Ganja-Gazakh and Aran economic regions, ensuring flexibility in economic management, and for this purpose, revising the composition of those economic regions.

Thus, the new economic division of the Republic of Azerbaijan is as follows.

1. Baku economic district (Baku city);
2. Nakhchivan economic region (Nakhchivan city, Babek, Julfa, Kangarli, Ordubad, Saderak, Shahbuz and Sharur regions);
3. Absheron-Khizi economic region (Sumgait city, Absheron and Khizi regions);
4. Mountainous Shirvan economic region (Aghsu, Ismayilli, Gobustan and Shamakhi regions);
5. Ganja-Dashkasan economic region (Ganja and Naftalan cities, Dashkasan, Goranboy, Goygol and Samukh regions);
6. Karabakh economic region (Khankendi city, Aghjabadi, Agdam, Barda, Fuzuli, Khojaly, Khojavand, Shusha and Tartar regions);

7. Gazakh-Tovuz economic region (Aghstafa, Gadabey, Gazakh, Shamkir and Tovuz regions);
8. Guba-Khachmaz economic region (Khachmaz, Guba, Gusar, Siyazan and Shabran regions);
9. Lankaran-Astara economic district (Astara, Jalilabad, Lerik, Lankaran, Masalli and Yardimli districts);
10. Central Aran economic region (Mingachevir city, Agdash, Goychay, Kurdamir, Ujar, Yevlakh and Zardab regions);
11. Mil-Mugan economic region (Beylagan, Imishli, Saatli and Sabirabad regions);
12. Sheki-Zagatala economic region (Balaken, Gakh, Gabala, Oguz, Sheki and Zagatala regions);
13. Eastern Zangezur economic region (Jabrayil, Kalbajar, Gubadli, Lachin and Zangilan regions);
14. Shirvan-Salyan economic region (Shirvan city, Bilasuvar, Hajigabul, Neftchala and Salyan regions).

In order to revive the economy of the region in Karabakh, restore and rebuild the towns and villages destroyed by Armenian fascism in these areas as soon as possible, and ensure the quick return here, a large amount of construction and improvement works have been carried out in the liberated areas, the areas have been cleared of mines, and the necessary infrastructure has been created. stored in the center. The groundbreaking ceremony, which began on November 16, 2020, gave rise to large-scale construction works in the infrastructures of electric power, road and railways, and airports.

The expenses related to the reconstruction of Karabakh and Eastern Zangezur will be financed within the framework of the realization of the goals contained in "Azerbaijan 2030: National Priorities for socio-economic development" and "Socio-economic development strategy of the Republic of Azerbaijan in 2022-2026" approved by the President of Azerbaijan Ilham Aliyev. . In 2023, 60 percent of the 5 billion 244 million manat allocated for the fulfillment of the goals set within the framework of the strategy will be directed to reconstruction and restoration works in Karabakh and Eastern Zangezur.

Thus, in terms of short-term reintegration of the liberated territories into the country's economy, it is extremely important to restore communications by building a transport infrastructure that meets international standards within the territory, as well as between the territory and other regions, expand regional cooperation in this area, and strengthen the transit potential of the region.

For this purpose, the representatives of the relevant institutions provided information on the currently implemented priority projects for the restoration of roads and railways, as well as airports, which existed in those territories before the occupation, and the construction of new ones in accordance with the demand, and discussions were held in the direction of solving the issues that arose during the implementation of the projects.

It was also noted at the meeting that for the comprehensive integration of the freed territories into the single information and communication space of the country, the construction of highway and local telecommunication networks and connection to the public telecommunication network of the republic by providing alternatives, the construction of mobile and fixed telecommunication networks in accordance with modern requirements, living

and working there quality and uninterrupted telephone, internet, radio-television broadcasting, mail-finance, etc. based on new technologies to the population and state institutions. necessary measures will be taken regarding the organization of services, the provision of air radio control and the security of the air space. For this purpose, the "Action Program on the organization of communication services in the territories freed from occupation of the Republic of Azerbaijan" was prepared, submitted to the Interdepartmental Center, taking into account the opinions of the relevant Working Groups and institutions, and was implemented accordingly.

ESTABLISHMENT OF MOBILE STATIONS IN KARABAGH.

"Azercell Telekom", which built the first mobile infrastructure in the liberated lands from occupation, launched about 100 radio base stations based on 2G/3G/4G standards in our liberated lands.

As reconstruction and restoration work expands in the liberated historical lands of Azerbaijan, including the ancient city of Shusha, opportunities are created for more people to visit and work in these areas. In addition to the technical staff providing uninterrupted mobile communication, Azercell's customer services also take the initiative to provide full support to subscribers who already benefit from the coverage of the company's network.

In this regard, on September 22-23, Azercell Mobile Customer Services organized a long visit to the city of Shusha and performed full customer service activities. Azercell Customer Service team met with various subscribers who are currently working in Shusha in the big square located near Yukhari Govhar Aga Mosque, Shusha City Executive Authority and the recently commissioned Karabakh hotel. During the visit, more than 50 different customer operations were performed, including servicemen, medical personnel, employees of various institutions and companies, and services were provided to about 200 subscribers. It should be noted that, as a rule, all types of services and operations provided at Azercell's Customer Service Centers, including operations such as new establishment, SIM card replacement, and number restoration, were performed free of charge for all Shusha subscribers.

Currently, Azercell is intensively continuing the construction of the mobile network infrastructure, which will be a necessary platform in order to contribute to the rapid development of our territories freed from occupation. Thus, by installing 2G/3G/4G radio base stations in our lands freed from occupation, Azercell will cover Shusha, Aghdam, Fuzuli, Jabrayil, Zangilan, Gubadli, Kalbajar districts, Istisu, Hadrut, Sugovushan settlements, many villages and other areas of Khojavand and Lachin districts. has already provided high-quality mobile services.

The main task and goal of Azercell is to accelerate the expansion of the new generation network with full capacity in the territories free from occupation and to provide the population who will return to these territories with mobile internet and advanced communication services. The visit of the company's Mobile Customer Services to Shush was the first of many trips planned to other regions of Karabakh.

"At the next stage of this large-scale project, the mobile operator switched to the "green energy" mode by applying environmentally friendly technologies. Thus, "Azercell" equipped the base stations in Gubadli and Jabrayil with solar panels, which previously worked with diesel generators, and created an opportunity to reduce the emission to the environment and energy consumption. In order to contribute to the development of infrastructure in the lands freed from occupation, "Azercell Telekom" opened the "Azercell Exclusive" office in Shusha as the next

important step in this field, and made the first official sales and service point available to its subscribers in Agah village of Zangila," the information states.

Following the cleansing of our lands from the enemy, Bakcell will continue to provide excellent customer experience and the highest quality mobile communication services throughout the territory of the Republic of Azerbaijan with great pride. In agreement with the relevant state institutions, Bakcell will start building a stable mobile communication infrastructure in the territories freed from occupation.

These days, Bakcell carries out network optimization and 24-hour monitoring to ensure high-quality mobile communication throughout the country, including the frontline zones. Thanks to the mobile base stations currently operating in the frontline areas, Bakcell provides uninterrupted mobile communication service here.

Bakcell company, which supports our Army and our people in all fields, has transferred funds in the amount of 1 million 500 thousand manats to the Armed Forces Aid Fund to support our Army, which is advancing bravely for the prevention of Armenian aggression at the front and the liberation of the occupied Azerbaijani lands, and has started the implementation of other social responsibility projects.

It should be noted that in 2017, the Company participated in the rehabilitation of the liberated village of Cojug Marjanli of Jabrayil district and improved the mobile communication network there. As part of this improvement work, a new base station was built at the initial stage. Later, Bakcell company prepared a special tariff for residents of Cocuq Marjanli.

Bakcell company has successfully commissioned its 101st base station in Karabakh. In accordance with the plan set at the beginning of the year, the company has invested 23 million manats in the expansion of its network in the territories freed from occupation in 2022.

Thanks to the 4G base stations installed here, subscribers can make faster, clearer and uninterrupted calls over VoLTE, the most modern voice technology.

In 2022, the Bakcell network was once again recognized by Ookla® as "the fastest mobile network in Azerbaijan.

The company is restoring the territories freed from occupation and creating the necessary infrastructure will continue to actively participate in large-scale events.

Another step in the restoration work in our lands freed from occupation: the technical staff of the Bakcell company continues to build the network in Karabakh, and the Bakcell network already covers the city of Shusha.

2G, 3G and 4G base stations of "Bakcell" have already been installed in Shusha and Cidir plain, Jabrayil district, Khojavand including Hadrut settlement. Bakcell will continue its large-scale work aimed at expanding the scope of the network and providing high-quality services in Karabakh.

It should be noted that the Bakcell network has been named "the fastest mobile network in Azerbaijan" for 3 years in a row by independent mobile benchmarking organizations.

Constantly expanding the scope of its network throughout the country, "Nar" provides its network to the regions freed from occupation. Base stations with 2G, 3G and 4G technology have been launched in Hadrut settlement and Jabrayil district of Khojavand region. It should be noted that "Nar" continues the installation of base stations in the city of Shusha within the framework of the "Karabakh Plan" in order to provide the territories freed from occupation with modern and permanent network infrastructure.

Aiming to provide the population with high-quality internet, "Nar" has installed more than 50 new base stations in the first quarter of 2021. With this, the mobile operator provides uninterrupted internet to the country's population with more than 5,670 base stations.

It should be noted that compared to the first quarter of last year, the volume of data traffic transmitted by LTE-A technology increased by 22% in the corresponding period of this year. At present, about 82% of the total internet in the network is provided over LTE-A technology base stations. It should be noted that "Nar" Internet network covers 89% of the country's territory and 99.9% of the country's population.

It should be recalled that during the Patriotic War, "Nar" provided the freed territories with mobile communications through mobile base stations.

KALBAJAR, LACHIN, ZANGILAN AND SHUSHA RADIO AND TELEVISION BROADCAST STATIONS HAVE BEEN COMMISSIONED.

In connection with the implementation of President Ilham Aliyev's Decree dated October 29, 2020 "On the organization of temporary special administration in the territories liberated from occupation of the Republic of Azerbaijan", work is being continued to restore the infrastructure, including radio and television broadcasting stations, in the territories liberated from occupation.

A new 17-meter metal tower was put into operation in the city of Kalbajar by "Radio-Television Broadcasting and Satellite Communication" PU (Teleradio) of the Ministry of Transport, Communications and High Technologies regarding the restoration of radio-television broadcasts in the liberated territories. With this, the broadcasting of 8 TV and 1 radio stations in the city of Kalbajar and 15 surrounding villages of the region was ensured.

It should be noted that works have been started to restore the operation of the Shahyeri station located in the Shahyeri village of the Hadrut settlement of the Khojavend region. The station is expected to be commissioned by the end of this year. As a result of putting the mentioned station into operation, radio and television broadcasting will be provided in Khojavand, Fuzuli and Jabrayil regions. In parallel with this, the reconstruction of the infrastructure of the Gubadli station, which was completely destroyed and looted by the Armenians during the occupation, and the reconstruction of the existing Minjivan station located in the Zangilan region, and the restoration of radio and television broadcasting in these regions, are being carried out.

It should be noted that appropriate equipment was installed at the Shusha Radio-Television Broadcasting Station, and radio-television broadcasting was resumed in the cities of Shusha, Khankendi and Khojaly, Aghdam, Barda regions, as well as surrounding settlements, starting from December 31, 2020.

Finally, let's remind that in accordance with the "Action Program on the Organization of Communication Services in the Liberated Territories of the Republic of Azerbaijan", work is being continued in other directions in the liberated territories.

In connection with the restoration of radio and television broadcasts in the liberated territories, by the "Radio-Television Broadcasting and Satellite Communication" Production Union (Teleradio İB) of the Ministry of Digital Development and Transport, using the existing 30-meter tower of the Mincivan Radio-Television Broadcasting Station, located in the Minjivan settlement of Zangilan district, 8 Broadcasting of TV and 2 radio programs in Zangilan city and more than 10 villages of Zangilan region was ensured.

Lachin Radio-Television Broadcasting Station (RTYS) located in Lachin district was commissioned on September 9 as part of the reconstruction of the radio-television broadcasting network in the liberated territories.

As a result, broadcasting of 8 TV programs in a digital package (AzTV, Culture TV, Sports Azerbaijan TV, Public TV, Azad Azerbaijan TV, Khazar TV, CBC, Real TV), Azerbaijan Radio, Public Radio in Lachin district, as well as in the villages of Shusha and Gubadli districts in the direction of Lachin provided.

It is planned to carry out relevant works in the future in order to increase the station's infrastructure and broadcasting capabilities.

Specialists of the "Radio-Television Broadcasting and Satellite Communication" Production Union (Teleradio İB) of the Ministry of Transport, Communications and High Technologies have restored the Shusha Radio-Television Broadcasting Station (RTYS) for the purpose of radio and television broadcasting in the liberated territories.

Appropriate work has been done to supply the equipment with electricity and normal broadcasting has been started from the Shusha Radio-Television Broadcasting Station.

"AzTV", "Medaniyet" TV, "Idman Azerbaijan" TV, "İctimai" TV, "CBC" TV, "CBC Sport", "Real" TV, "Khazar" TV, "Azad Azerbaijan", which are already broadcast across the country. TV and "ARB-24" channels are broadcast to Shusha, Khankendi cities and Khojaly, Aghdam, Barda regions, as well as surrounding settlements.

At the same time, "Azerbaijan" radio and "Public" FM radio cover Shusha, Khankendi, Mingachevir, Yevlakh cities and Khojaly, Aghdam, Barda, Goychay regions, as well as surrounding settlements in stereo, that is, in full quality mode.

It should be noted that along with Azerbaijani channels, Turkey's TRT1 channel will also be broadcast in the territories of Khojavand, Jabrayil, Fuzuli, Zangilan districts, Shusha and Khankendi cities, Gubadli, Khojaly, Aghdam districts.

POSTAL SERVICE IN LIBERATED TERRITORIES.

"Azerpocht" LLC of the Ministry of Transport, Communications and High Technologies opened a Postal Agency in Hadrut settlement of Khojavend region.

"Azerpocht" LLC of the Ministry of Transport, Communications and High Technologies opened a Postal Agency in Hadrut settlement of Khojavend region.

The Postal Agency of the Customer Service Department of the Fuzuli Postal Branch has opened in Hadrut settlement. At present, work is being done to open 5 modular post offices in Jabrayil, Gubadli, Zangilan, Fuzuli and Hadrut. In addition, proposals are being made for defining new postal routes for the organization of special postal communication and postal services in accordance with the demand in all regions.

Before the occupation, 295 post offices operated in the liberated territories of Azerbaijan.

In order to restore the telecommunication infrastructure in all regions freed from occupation by the Ministry, relevant services are organized, communication infrastructure is built, and services are provided in the areas with current conditions. In demining areas, postal services have been established according to demand. At present, Fuzuli and Jabrayil Post branches provide delivery of postal items addressed to the military units in the areas freed from occupation.

The Postal Agency of the Customer Service Department of the Fuzuli Post Branch in Agoghlan settlement of Khojavand region (Hadrut) has started to operate.

According to the information provided by the Ministry of Transport, Communications and High Technologies, relevant services are being organized, communication infrastructure is

being built and services are being provided in the areas with current conditions in order to restore the telecommunication infrastructure in all regions freed from occupation by the institution.

In demining areas, postal services have been established according to demand. At present, Fuzuli and Jabrayil Post branches provide delivery of postal items addressed to the military units in the areas freed from occupation.

INTERNET SERVICE IN LIBERATED TERRITORIES.

In Azerbaijan, work has been started to fully cover the territory of the country with high-speed broadband optical internet by 2024. At the same time, steps are being taken to optimize the activities of Internet providers, for which the Information and Communication Technologies Agency under the Ministry of Digital Development and Transport has recently started registering provider structures. The main purpose of these measures is to create a transparent operating environment, strengthen the protection of consumers' rights, improve the quality of network services, and ensure access to high-speed Internet for all residents of the republic.

Recently, attention to the issues of digital development of the corporate and state sectors in the country has increased significantly, and the task of achieving this goal as soon as possible at the level of the head of state, among other issues, has been formulated many times. By accelerating the construction of the necessary network infrastructure in the entire territory of Azerbaijan. Large-scale initiatives on the formation of optical networks in the capital and regions have been carried out for quite a long time, including the implementation of components of the Fiber to the Home (FTTH) program, which provides fiber optic connection directly to consumers. These projects of varying intensity have been implemented over the past six to seven years, and as a result, broadband services have been provided to the residents of Baku, Sumgait, Ganja, Khyrdalan, Shirvan and Mingachevir cities, where high-speed networks are available. Based on optical technologies such as GPON (Gigabit-capable Passive Optical Networks), it provides 30-100 Mb/s to most consumers in the capital and large cities.

About a year and a half ago, the situation was noticeably different in small towns, rural areas of the country, and even in some settlements of the Absheron Peninsula, where about 70% of households were connected to the network using outdated ADSL technology. Copper cable of PBX phone lines. In this case, the average connection speed is 4-5 Mbit/s, which is quite low considering modern needs. Due to the backwardness of the regional network infrastructure, access to the Internet via fiber-optic cable was possible only for one fifth of the users in the regions of the republic as a whole. And although a year ago, about 85 out of 100 people in Azerbaijan had Internet users, which exceeded the world average (63 users), our country was far behind in international rankings for the average speed of access through stable broadband Internet.

In order to eliminate the network disproportion between large cities and rural areas and to increase the average speed of fixed internet, the communication department is carrying out large-scale works towards the creation of local infrastructure covering all residential areas of the country by the end of 2024. provision of broadband Internet access (broadband access) throughout the country, including in remote regions and high mountain villages, at a speed of at least 30 Mbit/s. As a result of the efforts of the state telecommunications and network

operators - "Aztelekom" LLC and "Baktelekom" LLC, important progress has been made in this field in the last two years, the construction of trunk and distribution networks in the regions of the country using GPON broadband technology, etc. These projects are mainly funded from the budget, but international donor structures are also involved: at the end of last year, the European Bank for Reconstruction and Development (EBRD) allocated a \$50 million loan to Aztelecom for the implementation of modern broadband infrastructure in more than 280,000 countries. improving the quality of households and telephone communication in the regions of the country.

In total, since the implementation of the FTTH project and other initiatives to expand the digital infrastructure by 2023, approximately 766,000 households across the country have gained access to optical internet, of which 539,000 have gained access to optical internet in 2021-2022. . The average speed of fixed broadband Internet increased by 17.5 Mbit/s to 26.3 Mbit/s on January 1, 2023 compared to January last year. Network speed indicators are evaluated based on objective criteria based on Ookla's world-renowned Speedtest Global Index methodology.

This is undoubtedly a good result, but the republic still needs to overcome the backlog in a number of remote regions, develop the network in the liberated territories, and most importantly, improve the efficiency of cooperation between state providers and private Internet providers and cable operators. to involve them in the development of network infrastructure in the regions. This is not an easy task, because today private ISPs are mainly interested in providing services and expanding their networks in large cities with backbone optical infrastructure, dense buildings and a correspondingly large number of customers. in the immediate vicinity, their activity is many times more profitable and profitable.

At the same time, the Information and Communication Technologies Agency, which is part of the communication department, has recently started registering operators and providers of telecommunication internet services, including host providers, in accordance with the requirements of the "Telecommunications" law. "Rules for keeping records of operators and providers providing Internet telecommunication services. Actions implemented by the agency are aimed at creating a transparent environment, public control opportunities and fair competition, which are very important for network users. "The purpose of the accounting process is to collect and generalize the necessary information about subjects providing internet telecommunication services in the country, including studying the situation in the regulated area and strengthening the protection of consumers' rights."

This is an extremely important task, because there are many shortcomings in the market of network services due to the lack of licensing mechanisms in the operation of local Internet providers. Control over compliance with the technical minimums for the optical network, the capacity of servers and other IP equipment, and the announced speed characteristics, formed by the network operators, is extremely weak. Therefore, it is necessary for the providers to be legally responsible for the quality of the additional paid services they provide, and in general, an effective mechanism is needed for the reorganization of the local Internet market and the improvement of the standards applied there. Let's hope that the efforts of the Information and Communication Technologies Agency will help to solve some of these problems.

APPLICATION OF SMART CITY CONCEPT IN TERRITORIES LIBERATED FROM OCCUPATION.

The government of Azerbaijan intends to use the "smart city" concept in the reconstruction of settlements in Karabakh. A smart city uses information and communication technologies (ICT) to improve both the quality of public services and the well-being of citizens, to find quick and reliable solutions to urban problems, and to provide residents with productive interactions with public officials by improving social conditions. and economic quality of life.

Specialized smart applications receive, manage and analyze real-time data to help city leaders, businesses and citizens make better decisions. Citizens are directly connected to smart city ecosystems through smartphones and mobile devices, as well as smart cars and homes. Connecting devices and data to city infrastructure and services helps reduce costs.

Among the most common outcomes of the smart city concept are energy efficiency, easier waste management, reduced congestion and even improved air quality. The implementation of the "Smart Village" project will be based on five components: housing, production, social services, agriculture and alternative energy. "Smart village" is an analogue of "Smart city" adapted for small settlements, taking into account the budget and population.

In general, in order to create the concept of "Smart City" in the liberated territories, it is necessary to use information and communication technologies mainly for the application of international experience, implementation and promotion at the next stage. With the application of such solutions for the "Smart City", it is possible to influence various indicators of the quality of life, such as safety, time and convenience, health, environmental quality, social relations and participation of citizens, control of the workplace. Smart City technologies offer new opportunities for economic development with the potential to improve the health and well-being of citizens. The application of cloud technologies in renewable sources can accelerate the recovery process of the region and make this region interesting for technology investors. The implementation of "Smart city" projects in the liberated territories can play a fundamental role in accelerating the flow of innovative and technological investments to this region, including the creation of innovation centers and technology parks in Karabakh.

To support these types of sensors and devices, mobile operators offer the "Low Power Network" (NB-IoT - Narrowband Internet of Things) function in the LTE network. Azercell Telekom applied this opportunity to its network, conducted necessary tests and prepared the network to serve and cooperate with its subscribers. For example, the following devices are widely used in the world:

- Door sensors - also called magnetic sensors or access sensors - are devices in control systems that indicate whether a door is open or closed and play an important role in improving and maintaining the quality of security systems.

- Water or fuel level sensors - especially suitable for open or underground tanks. This allows you to measure the liquid level between the top of the tank and the water or fuel level.

- Gas Sensor - A low power gas detection system is used to detect leaks and alert the user to prevent leaks.

- Parking sensor - allows you to monitor parking spaces and protected areas.

- Smart tracker - Tracking goods and production assets with IoT-based technology solutions is extremely beneficial for companies in terms of reducing losses and saving money.

- Bin full sensor - Real-time data provides the necessary feedback, which reduces scheduling costs, so bins are only collected when full.

In "Smart City" and "Smart Village" the negative impact of processes on the environment and human health is minimized as energy resources are used more efficiently. The main idea of these systems is to combine and manage all possible services and objects of administrative areas in a single computerized system. Efficient use of assets and resources is ensured by collecting data using various electronic and digital methods and sensors.

The implementation of the "Smart City" solution will allow real-time monitoring of public safety and crime mapping, detection of gunshot sources, identification of potential hot spots in the area and prevention of crimes. These tasks can be performed using the services offered by the "Azerspace" satellite.

The main goal of implementing Smart Village projects around the world is to prevent the flow of people from villages to cities. In other words, it is necessary to create conditions for the villagers so that all the services provided to the population in the city are convenient in the villages as well. Another point is the creation of full conditions for ensuring the use of public services by rural residents, that is, the concept of a smart village should eliminate the gap between rural and urban communities in terms of services, income and access to public services.

The first smart village in Azerbaijan will be built in Agali village of Zangilan district, which was freed from occupation. About 200 houses will be built in the area, which will become a modern urban planning area.

Many countries, including Turkey, Great Britain, Italy, Hungary, Japan, Israel, and Iran, have expressed their interest in supporting and participating in a large-scale state campaign for the restoration and reconstruction of the liberated territories.

It is expected that Turkey's leading technology park GOSB (Gebze Organized Industrial Zone) will join forces with Azerbaijani partners to create a high-tech park where the latest scientific research is planned in the region. as well as the production of high-tech devices.

A Working Group was established in connection with the development of the "Smart City" and "Smart Village" concepts.

Azercell Telekom, which strives to significantly improve the quality of life of its customers by using new technologies, will serve this purpose by participating in the "Smart City" and "Smart Village" projects. The infrastructure of this concept is based on high technologies, and some devices used to provide services in these projects can work on Azercell's current 2G/3G/LTE network. However, some solutions need to transmit digital data to a central system using special sensors with small batteries and devices with low energy consumption (eg water/gas meters, sensors used in agriculture, etc.).

REFERENCE

1. <https://president.az/>
2. <https://nk.gov.az/>
3. <https://mincom.gov.az/az/>
4. <https://anama.gov.az/>
5. <https://www.economy.gov.az/az/>
6. <https://www.maliyye.gov.az/>



7. <https://www.stat.gov.az/>
8. <https://mod.gov.az/>
9. <https://e-qanun.az/framework/47362>
10. <https://www.azerpost.az/>
11. <https://www.azercell.com/az/>
12. <https://bakcell.com/>
13. <https://www.nar.az/>
14. <https://www.virtualkarabakh.az/>
15. <https://az.wikipedia.org/wiki/Qaraba%C4%9F>
16. <https://qdf.gov.az/>

ATIK CAM UNU, ODUN UNU VE GERİ DÖNÜŞTÜRÜLMÜŞ POLİETİLEN İLE ÜRETİLEN ODUN PLASTİK KOMPOZİT MALZEMENİN RENK, PARLAKLIK VE BEYAZLIK İNDEKSİNİN BELİRLENMESİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Prof. Dr. Bekir Cihad BAL¹ ve Doç. Dr. Ümit AYATA²

¹Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Malzeme Bölümü, Kahramanmaraş, ORCID NO: 0000-0001-7097-4132

²Bayburt Üniversitesi, Sanat ve Tasarım Fakültesi, İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü, Bayburt, ORCID NO: 0000-0002-6787-7822

Özet

Bu çalışmada, atık cam unu, odun unu ve geri dönüştürülmüş düşük yoğunluklu polietilen (GD-DYPE) malzemeleri kullanılarak üretilmiş olan odun - cam - plastik kompozit levhalarında parlaklık değerleri (20°, 60° ve 85°'de), renk parametreleri (L^* , C^* , a^* , h^o ve b^*) ve beyazlık indeksi (WI^*) değerleri üzerine karışım oranının etkisi araştırılmıştır. Çalışmada, 6 farklı levha gurubu üretilmiştir (levha 1: GD-DYPE %100, levha 2: GD-DYPE %60 + odun unu %40, levha 3: GD-DYPE %60 + odun unu %30 + cam unu %10, levha 4: GD-DYPE %60 + odun unu %20 + Cam unu %20, levha 5: GD-DYPE %60 + odun unu %10 + cam unu %30, levha 6: GD-DYPE %60 + cam unu %40). Bütün testlerde karışım oranına ait tek değişkenli varyans analizi sonuçları anlamlı olarak elde edilmiştir. 2, 3, 4, 5 ve 6 no'lu levhalar, kontrol grubu deney grubu olan 1 no'lu levhalar ile kıyaslandıklarında beyazlık indeksi değeri (WI^*), 20°'de parlaklık değeri ve ton (h^o) açısı değeri için azalışlar belirlenirken, sarı (b^*) renk tonu değeri ve kroma (C^*) değeri için artışlar elde edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Odun unu, beyazlık indeksi, cam unu, renk, düşük yoğunluklu polietilen, parlaklık,

A Study on Determining the Color, Glossiness, and Whiteness Index of Wood Plastic Composite Material Produced with Waste Glass Powder, Wood Flour, and Recycled Polyethylene

Abstract

In this study, the effect of the mixing ratio on the glossiness values (at 20°, 60°, and 85° angles), color parameters (L^* , C^* , a^* , h^o , and b^*), and whiteness index (WI^*) of wood-glass-plastic composite panels produced using waste glass powder, wood flour, and recycled low-density polyethylene (R-LDPE) materials was investigated. Six different groups of panels were produced (panel 1: 100% R-LDPE, panel 2: 60% R-LDPE + 40% wood flour, panel 3: 60% R-LDPE + 30% wood flour + 10% glass powder, panel 4: 60% R-LDPE + 20% wood flour + 20% glass powder, panel 5: 60% R-LDPE + 10% wood flour + 30% glass powder, panel 6: 60% R-LDPE + 40% glass powder). In all tests, significant results of the one-way analysis of variance (ANOVA) were obtained for the mixing ratios. When plates (from 2 to 6) were compared with the control group (1), decreases were determined for whiteness index (WI^*) value, glossiness value at 20° and tone (h^o) angle value, while increases were obtained for yellow (b^*) color tone and chroma (C^*) value.

Keywords: Wood flour, whiteness index, glass flour, colour, low density polyethylene, glossiness

1. Giriş

Lignoselülozik biyokütle, küresel biyokütlenin yaklaşık %50'sini oluşturur ve yeryüzünde açık ara en bol bulunan yenilenebilir organik kaynaktır. Bu odunsu malzeme, bitki türüne ve çevre (büyüme) koşullarına bağlı olarak %30-50 selüloz, %20-50 hemiselüloz ve %15-35 ligninden oluşmaktadır (Galbe ve Zacchi, 2002).

Selüloz, lignoselülozik bitkilerde hücre duvarının ana bileşenidir ve içeriği bitki türüne, yetiştirme ortamına, konumuna, büyümesine ve olgunluğuna bağlıdır. Genel olarak, lignoselülozik bitkideki selüloz içeriği, kuru ağırlık bazında %23-53 olup, neredeyse saf lifli selülozdan yapılan pamuğa göre daha azdır. Çoğu saman türünde kuru maddenin yaklaşık %35-45'i selülozdur (Knauf ve Moniruzzaman, 2004).

Plastikler günlük hayatımızda her yerde bulunmaktadır; ev aletleri, paketlenme, inşaat, ilaç, elektronik, otomotiv ve havacılık bileşenlerine kadar çok çeşitli ve genişleyen bir ürün yelpazesinde kullanılmaktadırlar. Birçok uygulamada ahşap, taş, deri, kâğıt, metal, cam ve seramik gibi pek çok geleneksel malzemenin yerini almış bulunmaktadır (Jin ve ark., 2012). Plastik ürünlerin ilk yaşam döngüsünün sonunda veya birkaç kez yeniden kullanıldıktan sonra plastikler, yeni polimerik malzemeler veya ürünler elde etmek için geri dönüştürülebilir. Geri dönüştürülmüş plastikler, farklı depolama ve yeniden işleme koşullarına maruz kaldıktan sonra çeşitli kaynaklardan elde edilebildiğinden, bozunma seviyelerine bağlı olarak farklı performans sergileyebilirler (Najafi, 2013).

Ahşap, ayrıca, geleneksel olarak polimer kompozitlerde kullanılan inorganik ve sentetik dolgu maddeleri ile karşılaştırıldığında düşük maliyetli ve yenilenebilir bir malzeme olarak kabul edilir. Şu anda odun plastik kompozitler için en büyük pazar dış mekân yapı malzemeleridir. Ancak otomotiv parçaları ve mobilyalar da WPC'lerden yapılmaktadır (Clemons, 2002). Ahşap-plastik kompozit (WPC), kompozit bir malzeme oluşturmak için polimerlerle birleştirilen kereste, kaplama, lifler veya parçacıklar gibi ahşap esaslı elemanlara atıfta bulunan yaygın bir terimdir. Bu nedenle ahşap elemanlar, termoset veya termoplastik polimerlerle birleştirilebilir. Ahşap-plastik kompozit terimi, ahşap-polimer kompozitler ile birbirinin yerine kullanılabilir ve termoplastik veya termoset polimerlerden yapılan ahşap kompozitler genellikle ayrı malzeme türleri olarak sınıflandırılır (Anonim, 2010; Gardner ve ark., 2015).

WPC terimi, bitki (ahşap ve odun olmayan dâhil) lifleri ve termosetler veya termoplastikler içeren herhangi bir kompozit anlamına gelir. Termosetler, bir kez sertleştikten sonra tekrar eritilemeyen polimerlerdir. Bunlar, orman ürünleri endüstrisinin en aşına olduğu plastikler olan epoksiler ve fenolikler gibi reçineleri içerir. Termoplastikler tekrar tekrar eritilebilen plastiklerdir. Bu özellik, ağaç lifleri gibi diğer malzemelerin kompozit bir ürün oluşturmak üzere plastikle karıştırılmasına izin verir. Polipropilen, polietilen ve polivinil klorür, **WPC**'ler için yaygın olarak kullanılan termoplastiklerdir ve şu anda inşaat, mobilya ve otomotiv ürünlerinde çok yaygındır (Panthapulakkal ve ark., 2006; Ashori, 2008).

Düşük yoğunluklu polietilenin (LDPE) bozunması karmaşık bir süreçtir. Ana bozunma mekanizmaları bilinmemektedir, ancak çoğu durumda filmin aşınması sırasında birden fazla mekanizma aynı anda ve etkileşimli bir şekilde gerçekleşir (Briassoulis ve ark., 2004). Özellikle LDPE, nispeten iyi mekanik ve optik özellikleri ve rekabetçi piyasa fiyatı nedeniyle en yaygın kullanılan polietilen sınıfıdır. Ancak bu malzeme kullanımı sırasında zorlu çevre koşullarından kolaylıkla etkilenmektedir. Güneş radyasyonu, sıcaklık, zirai kimyasal kullanım, nem ve diğerleri gibi çeşitli faktörler polimerin kimyasal yapısını değiştirebilir ve sonunda hem mekanik hem de optik özelliklerini tehlikeye atabilir (Dilara ve Briassoulis, 2000).

Cam, ambalaj veya kap camı (şişeler ve kavanozlar), düz cam (pencereler ve ön camlar), ampul camı (ışık küreleri) ve katod ışınli tüp camı (TV ekranları, monitörler, vb.) dâhil olmak

üzere birçok biçimde üretilir. Üretildikleri şekliyle sınırlı bir ömre sahip olup, istiflenmeleri veya düzenli depolama alanlarına gönderilmeleri halinde yaratacakları çevre sorunlarından kaçınmak için yeniden kullanılmaları/geri dönüştürülmeleri gerekmektedir (Shayan ve Xu, 2004). Cam, silis (silikon oksit), sodyum karbonat, dolomit ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) ve kireçtaşı (CaCO_3) karışımının 1600°C 'ye kadar yüksek sıcaklıkta eritilmesiyle üretilir. Karışım daha sonra kristalleşme olmaksızın katılaşması için soğutulur. Sıvı olmayan ve katı olmayan hal, camın şekilsiz bir katı malzeme olmasını sağlar. Camlara renklerini ve belirli özelliklerini vermek için özel katkı maddeleri kullanılır (Heldman, 1946; Stanworth, 1950; Koranyi, 1963; Jani ve Hogland, 2014). Cam imalatında geri dönüştürülmüş cam kullanımı, enerji tüketimini, hammadde kullanımını ve makinelerdeki aşınma ve yıpranmayı azaltır. Bununla birlikte, safsızlıklar, maliyet veya karışık renkler nedeniyle kullanılan camların tümü yeni cama geri dönüştürülemez (Shi ve Zheng, 2007).

Bu çalışmada, atık cam unu, odun unu ve geri dönüştürülmüş düşük yoğunluklu polietilen (GD-DYPE) malzemeleri kullanılarak üretilmiş olan odun - cam - plastik kompozit levhalarında renk parametreleri, parlaklık değerleri ve beyazlık indeksi değerleri üzerine karışım oranının etkisi incelenmiştir.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

2.1.1. Geri Dönüştürülmüş Düşük Yoğunluklu Polietilen

Çalışmada, polimer matris olarak geri dönüştürülmüş düşük yoğunluklu polietilen (GD-DYPE) kullanılmıştır. Polimer malzeme, granül formda, Kahramanmaraş'ta faaliyet gösteren VEPSAN (Vepsan Plastik Geri Dönüşüm Ambalaj tekstil ve orman ürünleri San. ve Tic. Ltd. Şti.) geri dönüşüm firmasından temin edilmiştir. Kullanılan GD-DYPE malzemenin görüntüsü aşağıda verilmiştir.



Şekil 1. Çalışmada kullanılan geri dönüştürülmüş düşük yoğunluklu polietilen

2.1.2. Atık Cam Unu

Bu çalışmada, evsel kullanımlar sonunda ortaya çıkan meşrubat (kola, soda, meyve suyu vs.) cam şişelerinin öğütülmesi sonunda elde edilen cam unu kullanılmıştır. Cam şişeler öncelikle kırılıp küçük parçalara ayrılmıştır. Sonra, bu parçalar yüksek devirli bir öğütücüde öğütülmüştür. Öğütülen cam unu; 20, 40, 60 ve 80 mesh ölçülerindeki eleklerden elenmiştir. Eleme sonunda; 40, 60 ve 80 mesh üstünde kalan ve 80 mesh elekten geçen cam unları ile 4 farklı parçacık boyutuna sahip cam unları elde edilmiştir. Bu çalışma için sadece 80 mesh elekten geçen cam unu dolgu maddesi olarak kullanılmıştır. Aşağıda Şekil 2'de şişeler ve cam unu görüntüsü verilmiştir.



Şekil 2. Çalışmada kullanılan cam şişeler ve cam unu

2.1.3. Odun unu

Çalışmada kullanılan odun unu, karaçam odununun şerit testerede biçilmesi sonrası oluşan talaştan elde edilmiştir. Bu talaş, Kahramanmaraş sanayinde faaliyet gösteren bir kereste firmasının şerit testere makinesinde oluşan talaş alınmış ve önce ön eleme ile yabancı maddeler elenmiştir. Sonra, talaş öğütülmüştür. Daha sonra 20, 40 ve 60 mesh ölçüsündeki eleklerde elenmiştir. Çalışma kapsamında sadece 20 meshten geçen ve 40 mesh üzerinde kalan odun unu kullanılmıştır. Bu odun unu kompozit malzemeye eklenmeden önce, etüvde kurutulmuştur.



Şekil 3. Çalışmada kullanılan karaçam odun unu

2.2. Metot

2.2.1. Kompozitlerin levhaları üretilmesi

Plastik kompozit levhaların üretimi için öncelikle, odun unu, cam unu ile polimer matris aşağıda Çizelge 1’de verilen oranlara göre bir kaptaki karıştırılmış ve sonra tek vidalı bir ekstruder makinesinden (Şekil 4-A) geçirilmiştir. Extruder sıcaklığı 160, 175 ve 190°C olarak ve vida devri ise 16 devir olarak ayarlanmıştır. Extruder’e beslenen odun unu, cam unu ve polimer karışımı tek bir defada değil, 5 eşit parçaya bölünerek beslenmiştir. Böylece, yüksek yoğunluğa sahip cam unu partiküllerinin ekstruder besleme girişinde dibe çökmesi önlenmiştir. Extruder çıkışı 3 mm çapında bir nozuldan sağlanmıştır. Böylece ekstruderden çıkan karışım filament olarak elde edilmiştir. Bu filamentler yaklaşık olarak 50 cm boyunda parçalar halinde ekstruder ağzından alınmış ve masa üzerinde oda şartlarında soğumaya bırakılmıştır (Şekil 4-B). Soğuma sonrası filamentler parçalanmış ve peletlere dönüştürülmüştür. Sonra bu peletler, tekrar ekstruderden geçirilip daha homojen karışmış kompozit filamentleri elde edilmiştir. Oda şartlarında soğutulan filamentler tekrar pelet haline getirilmiştir.



Şekil 4. Extruder makinesi (A), filamentler (B) ve presleme (C)

Bu peletler öncelikle metal kalıp içerisinde bırakılmıştır. Sonra bu metal kalıplarla beraber elektrikle ısıtılan metal plakalar arasına yerleştirilip 190°C’de eriyik hale getirilmiştir. Bu esnada basınç uygulanmamıştır. Sonra, eriyik malzeme metal kalıpla beraber hızlıca soğuk prese taşınmış ve 2,5 kg/cm² basınç altında preslenmiş (Şekil 4-C) ve soğutulmuştur. Böylece 3.5 x 175 x 175 mm ölçülerine sahip kompozit plakalar elde edilmiştir. Soğutulan kompozit plakalardan test örnekleri kesilmiştir. Her grup için 4 adet kompozit plaka elde edilmiştir. Test örnekleri bu plakalardan elde edilmiştir.

Çizelge 1. Üretilen kompozit levhalara ait karışım oranları

İçerik	Levhalar (gruplar)					
	Levha 1	Levha 2	Levha3	Levha 4	Levha 5	Levha 6
Polietilen (%)	100	60	60	60	60	60
Cam unu (%)	0	0	10	20	30	40
Odun unu (%)	0	40	30	20	10	0

2.2.2. Testler

2.2.2.1. Parlaklık Özelliklerinin Belirlenmesi

Parlaklık testleri ETB-0833 model gloss meter cihazında üç farklı açıda olacak şekilde (20°, 60° ve 85°) (ISO 2813, 1994) yapılmıştır (Şekil 5-A).

2.2.2.2. Beyazlık İndeksi Özelliklerinin Belirlenmesi

Beyazlık önemli bir renk özelliğidir ve beyazlığı ölçmek için tek boyutlu bir renk indeksi aramanın uzun bir geçmişi vardır (Ganz, 1972). Bu çalışmada, üretilen levhalara ait beyazlık indeksi (WI^*) değerleri Whiteness Meter BDY-1 (Şekil 5-B) cihazının kullanılması ile belirlenmiştir (ASTM E313-15e1, 2015).

2.2.2.3. Renk Özelliklerinin Belirlenmesi

Özellikle açık renkli profil yapılacaksa dolguların rengi yüksek içeriklerinde mutlaka dikkate alınmalıdır. Bununla birlikte, karbon siyahı gibi çok koyu olanlar hariç, kompozit malzemeler tipik olarak dolgu maddelerinin renginin üstesinden gelmeye yetecek kadar renklendirici içerir. Dolgu maddeleri, renkli kompozit malzemelerde ihmal edilebilecek bir faktör olan ürünün opaklığını etkiler (Klyosov, 2007).

Renk parametreleri CS-10 (CHN Spec, Çin) [CIE D65 ışık kaynağı, CIE 10° standart gözlemci; aydınlatma sistemi: 8/d (8°/dağık aydınlatma)] (Şekil 5-C) cihazı kullanılarak ölçülmüştür (ASTM D 2244-3, 2007). RGB renk modeli ve CIE $L^*a^*b^*$ renk uzayı Şekil 5-

D'de (Visscher, 2010) gösterilmiştir. Aşağıda verilen formüller ile toplam renk farklılıklarına ait değerler hesaplanmıştır (Bal ve Ayata, 2022a;b;c;d).

$$C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{0.5} \quad (1)$$

$$\Delta b^* = [b^*_{\text{Grup 2, 3, 4, 5 ve 6 no'lu malzemeler}}] - [b^*_{\text{Grup 1 no'lu malzeme}}] \quad (2)$$

$$\Delta L^* = [L^*_{\text{Grup 2, 3, 4, 5 ve 6 no'lu malzemeler}}] - [L^*_{\text{Grup 1 no'lu malzeme}}] \quad (3)$$

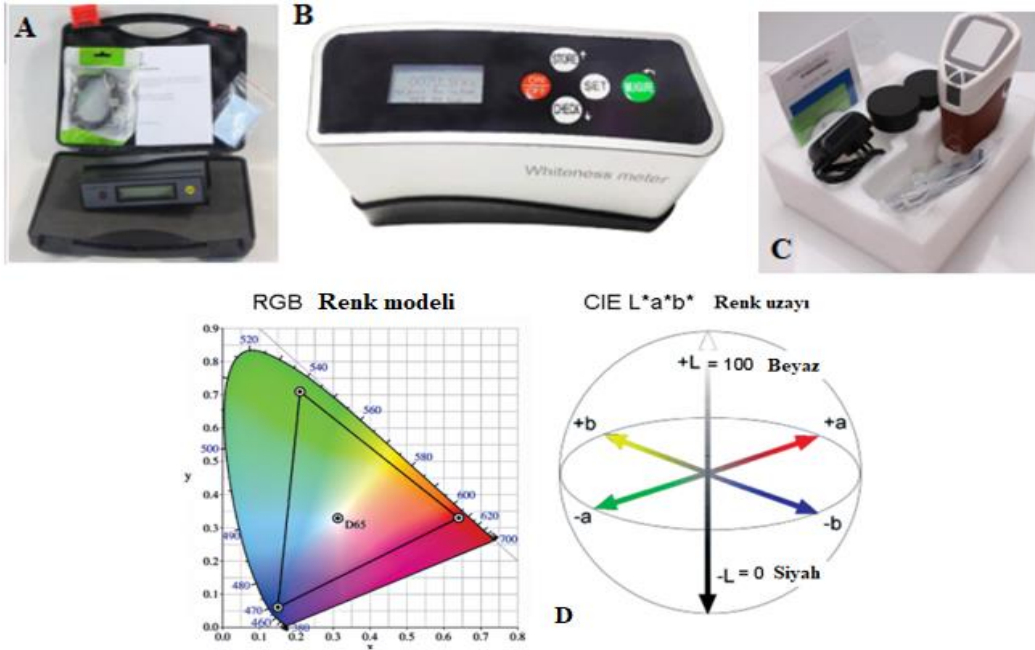
$$\Delta C^* = [C^*_{\text{Grup 2, 3, 4, 5 ve 6 no'lu malzemeler}}] - [C^*_{\text{Grup 1 no'lu malzeme}}] \quad (4)$$

$$\Delta a^* = [a^*_{\text{Grup 2, 3, 4, 5 ve 6 no'lu malzemeler}}] - [a^*_{\text{Grup 1 no'lu malzeme}}] \quad (5)$$

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{0.5} \quad (6)$$

$$\Delta H^* = [(\Delta E^*)^2 - (\Delta L^*)^2 - (\Delta C^*)^2]^{0.5} \quad (7)$$

$$h^{\circ} = \arctan (b^*/a^*) \quad (8)$$



Şekil 5. Parlaklık ölçüm cihazı (A), beyazlık indeksi ölçüm cihazı (B), renk ölçüm cihazı (C) ve RGB renk modeli ve CIE $L^*a^*b^*$ renk uzayı (D) (Visscher, 2010)

Çizelge 2. ΔE^* renk farkının görsel değerlendirilmesiyle karşılaştırılması (DIN 5033, 1979)

Toplam renk farkı (ΔE^*)	Görsel renk puanı farkı
> 12.0	Çok güçlü
6.0 ila 12.0	Güçlü
3.0 ila 6.0	Çok belirgin
1.5 ila 3.0	Belirgin
0.5 ila 1.5	Zayıf
0.2 ila 0.5	Çok zayıf
<0.2	Algılanamaz

2.3. İstatistiksel Analiz

Çalışmada belirtilen testlere ait verilerin kullanılmasıyla; homojenlik grupları, ortalamaları, minimum ve maksimum değerleri, standart sapmaları, % değişim oranları, tek değişkenli varyans analizleri bir SPSS programı ile hesaplanmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Toplam renk farklılıklarına (Δb^* , ΔL^* , ΔC^* , Δa^* , ΔH^* ve ΔE^*) ait sonuçlar Çizelge 3’de gösterilmektedir. Elde edilen bu sonuçlara göre, en yüksek ΔE^* değeri levha 1 deney örneklerinde (18.03) bulunurken, en düşük levha 6 deney örneklerinde (4.82) belirlenmiştir. Levha numarasının 1’den 6’ya doğru gitmesiyle ΔE^* , ΔC^* , Δb^* , ΔL^* , Δa^* ve ΔH^* değerlerinin azaldığı belirlenmiştir (Çizelge 3).

Ayrıca, DIN 5033, (1979)’de belirtilen renk kriterlerine göre levha 2 ve 3 no’lu deney örnekleri “**Çok güçlü (> 12.0)**” kategorisini verirken, Levha 4 ve 5 no’lu deney örnekleri “**Güçlü (6.0 ila 12.0)**” kategorisini vermiştir. Buna ek olarak, Levha 6 no’lu deney örnekleri “**Çok belirgin (3.0 ila 6.0)**” kategorisini göstermiştir. Çalışmada farklı oranlarda kullanılan odun unu ve cam unu malzemelerinin üretilen levhalar üzerinde toplam renk farkı değerleri için değiştirici bir etkide bulunduğu söylene bilinir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Toplam renk farklılıklarına ait sonuçlar

Malzeme Türü	Düşük Yoğunluklu Polietilen Oranı (%)	Odun Unu (%)	Cam Unu Oranı (%)	Formüller ile hesaplanmış sonuçlar						Renk kriterine göre kıyaslamalar (DIN 5033, 1979)
				ΔL^* ▼	Δa^* ▼	Δb^* ▼	ΔC^* ▼	ΔH^* ▼	ΔE^* ▼	
Levha - 2	60	40	-	6.80	9.34	13.84	12.11	11.50	18.03	Çok güçlü (> 12.0)
Levha - 3	60	30	10	2.96	7.38	11.67	9.36	10.15	14.12	Çok güçlü (> 12.0)
Levha - 4	60	20	20	-0.06	5.99	9.43	5.84	9.53	11.17	Güçlü (6.0 ila 12.0)
Levha - 5	60	10	30	-2.43	4.10	7.27	4.72	6.88	8.69	Güçlü (6.0 ila 12.0)
Levha - 6	60	-	40	-4.20	-1.67	1.67	2.33	0.44	4.82	Çok belirgin (3.0 ila 6.0)

Renk parametrelerine, beyazlık indeksi değerlerine ve parlaklık değerlerine ait SPSS programında hesaplanmış olan tek değişkenli varyans analizi sonuçları Çizelge 4’de sunulmuştur. Bu sonuçlara göre, ton (h°) açısı değeri, ışıklılık (L^*) değeri, kırmızı (a^*) renk tonu değeri, kroma (C^*) değeri ve sarı (b^*) renk tonu değeri, 20° , 60° ve 85° ’lerde yapılan parlaklık değerleri ve beyazlık indeksi (WI^*) değerleri testlerinde levhaya ait karışım oranı faktörünün anlamlı olarak elde edildiği tespit edilmiştir (Çizelge 4).

Kompozit malzemeler üzerinde belirlenen, parlaklık değerleri, beyazlık indeksi değerleri (WI^*) ve renk parametreleri için ölçüm sonuçları Çizelge 5’de ve bu verilere ait olan grafikler Şekil 6’de gösterilmiştir.

Beyazlık indeksi değerlerine ait verilere bakıldığında odun unu oranının azalmasıyla, WI^* değerlerinin azaldığı görülmektedir. En yüksek beyazlık indeksi değeri levha - 1’de (WI^* : 12.39) elde edilmiştir. Beyazlık indeksi testine ait olan en düşük sonuç değer ise levha - 4’de (WI^* : 4.31) bulunmuştur. Levha 1’e göre en yüksek değişim levha - 5’de tespit edilmiştir. Odun ununun, polimer malzemesine katılması ile WI^* değerlerinde %54.00 oranında ve cam ununun katılmasıyla %54.48 oranında azaltıcı yönlere etki göstermiştir (Çizelge 5).

İşıklılık değerleri en düşük değer levha - 6’da (L^* : 34.97) belirlenirken, en yüksek levha - 2’de (L^* : 45.97) tespit edilmiştir. Ayrıca, düşük cam unu katkılı levhalarda (2 ve 3) L^* değerleri artarken, yüksek cam unu katkılı levhalarda (5 ve 6) L^* değerleri azalmıştır. Odun ununun, polimer malzemesine katılmasıyla L^* değerinde %17.36 oranında arttırıcı yönde ve cam ununun katılmasıyla %10.72 oranında azaltıcı bir etkide bulunduğu görülmüştür (Çizelge 5). En yüksek kırmızı renk tonu değeri levha - 2’de (a^* : 4.68) belirlenirken, en düşük levha - 6’da (a^* : -6.33) tespit edilmiştir. Cam ununun eklenmesiyle ve bu malzemeye ait oranın artmasıyla a^* değerleri azalmıştır (Çizelge 5).

Çizelge 4. Parlaklık değerlerine, beyazlık indeksi değerlerine ve renk parametrelerine ait tek değişkenli varyans analizi sonuçları

Test	Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F Değeri	$\alpha \leq 5$
Beyazlık İndeksi Değeri (WI^*)	Karışım Oranı	458.996	5	91.799	4069.915	0.000*
	Hata	1.218	54	0.023		
	Toplam	2849.180	60			
	Düzeltilmiş Toplam	460.214	59			
20°'de Parlaklık Değeri	Karışım Oranı	0.328	5	0.066	168.429	0.000*
	Hata	0.021	54	0.000		
	Toplam	1.790	60			
	Düzeltilmiş Toplam	0.349	59			
60°'de Parlaklık Değeri	Karışım Oranı	5.561	5	1.112	213.726	0.000*
	Hata	0.281	54	0.005		
	Toplam	320.030	60			
	Düzeltilmiş Toplam	5.842	59			
85°'de Parlaklık Değeri	Karışım Oranı	7.968	5	1.594	112.050	0.000*
	Hata	0.768	54	0.014		
	Toplam	166.200	60			
	Düzeltilmiş Toplam	8.736	59			
Işıklık Değeri (L^*)	Karışım Oranı	770.179	5	154.036	969.751	0.000*
	Hata	8.577	54	0.159		
	Toplam	95270.329	60			
	Düzeltilmiş Toplam	778.757	59			
Kırmızı Renk Tonu Değeri (a^*)	Karışım Oranı	917.967	5	183.593	7545.051	0.000*
	Hata	1.314	54	0.024		
	Toplam	932.311	60			
	Düzeltilmiş Toplam	919.281	59			
Sarı Renk Tonu Değeri (b^*)	Karışım Oranı	1514.253	5	302.851	2420.158	0.000*
	Hata	6.757	54	0.125		
	Toplam	7831.322	60			
	Düzeltilmiş Toplam	1521.010	59			
Kroma Değeri (C^*)	Karışım Oranı	993.051	5	198.610	90.576	0.000*
	Hata	118.408	54	2.193		
	Toplam	8681.153	60			
	Düzeltilmiş Toplam	1111.459	59			
Ton Açısı Değeri (h^o)	Karışım Oranı	54926.112	5	10985.222	12921.812	0.000*
	Hata	45.907	54	0.850		
	Toplam	700934.050	60			
	Düzeltilmiş Toplam	54972.019	59			

*: Anlamlı

Sarı renk tonu değerleri en yüksek levha - 2'de (b^* : 16.78) belirlenirken, en düşük levha - 1'de (b^* : 2.94) bulunmuştur. Cam unu oranının artması ve odun unu oranının azalmasıyla b^* değerleri azalmıştır. Ayrıca, cam ununun bulunduğu ve odun ununun bulunmadığı levha - 6 grubuna ait b^* değerleri, saf polimerden (levha - 1) yüksek çıkmıştır. Odun ununun, polimer malzemesine katılması ile b^* değerlerinde %470.75 oranında ve cam ununun katılmasıyla %56.80 oranında arttırıcı yönlerde etki sağladığı belirlenmiştir (Çizelge 5).

Kroma değerlerine bakıldığında en yüksek değer levha - 2'de (C^* : 17.62) bulunurken, en düşük değer levha - 1'de (C^* : 5.51) olarak tespit edilmiştir. Buna ek olarak, cam unu oranının artmasıyla C^* değerleri azalmıştır. Odun ununun, polimer malzemesine katılması ile C^* değerlerinde %219.78 oranında ve cam ununun katılmasıyla %42.11 oranında arttırıcı yönlerde etki gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 5).

Ton açısı değerlerine bakıldığında en yüksek değer levha - 1'de (h^o : 147.69) tespit edilirken, en düşük değer levha - 2'de (h^o : 74.57) olarak elde edilmiştir. Cam unu oranının artmasıyla h^o değerleri artmıştır. Odun ununun, polimer malzemesine katılmasıyla h^o değerlerinde %49.51 oranında ve cam ununun katılmasıyla %2.58 oranında azaltıcı yönlerde etki gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 5).

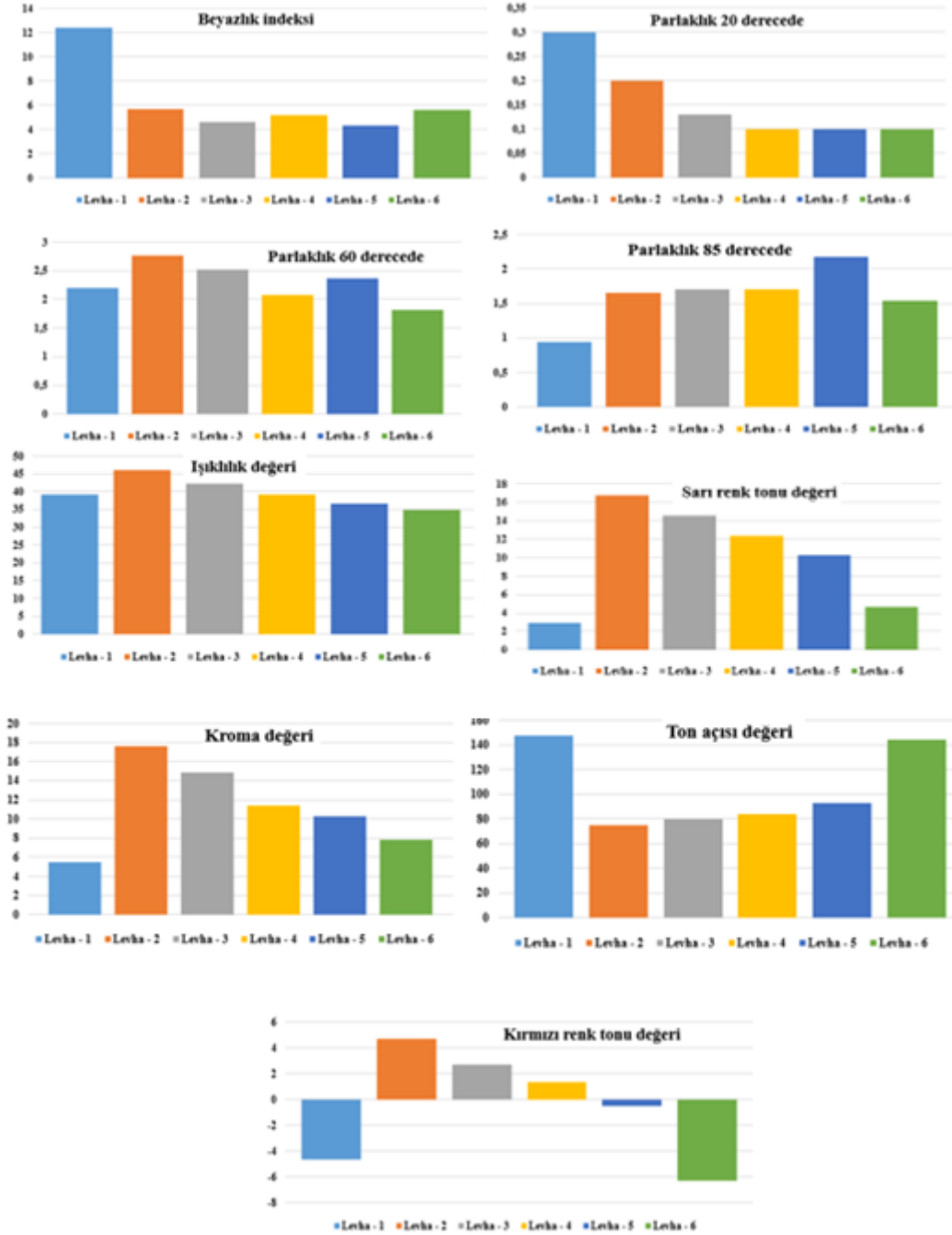
Odun unu oranının saf polimere eklenmesiyle (levha - 2) 60°'de parlaklık değeri artmıştır. Ayrıca, odun unu oranının artması ve cam unu oranının azalmasıyla (levha - 2'den levha 4'e doğru) bu parlaklık değeri azalmıştır. Saf polimere cam unu katılması ile (levha - 6) parlaklık değerinin düştüğü görülmüştür. En yüksek 20°'de parlaklık değeri levha - 1'de belirlenmiş olup, en düşük ise levha - 4 - 5 - 6'da ortaya çıkmıştır. En yüksek 60°'de parlaklık değeri

levha - 2’de (2.76) bulunmuş olup, en düşük ise levha - 6’da (1.82) elde edilmiştir. En yüksek 85°’de parlaklık değeri levha - 5’de elde edilmiş olup, en düşük ise levha - 1’de tespit edilmiştir (Çizelge 5).

Çizelge 5. Kompozit malzemelerin parlaklık değerleri, beyazlık indeksi değerleri ve renk parametrelerine ait verileri

Test	Malzeme Türü	Polimer Oranı (%)	Odun Unu Oranı (%)	Cam Unu Oranı (%)	Ölçüm Sayısı	Ortalama Sonuçlar	Değişim Oranı (%)	Homojenlik Grubu	Standart Sapam	Minimum Ölçüm	Maksimum Ölçüm	Varyasyon Katsayısı
Beyazlık İndeksi Değeri (WT*)	Levha - 1	100	-	-	10	12.39	-	A*	0.07	12.30	12.50	0.60
	Levha - 2	60	40	-	10	5.70	↓54.00	B	0.16	5.50	5.90	2.86
	Levha - 3	60	30	10	10	4.60	↓62.87	D	0.16	4.40	4.80	3.40
	Levha - 4	60	20	20	10	5.22	↓57.87	C	0.15	5.10	5.40	2.97
	Levha - 5	60	10	30	10	4.31	↓65.21	E**	0.07	4.20	4.40	1.71
	Levha - 6	60	-	40	10	5.64	↓54.48	B	0.22	5.40	5.90	3.94
20°’de Parlaklık Değeri	Levha - 1	100	-	-	10	0.30	-	A*	0.00	0.30	0.30	0.00
	Levha - 2	60	40	-	10	0.20	↓33.33	B	0.00	0.20	0.20	0.00
	Levha - 3	60	30	10	10	0.13	↓56.67	C	0.05	0.10	0.20	37.16
	Levha - 4	60	20	20	10	0.10	↓66.67	D**	0.00	0.10	0.10	0.00
	Levha - 5	60	10	30	10	0.10	↓66.67	D**	0.00	0.10	0.10	0.00
	Levha - 6	60	-	40	10	0.10	↓66.67	D**	0.00	0.10	0.10	0.00
60°’de Parlaklık Değeri	Levha - 1	100	-	-	10	2.20	-	D	0.00	2.20	2.20	0.00
	Levha - 2	60	40	-	10	2.76	↑25.45	A*	0.11	2.60	2.90	3.89
	Levha - 3	60	30	10	10	2.52	↑14.55	B	0.04	2.50	2.60	1.67
	Levha - 4	60	20	20	10	2.07	↑5.91	E	0.09	2.00	2.30	4.58
	Levha - 5	60	10	30	10	2.36	↑7.27	C	0.05	2.30	2.40	2.19
	Levha - 6	60	-	40	10	1.82	↓17.27	F**	0.08	1.70	1.90	4.33
85°’de Parlaklık Değeri	Levha - 1	100	-	-	10	0.94	-	D**	0.16	0.80	1.20	16.78
	Levha - 2	60	40	-	10	1.66	↑76.60	B	0.20	1.40	1.90	11.78
	Levha - 3	60	30	10	10	1.70	↑80.85	B	0.00	1.70	1.70	0.00
	Levha - 4	60	20	20	10	1.70	↑80.85	B	0.00	1.70	1.70	0.00
	Levha - 5	60	10	30	10	2.18	↑131.91	A*	0.12	2.00	2.30	5.64
	Levha - 6	60	-	40	10	1.54	↑63.83	C	0.08	1.40	1.60	5.48
Işıklık (L*) Değeri	Levha - 1	100	-	-	10	39.17	-	C	0.13	38.87	39.31	0.34
	Levha - 2	60	40	-	10	45.97	↑17.36	A*	0.19	45.74	46.37	0.42
	Levha - 3	60	30	10	10	42.13	↑7.56	B	0.52	41.20	42.69	1.24
	Levha - 4	60	20	20	10	39.11	↓0.15	C	0.50	38.34	39.75	1.28
	Levha - 5	60	10	30	10	36.75	↓6.18	D	0.31	36.25	37.15	0.85
	Levha - 6	60	-	40	10	34.97	↓10.72	E**	0.53	34.36	35.97	1.51
Kırmızı (a*) Renk Tonu Değeri	Levha - 1	100	-	-	10	-4.65	-	E	0.12	-4.89	-4.47	-2.52
	Levha - 2	60	40	-	10	4.68	↓200.65	A*	0.11	4.52	4.82	2.29
	Levha - 3	60	30	10	10	2.72	↓158.49	B	0.19	2.42	2.94	7.14
	Levha - 4	60	20	20	10	1.34	↓128.82	C	0.22	1.02	1.78	16.26
	Levha - 5	60	10	30	10	-0.56	↓87.96	D	0.16	-0.82	-0.38	-28.50
	Levha - 6	60	-	40	10	-6.33	↑36.13	F**	0.10	-6.42	-6.13	-1.63
Sarı (b*) Renk Tonu Değeri	Levha - 1	100	-	-	10	2.94	-	F**	0.12	2.83	3.09	4.04
	Levha - 2	60	40	-	10	16.78	↑470.75	A*	0.67	14.96	17.40	3.98
	Levha - 3	60	30	10	10	14.61	↑396.94	B	0.39	14.00	15.31	2.66
	Levha - 4	60	20	20	10	12.37	↑320.75	C	0.26	12.10	12.84	2.09
	Levha - 5	60	10	30	10	10.21	↑247.28	D	0.19	9.87	10.45	1.88
	Levha - 6	60	-	40	10	4.61	↑56.80	E	0.19	4.45	4.98	4.09
Kroma (C*) Değeri	Levha - 1	100	-	-	10	5.51	-	E**	0.13	5.31	5.78	2.32
	Levha - 2	60	40	-	10	17.62	↑219.78	A*	0.18	17.34	17.99	1.02
	Levha - 3	60	30	10	10	14.87	↑169.87	B	0.40	14.22	15.59	2.70
	Levha - 4	60	20	20	10	11.35	↑105.99	C	3.59	1.15	12.92	31.65
	Levha - 5	60	10	30	10	10.23	↑85.66	C	0.19	9.91	10.46	1.84
	Levha - 6	60	-	40	10	7.83	↑42.11	D	0.13	7.75	8.13	1.67
Ton (h ^o) Açısı Değeri	Levha - 1	100	-	-	10	147.69	-	A*	1.14	145.38	148.60	0.77
	Levha - 2	60	40	-	10	74.57	↓49.51	F**	0.43	73.95	75.31	0.57
	Levha - 3	60	30	10	10	79.45	↓46.20	E	0.62	78.38	80.51	0.79
	Levha - 4	60	20	20	10	83.83	↓43.24	D	0.93	82.06	85.20	1.11
	Levha - 5	60	10	30	10	93.14	↓36.94	C	0.92	92.17	94.77	0.98
	Levha - 6	60	-	40	10	143.88	↓2.58	B	1.24	142.19	145.00	0.86

Homojenlik Grubu sütunu için *: En yüksek sonucu ve **: En düşük sonucu göstermektedir.



Şekil 6. Üretilmiş olan odun - plastik - cam kompozit malzemeler üzerinde belirlenmiş olan parlaklık değerleri, beyazlık indeksi değerleri ve renk parametreleri için ölçüm sonuçları

Literatürde odun plastik kompozit ve çeşitli plastik ile cam katkılı kompozit malzemelerinde renk ve parlaklık değerlerinin farklı karışım oranları ile değiştiği bildirilmiştir (Bal ve Ayata, 2022a;b; 2023a;b;c;d; Çavuş, 2017). Bu çalışmada, önceki çalışmalara benzer sonuçlar elde edilmiştir.

4. Sonuçlar

Bu çalışmada yapılan testlerden elde edilen verilere göre aşağıdaki sonuçlar söylenebilir;
- Bütün testler için belirlenmiş olan tek değişkenli varyans analizi sonuçları anlamlı olarak elde edilmiştir.

- ΔE^* değerleri levha - 2 için 18.03, levha - 3 için 14.12, levha - 4 için 11.17, levha - 5 için 8.69 ve levha - 6 için 4.82 olarak bulunmuştur.
- Cam unu oranının artmasıyla a^* ve C^* değerleri azalmıştır. Odun unu oranının azalmasıyla WI^* değerleri azaldığı belirlenmiştir.
- Çalışmada kullanılan 3 farklı malzemenin, farklı oranlarda levhalar üretilmesi ile farklı sonuçlara neden olduğu söylene bilinir.

Kaynaklar

- Anonim, (2010). Forest Products Laboratory, Wood handbook-wood as an engineering material. General Technical Report FPL-GTR-190. Madison: Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, p. 508.
- Ashori, A., (2008). Wood-plastic composites as promising green-composites for automotive industries!, Bioresource Technology, 99(1): 4661-4667. DOI: 10.1016/j.biortech.2007.09.043.
- ASTM D 2244-3, (2007). Standard practice for calculation or color tolerances and color differences from instrumentally measured color coordinates, ASTM International, West Conshohocken, PA.
- ASTM E313-15e1, (2015). Standard practice for calculating yellowness and whiteness indices from instrumentally measured color coordinates, ASTM International, West Conshohocken, PA.
- Bal, B.C., ve Ayata, Ü., (2022a). Odun unu, Tetra Pak® kutu ve geri dönüşümden elde edilen polietilen ile üretilen odun-plastik kompozit malzemelerin renk özelliklerinin belirlenmesi, Akdeniz 8. Uluslararası Uygulamalı Bilimler Kongresi, 19-20 Kasım 2022, Girne, 295-304.
- Bal, B.C., ve Ayata, Ü., (2022b). Yüksek yoğunluklu polietilen (YYPE) ve karaçam odun unundan hazırlanmış odun plastik kompozit malzemelerin renk, parlaklık ve beyazlık indeksinin belirlenmesi, Latin Amerika 4. Uluslararası, Bilimsel Araştırmalar Kongresi, 5-6 Kasım 2022, Mexico City, 354-364.
- Bal, B.C., ve Ayata, Ü., (2022c). Yüksek yoğunluklu polietilen (YYPE) ve ceviz meyvesi kabuğu unu kullanılarak üretilen odun plastik kompozit malzemelerinde bazı yüzey özellikleri üzerine karışım oranının etkisi, 4. Uluslararası Bilimsel Araştırmalar ve İnovasyon Kongresi, 24-25 Aralık 2022, İstanbul, Türkiye, 491-501.
- Bal, B.C., ve Ayata, Ü., (2022d). Düşük yoğunluklu polietilen ile üretilen odun plastik kompozit malzemenin renk ve parlaklığı üzerine karışım oranının etkisi, Karabakh III. International Congress of Applied Sciences, 7-10 Haziran 2022, Karabağ, Azerbaycan, 88-97.
- Bal, B.C., ve Ayata, Ü., (2023a). Atık cam unu ve yüksek yoğunluklu polietilen (YYPE) kullanılarak üretilmiş kompozit malzemelerin parlaklık, renk ve beyazlık indeksi üzerine parçacık boyutunun etkisi, Avrasya Zirvesi 7. Uluslararası Uygulamalı Bilimler Kongresi, 10-12 Mart 2023, Budapeşte, Macaristan, 304-313.
- Bal, B.C., ve Ayata, Ü., (2023b). Tetra Pak® kutu, atık cam unu ve geri dönüştürülmüş düşük yoğunluklu polietilen (GD-DYPE) kullanılarak üretilmiş kompozit malzemelerinde bazı yüzey özellikleri üzerine karışım oranının etkisi, European Conferences 1. Uluslararası Sağlık, Mühendislik Ve Uygulamalı Bilimler Kongresi, 5-7 Mayıs 2023, Bükreş.
- Briassoulis, D., Aristopoulou, A., Bonora, M., and Verloot, I., (2004). Degradation characterisation of agricultural low-density polyethylene films, Biosystems engineering, 88(2): 131-143. DOI: 10.1016/j.biosystemseng.2004.02.010.

- Clemons, C., (2002). Wood-plastic composites in the United States: the interfacing of two industries, *Forest Products Journal*, 52(6): 10-18.
- Çavuş, V., (2017). Farklı erime akış indeksine sahip polipropilen esaslı ahşap polimer kompozitlerin özelliklerinin belirlenmesi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, Kahramanmaraş.
- DIN 5033, (1979). Deutsche Normen, Farbmessung. Normenausschuß Farbe (FNF) im DIN Deutsches Institut für Normung eV, Beuth, Berlin März.
- Dilara, P.A., and Briassoulis, D., (2000). Degradation and stabilization of low-density polyethylene films used as greenhouse covering materials, *Journal of Agricultural Engineering Research*, 76(4): 309-321. DOI: 10.1006/jaer.1999.0513.
- Galbe, M., and Zacchi, G., (2002). A review of the production of ethanol from softwood, *Applied Microbiological Biotechnology*, 59: 618-628. DOI: 10.1007/s00253-002-1058-9.
- Ganz, E., (1972). Whiteness measurement, *Journal of Color and Appearance*, 1(5): 33-41.
- Gardner, D.J., Han, Y., and Wang, L., (2015). Wood-plastic composite technology, *Current Forestry Reports*, 1: 139-150. DOI: 10.1007/s40725-015-0016-6.
- Heldman, J.D., (1946). *Techniques of Glass Manipulation in Scientific Research*, Prentice Hall, New York.
- ISO 2813, (1994). Paints and varnishes - determination of specular gloss of non-metallic paint films at 20 degrees, 60 degrees and 85 degrees, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
- Jani, Y., and Hogland, W., (2014). Waste glass in the production of cement and concrete - A review, *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 2(3): 1767-1775. DOI: 10.1016/j.jece.2014.03.016.
- Jin, H., Gonzalez-Gutierrez, J., Oblak, P., Zupančič, B., and Emri, I., (2012). The effect of extensive mechanical recycling on the properties of low density polyethylene, *Polymer Degradation and Stability*, 97(11): 2262-2272. DOI: 10.1016/j.polymdegradstab.2012.07.039.
- Klyosov, A.A., (2007). *Wood-plastic composites*. John Wiley & Sons.
- Knauf, M., and Moniruzzaman, M., (2004). Lignocellulosic biomass processing: a perspective, *International Sugar Journal*, 106(1263): 147-150.
- Koranyi, D.E., (1963). *Surface Properties of Silicate Glass*, Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Najafi, S.K., (2013). Use of recycled plastics in wood plastic composites - A review, *Waste Management*, 33(9): 1898-1905. DOI: 10.1016/j.wasman.2013.05.017.
- Panthapulakkal, S., Zereshkian, A., and Sain, M., (2006). Preparation and characterization of wheat straw fibers for reinforcing application in injection molded thermoplastic composites, *Bioresource Technology*, 97(2): 265-272. DOI: 10.1007/s10924-006-0021-8.
- Shayan, A., and Xu, A., (2004). Value-added utilisation of waste glass in concrete. *Cement and concrete research*, 34(1): 81-89. DOI: 10.1016/S0008-8846(03)00251-5.
- Shi, C., and Zheng, K., (2007). A review on the use of waste glasses in the production of cement and concrete, *Resources, conservation and recycling*, 52(2): 234-247. DOI: 10.1016/j.resconrec.2007.01.013.
- Stanworth, J.E., (1950). *Physical Properties of Glass*, Clarendon Press, Oxford.
- Visscher, M.O., (2010). Imaging skin: past, present and future perspectives. *G Ital Dermatol Venereol*, 145(1): 11-27.

ILOMBA (*Pycnanthus angolensis* Exell) ODUNUNDA BAZI YÜZEY ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ÇEŞİTLİ AĞARTICI KİMYASALLARIN ETKİSİ

Doç. Dr. Ümit AYATA¹ ve Prof. Dr. Bekir Cihad BAL²

¹Bayburt Üniversitesi, Sanat ve Tasarım Fakültesi, İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü, Bayburt, , ORCID NO: 0000-0002-6787-7822

²Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Malzeme Bölümü, Kahramanmaraş, ORCID NO: 0000-0001-7097-4132

Özet

Bu çalışmada, ilomba (*Pycnanthus angolensis* Exell) odununda iki farklı ahşap ağartıcı (tek ve çift komponentli) kimyasallarının uygulanması sonucunda meydana gelen bazı yüzey (liflere dik ve paralel yönlerde beyazlık indeksi, liflere dik ve paralel yönlerde 3 farklı açı ile parlaklık ve renk parametreleri) özelliklerinde meydana gelen değişimler araştırılmıştır. Ağartılmamış olan kontrol grubu ile ağartılmış deney örnekleri birbirleri ile kıyaslanmıştır. Yapılan testler sonrasında renk parametreleri ve beyazlık indeksi değerine ait varyans analizi sonuçları anlamlı olarak bulunmuştur. Beyazlık indeksi değerlerinde tek komponentli ağartıcı ile liflere dik yönde azalmalar, belirlenirken, çift komponentli ağartıcıda artışlar bulunmuştur. Her iki ağartıcı kimyasal ile L^* ve h^o değerlerinde artışlar belirlenmiştir. Tek komponentli ağartıcı ile a^* , b^* ve C^* değerlerinde artışlar görülürken, bu parametreler için çift komponentli ağartıcıda azalışlar elde edilmiştir. ΔE^* değerleri çift komponentli ağartıcı kimyasalında 8.77 ve tek komponentli ağartıcı kimyasalında 3.31 olarak belirlenmiştir. Kullanılan kimyasallar ahşap yüzeylerinde değiştirici etkilere neden olmuştur.

Anahtar kelimeler: Renk, ilomba, ağartma, beyazlık indeksi, *Pycnanthus angolensis* Exell, parlaklık.

Effect of Application of various bleaching chemicals on some surface properties of Ilomba (*Pycnanthus angolensis* Exell) wood

Abstract

In this study, changes in some surface properties (whiteness index in perpendicular and parallel directions to the fibers, glossiness at three different angles in perpendicular and parallel directions to the fibers, and color parameters) were investigated as a result of the application of two different wood bleaching agents (single and double-component chemicals) on ilomba (*Pycnanthus angolensis* Exell) wood. The unbleached control group was compared with the bleached experimental samples. After conducting the tests, variance analysis results for color parameters and whiteness index were found to be significant. Whiteness index values decreased in the perpendicular direction to the fibers with the single-component bleaching agent, while an increase was observed with the double-component bleaching agent. Both bleaching agents resulted in an increase in L^* and h^o values. The single-component bleaching agent led to increases in a^* , b^* , and C^* values, whereas decreases were obtained for these parameters with the double-component bleaching agent. ΔE^* values were determined as 8.77 for the dual-component bleaching agent and 3.31 for the single-component bleaching agent. The used chemicals caused modifying effects on the wood surfaces.

Keywords: Color, ilomba, bleaching, whiteness index, *Pycnanthus angolensis* Exell, glossiness.

1. Giriş

Ilomba (*Pycnanthus angolensis* Exell) Afrika'da yağmurda ve geçiş ormanlarında yetişir ve genellikle açık renkli bir ağaç türü olarak Avrupa'ya ithal edilir (Gottwald, 1958; Dahms, 1979). Faboideae ailesine aittir. İdeal şartlara sahip alanlarda boyu orta ila büyük değişen ve yüksekliği 16 m'nin üzerinde 20 m'ye ulaşan bir ağaçtır. Türler Güney Afrika, Svaziland, Angola, Mozambik, Zimbabve, Botsvana ve Namibya'da ormanlık ormanlar ve savanlarda bulunur (Palgrave, 2002).

Sierra Leone, Liberya, Fildişi Sahili, Gana, Togo, Benin, Nijerya, Ekvator Ginesi, Angola ve Uganda dâhil olmak üzere, Gine'den Kamerun'a kadar batı Afrika'ya uzanan coğrafi dağılımı ile tropikal Afrika'nın orman bölgelerine özgüdür (Achel, 2013).

Mozambik'te, Limpopo nehrinden kuzeye, hem kıyıda hem de platolarda açık ormanlarda, özellikle kırmızımsı, killi topraklarda görülür (Gomes ve Sousa, 1967). Siena Leone'de ortalama yıllık çevre artışı 2 ila 7.5 cm olarak kaydedilmiştir (Savill ve Fox, 1967). Bozulmamış ormanlarda yenilenme daha fazladır (Hawthorne, 1994). Kuraklığa karşı oldukça hassas ve bozulmuş ormanlarda, boşluklarda ve çiftlik nadaslarında yaygın olarak görülen, yaprak dökmeyen bir ağaçtır. Olgun meyveler yarılr ve tohumlar kuşlar tarafından dağıtılır. Tohumlar, yaklaşık 16-36 gün süren hipogea çimlenme ile rüzgârla çoğaltılır (Taylor, 1960).

Bu tür gerçek öz odunu oluşturmaz (Shigo ve Hillis, 1973; Hillis, 1977) ve yaş kütükler böceklerin ve mantarların renk değiştirmesine ve saldırısına karşı hassas olmaktadır (Wagenführ, 1979). Ayrıca kerestenin kurutma işlemi sırasında, özellikle üst üste yığılmış ahşapta çıkartma ile temas eden alanlarda renk değişimi de meydana gelir. Genel olarak renk değişikliğinin, hava penetrasyonunu azaltan oksidatif süreçlere neden olacağı kabul edilmiştir (Karstedt ve ark., 1971; Wagenführ, 1979). Kökenine bağlı olarak, ahşap açık kahverengiden hafif pemmeden koyu kahverengiye değişen kahverengi öz oduna sahip olabilir (Bunster, 2006).

Ahşap aletlerle temas ettiğinde lekelenir. İyi kalitede kaplama ve kontrplak üretmek için iyi soyulur ve dilimlenir. Fakat arada sırada çok sayıda küçük sert lekenin bulunması nedeniyle buharlama önerilir. Her türlü yapıştırıcı ile iyi yapışmaktadır. İyi boyanır ama oldukça emicidir. Soyulmuş kaplaması, paneller, mobilya çerçeveleri, kutu yapımı, kalemler ve küçük doğramalar için kullanılır (Mapongmetsem, 2007; Lovett ve ark., 2006; Raradis ve ark., 2011).

Kurutması, kesmesi ve planlaması kolaydır, çivileri ve vidaları iyi kabul eder, iyi bir cilaya sahiptir ve cilayı ve verniği iyi alır. Doğrama ve marangozluk için mükemmel bir ahşaptır. Aynı zamanda dekoratif kaplama, inşaat ve gemi inşaatı üretimi için de uygundur (Bunster, 2006). Geleneksel olarak evlerin çatıları ve kenarları için kullanılırken, uzun ağaç gövdesi onu kano yapmak için uygun kılar. Odunu çok değerli bir yakıt sağlar. Odunu yakacak odun için kullanılır (Lovett ve ark., 2006).

Böcekler, mantarlar ve deniz ksilofajlarının saldırısına dayanıklı olup çok dayanıklıdır (Bunster, 2006). Olgun ağaçların yaprakları böcekler tarafından yoğun bir şekilde saldırıya uğrar ve onlara karakteristik bir delik açar (Wagner ve ark., 1991).

Ticari olarak kombo yağı olarak bilinen tohum yağı, sabun ve mum yapımında kullanılır (Abbiw, 1990). Dövülmüş olan kabuğu, iştahsızlık ve diş ağrısına çare olarak kullanılmaktadır. Kabuk infüzyonu, gargara olarak ve ülsere yol açan sürünen deri enfeksiyonunu tedavi etmek için de kullanılır (Irvine, 1961). Kabuk kaynatılması ile emziren anneler tarafından anne sütünü saflaştırmak için kusturucu olarak veya lavmanlarda kullanılır (Irvine 1961).

Yapraklar; cilt döküntülerinin tedavisinde, kök kabuğu; kürtaj tehdidi, anemi, göğüs ağrısı, baş ağrısı ve uyuz için, kökleri ise; solucan hastalığı için kullanılır (Mshana ve ark., 2000). Nijerya'da göğüs ağrısı, baş ağrısı, çeşitli cilt hastalıkları ve mide-bağırsak rahatsızlıklarının

tedavisi için çeşitli bitkisel tariflerde kullanılır (Omobuwajo ve ark., 1992, Oladimeji ve ark., 2006).

Ilomba (*Pycnanthus angolensis*) odununda ağırlık kayıpları *Gloeophyllum trabeum* için %67.00, *Poria placenta* için %56.00, *Trametes versicolor* için %64.00, *Irpex lacteus* için %56.00 (Nzokou ve ark., 2005), Isı iletkenlik değeri 0.151 W/m.K, özgül ısı kapasitesi 1.32 Cwd (J/g.K), ısı kapasitesi 18.48 Cwd (J/K) (Aggrey-Smith ve ark., 2016) olarak bulunmuştur.

Bu çalışmada, Ilomba (*Pycnanthus angolensis* Exell) odunun bazı yüzey özellikleri üzerine, iki farklı ahşap ağartıcı kimyasalın uygulanmasının etkileri araştırılmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

2.1. Ahşap Malzeme

Ilomba (*Pycnanthus angolensis* Exell) odunu bu çalışmada materyal olarak seçilmiştir. Örnekler rastgele seçilen, budaksız, çatlaksız, düzgün liflere sahip, renk farkı olmamasına özen gösterilerek, TS ISO 13061-1'e göre hazır hale getirilmiştir.

2.2. Metot

2.2.1. Ağartma İşlemlerinin Uygulanması

Araştırmada su bazlı tek komponentli beyazlatıcı (sıvı, renksiz, kokusuz, pH değeri 2.0±0.5) ve çift komponentli beyazlatıcı (sıvı, renksiz, kokusuz, çözünür, seyreltici maddesi su, kataliz oranı: A bileşeni için 100 gram ve B bileşeni için 50 gram, B bileşeni sodyum hidroksit ve hidrojen peroksit içermektedir) olmak üzere iki farklı ağartıcı kimyasalları kullanılmıştır. Sürme tekniği ile bu kimyasallar ahşap malzeme yüzeylerine uygulanmıştır.

2.2.2. Testler

2.2.2.1. Renk Özelliklerinin Belirlenmesi

DIN 5033'e (1993) göre, renk, görsel alanın göze yapısız görünen bir bölümünün görsel hissi olup, bu bölümün aynı zamanda görülen ve yapısız bitişik bir alandan ayırt edilebilmesidir. Renk algısı ölçülebilir, nesnelleştirilemez (Loos, 1989).

Numunelerin renk değişimi, ASTM D 2244-3, (2007) standardına göre, CIELAB renk sistemi ile bir CS-10 (CHN Spec, Çin) [CIE 10° standart gözlemci; CIE D65 ışık kaynağı, aydınlatma sistemi: 8/d (8°/dağınık aydınlatma)] cihazı (Şekil 1A) kullanılarak ölçülmüştür. Aşağıdaki formüller yardımıyla toplam renk farklılıklarına ait sonuçlar belirlenmiştir.

$$C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{0.5} \quad (1)$$

$$h^{\circ} = \arctan (b^*/a^*) \quad (2)$$

$$\Delta C^* = (C^*_{\text{ağartma işlemi görmüş deney örneği}} - C^*_{\text{ağartma işlemi görmemiş deney örneği}}) \quad (3)$$

$$\Delta a^* = (a^*_{\text{ağartma işlemi görmüş deney örneği}} - a^*_{\text{ağartma işlemi görmemiş deney örneği}}) \quad (4)$$

$$\Delta L^* = (L^*_{\text{ağartma işlemi görmüş deney örneği}} - L^*_{\text{ağartma işlemi görmemiş deney örneği}}) \quad (5)$$

$$\Delta b^* = (b^*_{\text{ağartma işlemi görmüş deney örneği}} - b^*_{\text{ağartma işlemi görmemiş deney örneği}}) \quad (6)$$

$$\Delta H^* = [(\Delta E^*)^2 - (\Delta L^*)^2 - (\Delta C^*)^2]^{0.5} \quad (7)$$

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{0.5} \quad (8)$$

ΔC^* , ΔH^* , Δa^* , Δb^* ve ΔL^* tanımlamaları aşağıda verilmiştir (Lange, 1999):

ΔL^* : Pozitif örnek referanstan daha açık ve negatif örnek referanstan daha koyu,
 Δa^* : Pozitif örnek referanstan daha kırmızı ve negatif örnek referanstan daha yeşil,
 Δb^* : Pozitif numune referanstan daha sarı ve negatif numune referanstan daha mavi,
 ΔC^* : Kroma kısmı veya doygunluk farkı,
 ΔC^* : Pozitif numune referanstan daha net, daha parlak,
 ΔC^* : Negatif örnek mat, referanstan daha bulanık.
 ΔH^* : Ton bölümü veya gölge farkı,

Mutlak değerlerinin (ΔE^*) renk farkının görsel değerlendirme kriterleri (DIN 5033, 1979) Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. ΔE^* değerlendirmesi için kıyaslama kriterleri (DIN 5033, 1979)

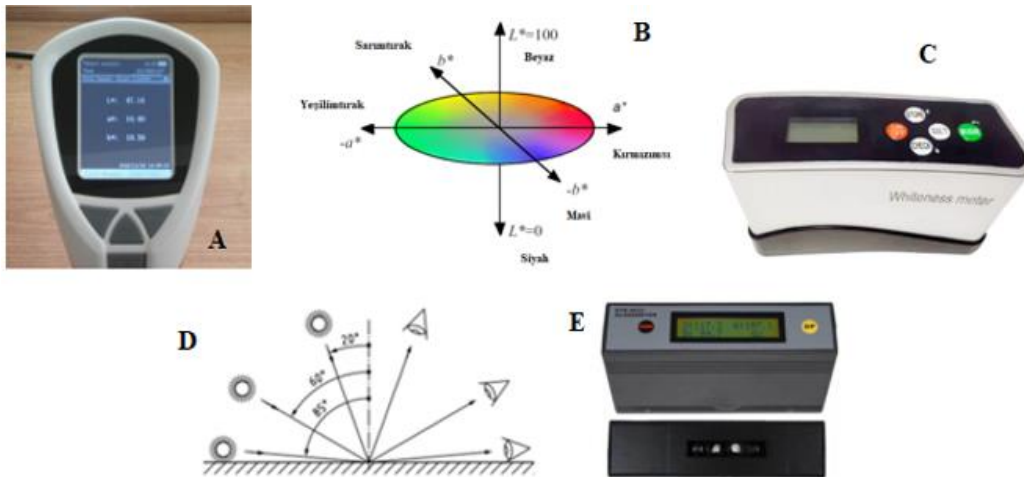
Toplam renk farkı (ΔE^*)	Görsel renk puanı farkı
<0.2	Algılanamaz
0.2 ila 0.5	Çok zayıf
0.5 ila 1.5	Zayıf
1.5 ila 3.0	Belirgin
3.0 ila 6.0	Çok belirgin
6.0 ila 12.0	Güçlü
> 12.0	Çok güçlü

2.2.2.2. Beyazlık İndeksi Özelliklerinin Belirlenmesi

Bu çalışmada, Whiteness Meter BDY-1 (Şekil 1C) cihazının kullanılması beyazlık indeksi (WI^*) değerleri lif yönlerine dik ve paralel olarak belirlenmiştir (ASTM E313-15e1, 2015).

2.2.2.3. Parlaklık Özelliklerinin Belirlenmesi

Parlaklık testleri ISO 2813, (1994) standardının kullanılması ile ETB-0833 model gloss meter cihazında üç farklı açıda olacak şekilde (20° , 60° ve 85°) liflere dik ve paralel yönlerde olacak şekilde yapılmıştır (Şekil 1E).



Şekil 1. Renk ölçüm cihazı (A), CIELAB renk uzayı (Molino ve ark., 2013) (B), beyazlık indeksi ölçüm cihazı (C), ölçüm açıları (ISO 2813, 2014) (D) ve parlaklık ölçüm cihazı (E)

2.3. İstatistiksel Analiz

Elde edilmiş olan veriler bir SPSS programında değerlendirilerek testlere ait olan en küçük ve en büyük ölçüm değerleri, yüzde (%) değişim oranları, standart sapma değerleri, homojenlik grupları ve çok değişkenli varyans analizleri hesaplanmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Toplam renk farklılıklarına ait veriler Çizelge 2’de sunulmuştur. Bu verilere göre ΔE^* değerleri tek komponentli ağartıcı kimyasalında 3.31 ve çift komponentli ağartıcı kimyasalında 8.77 olarak bulunmuştur. Ayrıca tek komponentli ağartıcı kimyasalında ΔL^* (referanstan daha açık) değerleri her iki ağartıcı kimyasalında pozitif olarak elde edilmiştir. Δa^* (referanstan daha yeşil), Δb^* (referanstan daha mavi) ve ΔC^* (örnek mat, referanstan daha bulanık) değerleri negatif olarak elde edilirken, çift komponentli ağartıcı kimyasalında bu testler [Δa^* (referanstan daha kırmızı), Δb^* (referanstan daha sarı) ve ΔC^* (referanstan daha net, daha parlak) değerleri] pozitif olarak bulunmuştur. Tek komponentli ağartıcının ΔH^* değeri çift komponentli ağartıcıdan düşük elde edilmiştir (Çizelge 2).

Renk değiştirme kriterlerine göre (DIN 5033, 1979) elde edilen sonuçlar kıyaslandığında tek komponentli ağartıcı “**Çok belirgin (3.0 ila 6.0)**” kriterini ve çift komponentli ağartıcı ise “**Güçlü (6.0 ila 12.0)**” kriterini vermiştir.

Çizelge 2. Toplam renk farklılıklarına ait sonuçlar

Uygulama	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔC^*	ΔH^*	ΔE^*	Renk değiştirme kriterleri (DIN 5033, 1979)
Tek Komponentli	0.75	0.71	3.14	3.19	0.44	3.31	Çok belirgin (3.0 ila 6.0)
Çift Komponentli	6.28	-3.83	-4.78	-5.71	2.22	8.77	Güçlü (6.0 ila 12.0)

Bütün testlere ait belirlenmiş olan çok değişkenli varyans analizi sonuçları Çizelge 3’de sunulmaktadır. Bu sonuçlara göre, kırmızı (a^*) renk tonu, ışıklılık (L^*), ton (h°) açısı, sarı (b^*) renk tonu, kroma (C^*), \parallel yönde 20° , 60° ve 85° ’lerde parlaklık değerleri, \perp yönde 20° ’de parlaklık değeri, beyazlık indeksleri (\perp) ve (\parallel) için ağart kimyasalı türü anlamlı olarak belirlenmiştir (Çizelge 3).

Bütün testlere ait ölçüm sonuçları Çizelge 4’de sunulmuştur. Çizelge 4’de sunulan sonuçlar incelendiğinde;

L^* değerinde tek komponentli ağartıcıda %0.98 ile artış bulunurken, çift komponentli ağartıcıda %8.19 ile artış elde edilmiştir. L^* değeri için en yüksek sonuç çift komponentli ağartıcıda (82.98) elde edilirken, en düşük sonuç ağartılmamış olan kontrol deney grubu örneklerinde (76.70) görülmüştür (Çizelge 4).

a^* değeri için en yüksek sonuç tek komponentli ağartıcıda (7.76) tespit edilirken, en düşük sonuç çift komponentli ağartıcıda (3.21) bulunmuştur. a^* değerinde tek komponentli ağartıcıda %10.07 ile artış tespit edilirken, çift komponentli ağartıcıda %54.47 ile azalış bulunmuştur (Çizelge 4).

b^* değerinde tek komponentli ağartıcıda %17.08 ile artış belirlenirken, çift komponentli ağartıcıda %25.92 ile azalış elde edilmiştir. b^* değeri için en yüksek sonuç tek komponentli ağartıcıda (21.59) belirlenirken, en düşük sonuç çift komponentli ağartıcıda (13.66) elde edilmiştir (Çizelge 4).

C^* değeri için en yüksek sonuç tek komponentli ağartıcıda (22.94) görülürken, en düşük sonuç çift komponentli ağartıcıda (14.04) belirlenmiştir. C^* değerinde tek komponentli ağartıcıda %16.15 ile artış görülürken, çift komponentli ağartıcıda %28.91 ile azalış belirlenmiştir (Çizelge 4).

h° değeri için en yüksek sonuç çift komponentli ağartıcıda (76.75) bulunurken, en düşük sonuç ağartılmamış olan kontrol deney grubu örneklerinde (69.09) elde edilmiştir. h° değerinde

tek komponentli ağartıcıda %1.66 ile artış elde edilirken, çift komponentli ağartıcıda %11.09 ile artış görülmüştür (Çizelge 4).

Çizelge 3. Bütün testlere ait belirlenmiş olan çok değişkenli varyans analizi verileri

Varyans Kaynağı	Test	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F Değeri	$\alpha \leq 0.05$
Ağartma Kimyasalı Türü	Işıklılık (L^*)	235.209	2	117.604	583.630	0.000*
	Kırmızı (a^*) renk tonu	119.379	2	59.690	813.745	0.000*
	Sarı (b^*) renk tonu	318.262	2	159.131	697.816	0.000*
	Kroma (C^*) değeri	406.731	2	203.366	721.749	0.000*
	Ton (h°) açısı değeri	341.863	2	170.932	772.953	0.000*
	$\perp 20^\circ$ 'de parlaklık değeri	0.523	2	0.261	110.250	0.000*
	$\perp 60^\circ$ 'de parlaklık değeri	0.062	2	0.031	1.816	0.182**
	$\perp 85^\circ$ 'de parlaklık değeri	0.000	2	0.000	.	***
	$\parallel 20^\circ$ 'de parlaklık değeri	1.464	2	0.732	137.250	0.000*
	$\parallel 60^\circ$ 'de parlaklık değeri	1.001	2	0.500	19.494	0.000*
	$\parallel 85^\circ$ 'de parlaklık değeri	0.451	2	0.225	11.184	0.000*
	Beyazlık indeksi (\perp)	1310.005	2	655.003	1737.947	0.000*
Beyazlık indeksi (\parallel)	1511.501	2	755.750	3512.697	0.000*	
Hata	Işıklılık (L^*)	5.441	27	0.202		
	Kırmızı (a^*) renk tonu	1.981	27	0.073		
	Sarı (b^*) renk tonu	6.157	27	0.228		
	Kroma (C^*) değeri	7.608	27	0.282		
	Ton (h°) açısı değeri	5.971	27	0.221		
	$\perp 20^\circ$ 'de parlaklık değeri	0.064	27	0.002		
	$\perp 60^\circ$ 'de parlaklık değeri	0.461	27	0.017		
	$\perp 85^\circ$ 'de parlaklık değeri	0.000	27	0.000		
	$\parallel 20^\circ$ 'de parlaklık değeri	0.144	27	0.005		
	$\parallel 60^\circ$ 'de parlaklık değeri	0.693	27	0.026		
	$\parallel 85^\circ$ 'de parlaklık değeri	0.544	27	0.020		
	Beyazlık indeksi (\perp)	10.176	27	0.377		
Beyazlık indeksi (\parallel)	5.809	27	0.215			
Toplam	Işıklılık (L^*)	187660.298	30			
	Kırmızı (a^*) renk tonu	1203.281	30			
	Sarı (b^*) renk tonu	9934.571	30			
	Kroma (C^*) değeri	11137.066	30			
	Ton (h°) açısı değeri	155981.615	30			
	$\perp 20^\circ$ 'de parlaklık değeri	18.220	30			
	$\perp 60^\circ$ 'de parlaklık değeri	149.710	30			
	$\perp 85^\circ$ 'de parlaklık değeri	0.300	30			
	$\parallel 20^\circ$ 'de parlaklık değeri	24.840	30			
	$\parallel 60^\circ$ 'de parlaklık değeri	227.470	30			
	$\parallel 85^\circ$ 'de parlaklık değeri	2.040	30			
	Beyazlık indeksi (\perp)	60322.534	30			
Beyazlık indeksi (\parallel)	45992.510	30				
Düzeltilmiş Toplam	Işıklılık (L^*)	240.650	29			
	Kırmızı (a^*) renk tonu	121.360	29			
	Sarı (b^*) renk tonu	324.419	29			
	Kroma (C^*) değeri	414.339	29			
	Ton (h°) açısı değeri	347.834	29			
	$\perp 20^\circ$ 'de parlaklık değeri	0.587	29			
	$\perp 60^\circ$ 'de parlaklık değeri	0.523	29			
	$\perp 85^\circ$ 'de parlaklık değeri	0.000	29			
	$\parallel 20^\circ$ 'de parlaklık değeri	1.608	29			
	$\parallel 60^\circ$ 'de parlaklık değeri	1.694	29			
	$\parallel 85^\circ$ 'de parlaklık değeri	0.995	29			
	Beyazlık indeksi (\perp)	1320.181	29			
Beyazlık indeksi (\parallel)	1517.310	29				

*: Anlamli, **: Anlamsiz, ***: Önemsiz

Çizelge 4. Bütün testlere ait ölçüm verileri

Test	Ağartma Kimyasal Türü	Ölçüm Sayısı	Ortalama	Değişim Oranı (%)	Homojenlik Grubu	Standart Sapma	Minimum	Maksimum	Varyasyon Katsayısı
L*	Ağartılmamış	10	76.70	-	C**	0.60	75.89	77.33	0.79
	Tek Komponentli	10	77.45	↑0.98	B	0.37	76.80	77.85	0.48
	Çift Komponentli	10	82.98	↑8.19	A*	0.32	82.43	83.53	0.39
a*	Ağartılmamış	10	7.05	-	B	0.30	6.67	7.46	4.22
	Tek Komponentli	10	7.76	↑10.07	A*	0.30	7.18	8.18	3.89
	Çift Komponentli	10	3.21	↓54.47	C**	0.20	2.87	3.55	6.26
b*	Ağartılmamış	10	18.44	-	B	0.59	17.57	19.10	3.18
	Tek Komponentli	10	21.59	↑17.08	A*	0.52	20.75	22.44	2.40
	Çift Komponentli	10	13.66	↓25.92	C**	0.27	13.34	14.03	1.97
C*	Ağartılmamış	10	19.75	-	B	0.65	18.80	20.48	3.28
	Tek Komponentli	10	22.94	↑16.15	A*	0.58	21.95	23.88	2.54
	Çift Komponentli	10	14.04	↓28.91	C**	0.29	13.69	14.43	2.09
h°	Ağartılmamış	10	69.09	-	C**	0.30	68.54	69.57	0.43
	Tek Komponentli	10	70.24	↑1.66	B	0.37	69.59	70.91	0.52
	Çift Komponentli	10	76.75	↑11.09	A*	0.66	75.65	77.90	0.86
120°	Ağartılmamış	10	0.62	-	C**	0.04	0.60	0.70	6.80
	Tek Komponentli	10	0.74	↑19.35	B	0.05	0.70	0.80	6.98
	Çift Komponentli	10	0.94	↑51.61	A*	0.05	0.90	1.00	5.49
160°	Ağartılmamış	10	2.22	-	B	0.17	2.00	2.40	7.60
	Tek Komponentli	10	2.18	↓1.80	C**	0.04	2.10	2.20	1.93
	Çift Komponentli	10	2.29	↑3.15	A*	0.14	2.20	2.50	6.33
185°	Ağartılmamış	10	0.10	-	A*	0.00	0.10	0.10	0.00
	Tek Komponentli	10	0.10	0.00	A*	0.00	0.10	0.10	0.00
	Çift Komponentli	10	0.10	0.00	A*	0.00	0.10	0.10	0.00
20°	Ağartılmamış	10	0.60	-	C**	0.00	0.60	0.60	0.00
	Tek Komponentli	10	0.90	↑50.00	B	0.00	0.90	0.90	0.00
	Çift Komponentli	10	1.14	↑90.00	A*	0.13	0.90	1.20	11.10
60°	Ağartılmamış	10	2.50	-	C**	0.24	2.10	2.70	9.61
	Tek Komponentli	10	2.79	↑11.60	B	0.09	2.70	2.90	3.14
	Çift Komponentli	10	2.94	↑17.60	A**	0.11	2.80	3.10	3.66
85°	Ağartılmamış	10	0.36	-	A*	0.25	0.20	0.80	68.29
	Tek Komponentli	10	0.10	↓72.22	B*	0.00	0.10	0.10	0.00
	Çift Komponentli	10	0.10	↓72.22	B*	0.00	0.10	0.10	0.00
WI* (⊥)	Ağartılmamış	10	40.04	-	B	0.97	38.60	41.50	2.42
	Tek Komponentli	10	39.32	↓1.80	C**	0.33	39.10	39.80	0.85
	Çift Komponentli	10	53.68	↑34.07	A*	0.29	53.30	54.00	0.54
WI* ()	Ağartılmamış	10	33.64	-	B	0.75	32.40	34.40	2.24
	Tek Komponentli	10	33.33	↓0.92	B**	0.07	33.20	33.40	0.20
	Çift Komponentli	10	48.54	↑44.29	A*	0.27	48.10	48.80	0.56

*: En yüksek, **: En düşük değer

Çift komponentli ağartıcı kimyasalı ile ahşap malzemeye ait olan paralel (||) ve dik (⊥) yönlerde 20° ve 60°'de parlaklık değerleri, tek komponentli ağartıcı kimyasalı ile paralel (||) yönde 20° ve 60°'de parlaklık değerleri ile dik (⊥) yönde 20°'de parlaklık değerlerinde artışlar elde edilmiştir. Buna ek olarak, tek ve çift komponentli ağartıcı kimyasallarda paralel (||) yönde 85°'de parlaklık değerlerinde azalışlar görülmüştür (Çizelge 4).

WI* değerleri ⊥ yön için tek komponentli ağartıcıda %1.80 ile azalış bulunurken, çift komponentli ağartıcıda %34.07 ile artış elde edilmiştir. WI* değerleri ⊥ yön için en yüksek sonuç çift komponentli ağartıcıda (53.68) elde edilirken, en düşük sonuç tek komponentli ağartıcıda (39.32) belirlenmiştir (Çizelge 4).

WI* değerleri || yön için tek komponentli ağartıcıda %33.33 ile azalış tespit edilirken, çift komponentli ağartıcıda %48.54 ile azalış bulunmuştur. WI* değerleri || yön için en yüksek

sonuç çift komponentli ağartıcıda (48.54) tespit edilirken, en düşük sonuç tek komponentli ağartıcıda (33.33) bulunmuştur (Çizelge 4).

Ağartma işlemleri üzerine yapılan çeşitli araştırmalara ait kıyaslamalar Çizelge 5’de verilmiştir. Bu çizelgeye göre ahşap türlerinde ağartma işlemleri için kullanılan kimyasallar ile ahşabın sahip olduğu renk parametrelerine ait değerler değişmiştir.

Yüzey modifikasyonunun lignine bağlı fonksiyonel grupların bir parçası olan renk kromoforlarını ortadan kaldıracığını düşündürmektedir. Termomekanik kâğıt hamuru üretiminde H₂O₂ ile ağartmanın hamurdaki odun ekstraktlarının içeriğini azalttığı ve hamur parlaklığını arttırdığı iyi bilinmektedir. İşlem sırasında rengine katkıda bulunan lignin gruplarının bir parçası olan kinonlar oksitlenerek renksiz yapılara dönüşür ve lignindeki koniferil aldehit grupları ve konjuge çift bağ yapıları parçalanmaktadır (Lindholm ve ark., 2009).

Çizelge 5. Ağartma işlemleri üzerine yapılan çeşitli araştırmalara ait karşılaştırmalar

Ağaç Türü	Ağartma Maddesi Türü	Uygulama Sonrası Değişim					Kaynaklar
		L*	a*	b*	C*	h°	
Ilomba (<i>Pycnanthus angolensis</i> Exell)	Tek komponentli	↑	↑	↑	↑	↑	Bu çalışma
	Çift komponentli	↑	↓	↓	↓	↑	
Sapelli (<i>Entandrophragma cylindricum</i>)	NaClO	↓	↓	↓	↓	↑	Ulay ve Ayata, (2023b)
Sarıçam (<i>Pinus sylvestris</i> L.)		↓	↑	↑	↑	↓	Ulay ve Ayata, (2023c)
Sipo (<i>Entandrophragma utile</i>)		↓	↓	↓	↓	↓	Ulay ve Ayata, (2023a)
Anadolu kestanesi (<i>Castanea sativa</i> Mill.)		↓	↑	↑	↑	↓	Ulay ve Ayata, (2023d)
Ayous (<i>Triplochiton scleroxylon</i>)	NaOH	↑	↓	↓	↓	↑	Lu ve ark., (2023)
Ihlamur (<i>Tilia</i> spp.)		↑	↓	↓	↓	↑	
Kavak (<i>Populus</i> L.)		↑	↓	↓	↓	↑	
Japon melezi (<i>Larix kaempferi</i>)	H ₂ O ₂	↑	↓	↑	-	-	Park ve ark., (2022)
Moğol meşesi (<i>Quercus mongolica</i>)		↑	↓	↑	-	-	
Sarıçam (<i>Pinus sylvestris</i> L.)	H ₂ O ₂	↑	↑	↑	-	-	Özçifçi ve Özbay, (2010)
	NaOH	↓	↓	↑	-	-	
Doğu kayını (<i>Fagus orientalis</i>)	NaOH	↑	↑	↑	-	-	
Ladin (<i>Picea orientalis</i> L. Link.)	H ₂ O ₂	↑	↓	↑	-	-	Ozcifci ve ark., (2009)
Meşe (<i>Quercus sessiliflora</i> Salisb.)		↑	↓	↑	-	-	
Huş (<i>Betula platyphylla</i> Suk.)		↑	↓	↓	-	-	Liu ve ark., (2015)
Bambu (<i>Indosasa angustata</i>)		↑	↑	↑	-	-	Nguyen ve ark., (2019)
Maritime çamı (<i>Pinus pinaster</i>)		↑	↓	↓	-	-	Mehats ve ark., (2021)
Huş (<i>Betula pendula</i>)		↑	↓	↓	-	-	Yamamoto ve ark., (2017)
Siğilli huş (<i>Betula pendula</i> Roth.)		↑	↓	↑	-	-	Mononen ve ark., (2005)
H₂O₂: Hidrojen peroksit, NaOH: Sodyum hidroksit, NaClO: Sodyum hipoklorit							

4. Sonuçlar ve neriler

Bu alışmada, Ilomba odununun bazı yüzey özellikleri üzerine, iki farklı ahşap ağartıcı kimyasal uygulanmasının etkileri araştırılmıştır. Elde edilen verilere göre, şu sonuçlar söylenebilir;

- Renk parametreleri ve beyazlık indeksi değerlerine ait varyans analizi sonuçları anlamlı olarak bulunmuştur.

- Her iki ağartıcı kimyasal ile L^* ve h^o değerlerinde artışlar görülmüştür. Tek komponentli ağartıcı ile a^* , b^* ve C^* değerlerinde artışlar elde edilirken, bu parametreler için çift komponentli ağartıcıda azalışlar belirlenmiştir.

- Beyazlık indeksi değerlerinde tek komponentli ağartıcı ile liflere dik yönde azalmalar, görülürken, çift komponentli ağartıcıda artışlar elde edilmiştir.

Kaynaklar

- Abbiw, D.K., (1990). Useful plants of Ghana: West African use of wild and cultivated plants, Intermediate Technology Publications, The Royal Botanic Gardens, Kew, Richmond, UK.
- Achel, D.D.G., (2013). Comparative study of the radioprotective effect of an extract of *Pycnanthus angolensis* against damage induced by X-rays, Universidad De Murcia facultad De Medicina, Instituto Universitario de Investigación en Envejecimiento de la Universidad de Murcia, Doctoral Thesis.
- Aggrey-Smith, S., Preko, K., and Owusu, F.W., (2016). Study of thermal properties of some selected tropical hard wood species, International Journal of Materials Science and Applications, 5(3): 143-150. DOI: 10.11648/j.ijmsa.20160503.15.
- ASTM D 2244-3, (2007). Standard practice for calculation or color tolerances and color, differences from instrumentally measured color coordinates, ASTM International, West Conshohocken, PA.
- ASTM E313-15e1, (2015). Standard practice for calculating yellowness and whiteness indices from instrumentally measured color coordinates, ASTM International, West Conshohocken, PA.
- Bunster, J., (2006). Commercial timbers of Mozambique. 2nd ed. Maputo.
- Dahms, K.G., (1979). Afrikanische Exporthlzer. 2. Erweit, Aufl. Stuttgart: DRW-Verlag.
- DIN 5033, (1979). Deutsche Normen, Farbmessung. Normenausschuř Farbe (FNF) im DIN Deutsches Institut für Normung eV, Beuth, Berlin März.
- DIN 5033, (1993). Farbmittel 1 - Pigmente, Füllstoffe, Farbstoffe, Teil 1 bis DIN 55929 Beuth Verlag, Köln. ISBN: 3-410-12453-5.
- Gomes, E., and Sousa, A., (1967). Dendrologia de Moçambique. Lourenço Marques: Instituto de Investigação Agronmica de Moambique.
- Gottwald, H., (1958). Handelshlzer, ihre Benennung, Bestimmung und Beschreibung. Hamburg: F. Holzmann.
- Hawthorne, W.D., (1994). Fire damage and forest regeneration in Ghana, ODA Forestry Series No. 4, Natural Resources Institute, Chatham Maritime, Kent, U.K.
- Hillis, W.E., (1977). Secondary changes in wood, Recent advances in Phytochemistry, 11: 247-309.
- Irvine, F.R., (1961). Woody plants of Ghana, Oxford University Press, London, U. K.
- ISO 2813, (1994). Paints and varnishes - determination of specular gloss of non-metallic paint films at 20 degrees, 60 degrees and 85 degrees, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.

- ISO 2813, (2014). Paints and varnishes - Determination of gloss value at 20°, 60° and 85°, Standard, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
- Karstedt, P., Liese, W., and Willeitner, H., (1971). Untersuchungen zur Verhütung von Transportschäden bei anfailligen Tropenholzarten, Holz Rob Werkstoff, 29: 409-415.
- Lange, D.R., (1999). Fundamentals of Colourimetry - Application Report No. 10e. DR Lange: New York, NY, USA.
- Leone, C., Lopresto, V., and De Iorio, I., (2009). Wood engraving by Q-switched diode-pumped frequency-doubled Nd:YAG green laser, Optics and Lasers in Engineering, 47(1): 161-168. DOI: 10.1016/j.optlaseng.2008.06.019.
- Lindholm, C., Jäkärä, J., and Mårtens, H., (2009). Bleaching of mechanical pulps, In Mechanical Pulping (pp. 360-398). Helsinki, Finland: Paper Engineers' Association.
- Liu, Y., Guo, H., Gao, J., Zhang, F., Shao, L., and Via, B.K., (2015). Effect of bleach pretreatment on surface discoloration of dyed wood veneer exposed to artificial light irradiation, BioResources, 10(3): 5607-5619. DOI: 10.15376/biores.10.3.5607-5619.
- Loos, H., (1989). Farbmessung - Grundlagen der Farbmessung und ihre Anwendungsbereiche in der Druckindustrie, Verlag Beruf + Schulze, Itzehoe. ISBN: 3-88013-380-8.
- Lovett, J.C., Ruffo, C.K., Gereau, R.E., and Taplin, J.R.D., (2006). Field guide to the moist forest trees of Tanzania, Centre for Ecology Law and Policy, Environment Department, University of York. United Kingdom.
- Lu, D., Xiong, X., Lu, G., Gui, C., and Pang, X., (2023). Effects of NaOH/H₂O₂/Na₂SiO₃ bleaching pretreatment method on wood dyeing Properties, Coatings 13(2): 233. DOI: 10.3390/coatings13020233.
- Mapongmetsem, P.M., (2007). *Pycnanthus angolensis* (Welw.) Warb. [Internet] Record from Protabase. van der Vossen, H.A.M., and Mkamilo, G.S. (Editors). PROTA (Plant Resources of Tropical Africa / Ressources végétales de l'Afrique tropicale), Wageningen, Netherlands.
- Mehats, J., Castets, L., Grau, E., and Grelier, S., (2021). Homogenization of maritime pine wood color by alkaline hydrogen peroxide treatment, Coatings, 11(7): 839. DOI: 10.3390/coatings11070839.
- Molino, J.A., Kennedy, J.F., Beuse, P.A., Miller, C.C., Davis, W., and Andersen, C.K., (2013). Daytime color appearance of retroreflective traffic control sign materials (No. FHWA-HRT-13-018). United States. Federal Highway Administration.
- Mononen, K., Jääskeläinen, A.S., Alvilä, L., Pakkanen, T.T., and Vuorinen, T., (2005). Chemical changes in silver birch (*Betula pendula* Roth) wood caused by hydrogen peroxide bleaching and monitored by color measurement (CIELab) and UV-Vis, FTIR and UVR spectroscopy, Holzforschung, 59: 381-388. DOI: 10.1515/HF.2005.063.
- Mshana, N.R., Abbiw, D.K., Addae-Mensah, I., Adjanouhoun, E., Ahyi, M.R.A., Ekpere, J.A., Enow-Orock, E.G., Gbile, Z.O., Noamesi, G.K., Odei, M.A., Odunlami, H., Oteng-Yeboah, A.A., Sarpong, K., Sofowora, A., and Tackie, A.N., (2000). Traditional Medicine and Pharmacopoeia, Contribution to the revision of ethnobotanical and Floristic Studies in Ghana, OAU/STRC Technical Report, 67.
- Nguyen, Q.T., Nguyen, T., and Nguyen, N.B., (2019). Effects of bleaching and heat treatments on *Indosasa angustata* bamboo in Vietnam, Bioresources, 14(3): 6608-6618. DOI: 10.15376/biores.14.3.6608-6618.
- Nzokou, P., Wehner, K., and Kamdem, D.P., (2005). Natural durability of eight tropical hardwoods from Cameroon, Journal of Tropical Forest Science, 17(3): 416-427.
- Oladimeji, O.H., Ubulom, P.M.E., Igboasoiki, A.C., Ndukwe, K., and Nia, R., (2006). Some biological activities of *Pycnanthus angolensis* (Welw.) Warb., Journal of Pharmacy & Bioresources, 3(1): 49-55. DOI: 10.4314/jpb.v3i1.32092.

- Omobuwajo, O.K., Adesanya, S.A., and Babalola, C.O., (1992). Isoflavonoids from *Pycnanthus angolensis* and *Baphia nitida*, *Phytochemistry*, 31(3): 1013-1014. DOI: 10.1016/0031-9422(92)80059-N.
- Ozcifci, A., Yapici, F., Altun, S., Toket, H., Baysal, E., Senel, A., and Simsek, H., (2009). Glossiness, color stability, and surface roughness of wood treated with some bleaching chemicals, *Wood Research*, 54(2): 83-94.
- Özçifçi, A., and Özbay, G., (2010). Impacts of bleaching chemicals and outdoor exposure on changes in the color of some varnished woods, *BioResources*, 5(2): 586-597. DOI: 10.3969/j.issn.1000-2006.2014.03.024.
- Palgrave, K.C., (2002). *Trees of Southern Africa*. 3rd ed. Cape Town.
- Park, K.C., Kim, B., Park, H., and Park, S.Y., (2022). Peracetic acid treatment as an effective method to protect wood discoloration by UV light, *Journal of the Korean Wood Science and Technology*, 50(4): 283-298. DOI: 10.5658/WOOD.2022.50.4.283.
- Raradis, S., Guibal, D., Vernay, M., Beauchene, J., Brancheriau, L., Cabantous, B., Chalon, I., Daigremont, C., Detienne, P., Fouquet, D., Langbour, P., Lotte, S., Mejean, C., Thevenon, M.F., Thibaut, A., and Gerard, J., (2011). *Tropix 7, Caracteristiques technologiques de 245 essences tropicales et temperees [Technological characteristics of 215 tropical timbers!]*, Nouvelle version de Tropix 6.0, 2008. Montpellier: Cirad, (French and English).
- Savill, P.S., and Fox, J.E.D., (1967). *Trees of Sierra Leone*, Oxford Forestry Library.
- Shigo, A.L., and Hillis, W.E., (1973). Heartwood, discolored wood, and microorganisms in living trees, *Annual Review of Phytopathology*, 11(1): 197-222. DOI: 10.1146/annurev.py.11.090173.001213.
- Taylor, C.J., (1960). *Synecology and silviculture in Ghana*, The University College of Ghana, Nelson and Sons Ltd, London, UK.
- TS ISO 13061-1, (2021). *Odunun fiziksel ve mekanik özellikleri - Kusursuz küçük ahşap numunelerin deney yöntemleri - Bölüm 1: Fiziksel ve mekanik deneyler için nem muhtevasının belirlenmesi*, Türk Standardları Enstitüsü, Ankara.
- Ulay, G., ve Ayata, Ü., (2023a). Farklı uygulama yöntemleri kullanılarak iç mekân temizlik kimyasalı ile muamele edilmiş sipo (*Entandrophragma utile*) odununda renk parametrelerinin araştırılması, ICHEAS 4. Uluslararası Sağlık, Mühendislik Ve Uygulamalı Bilimler Kongresi, 14-16 Nisan 2023, Dubai, 24-31.
- Ulay, G., ve Ayata, Ü., (2023b). İç mekân temizlik kimyasalına maruz kalmış sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) odununda renk parametrelerinin incelenmesi, Duvar Kitapevi, Küreselleşen Dünyada Ziraat, Orman Ve Su Ürünleri, Editör: Prof. Dr. Alaeddin BOBAT, Bölüm Sayfaları: 61-75. ISBN: 978-625-6945-39-5.
- Ulay, G., ve Ayata, Ü., (2023c). Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odununda renk parametreleri üzerine sodyum hipoklorit (NaClO) kimyasalının etkisi, Karadeniz 12. Uluslararası Uygulamalı Bilimler Kongresi, 3-5 Mart 2023, Rize, 380-388.
- Ulay, G., ve Ayata, Ü., (2023d). Isıl işlem görmüş Anadolu kestanesi (*Castanea sativa* Mill.) odununda bazı yüzey özellikleri üzerine çeşitli kimyasalların etkileri, Latin Amerika 5. Uluslararası Bilimsel Araştırmalar Kongresi, Medellin, 17-19 Mart 2023, 114-124.
- Wagenführ, R., (1979). *Holzeigenschaftstafel Ilomba*, Holztechnologie, 20: 2.
- Wagner, M.R., Atuahene, S.K.N., and Cobbinah, J.R., (1991). *Forest entomology in West Tropical Africa: Forest insects of Ghana*, Kluwer academic publishers, Dordrecht, Bosten, London.
- Yamamoto, A., Rohumaa, A., Hughes, M., Vuorinen, T., and Rautkari, L., (2017). Surface modification of birch veneer by peroxide bleaching, *Wood Science and Technology*, 51: 85-95. DOI: 10.1007/s00226-016-0880-7.

SAPPELLİ (*Entandrophragma cylindricum*) AHŞABINA UYGULANMIŞ UV KÜRLENMELİ VERNİK KATMANLARINDA RENK VE PARLAKLIK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE TERMAL YAŞLANDIRMANIN ETKİLERİ

Doç. Dr. Ümit AYATA¹ ve Prof. Dr. Bekir Cihad BAL²

¹Bayburt Üniversitesi, Sanat ve Tasarım Fakültesi, İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü, Bayburt, ORCID NO: 0000-0002-6787-7822

²Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Malzeme Bölümü, Kahramanmaraş, ORCID NO: 0000-0001-7097-4132

Özet

Bu çalışmada, sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) ahşabı yüzeylerine UV sistem parke vernikleri uygulandıktan sonra elde edilen malzemeler üzerinde etüv ortamında yapılan farklı sıcaklık ve sürelerde (30°C'de 30 gün, 60°C'de 60 gün ve 90°C'de 90 gün) termal yaşlandırma uygulaması yapılmıştır. Daha sonra meydana gelen bazı yüzey değişiklikleri (renk ve parlaklık) araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, termal yaşlandırma uygulaması için bütün testlerde çok değişkenli varyans analizi sonuçları anlamlı olarak elde edilmiştir. Bütün termal yaşlandırma uygulamaları sonlarında Δa^* , ΔL^* , Δb^* ve ΔC^* değerleri negatif olarak tespit edilmiştir. ΔE^* değerleri 30°C'de 30 gün, 60°C'de 60 gün ve 90°C'de 90 gün varyasyonlarında sırası ile 1.69, 4.98 ve 8.78 olarak belirlenmiştir. Termal yaşlandırma süresinin artmasıyla ΔE^* değerleri artışlar göstermiştir. L^* , a^* , b^* ve C^* değerlerinde en düşük sonuç 90°C'de 90 gün termal yaşlandırmasına ait örneklerde, en yüksek sonuç ise kontrol grubunda elde edilmiştir. Yapılan termal yaşlandırma ile renk ve parlaklık değerleri azalmıştır.

Anahtar kelimeler: Termal yaşlandırma, UV sistem vernik, renk, *Entandrophragma cylindricum*, ahşap malzeme, parlaklık, sapelli.

The effects of thermal aging on the color and glossiness properties of UV-cured varnish coatings applied to sapele (*Entandrophragma cylindricum*) wood

Abstract

In this study, thermal aging at different temperatures and times (30 days at 30°C, 60 days at 60°C and 90 days at 90°C) was carried out on the materials obtained after UV system parquet varnishes were applied to sapele (*Entandrophragma cylindricum*) wood surfaces. Some surface changes (color and glossiness) that occurred later were investigated. According to the results obtained, all tests for thermal aging showed statistically significant results in multivariate analysis. After all thermal aging applications, Δa^* , ΔL^* , Δb^* , and ΔC^* values were determined to be negative. The ΔE^* values were found to be 1.69, 4.98, and 8.78 for the variations at 30°C for 30 days, 60°C for 60 days, and 90°C for 90 days, respectively. The ΔE^* values increased with the increase in thermal aging duration. The lowest values for L^* , a^* , b^* , and C^* were observed in the samples subjected to 90°C for 90 days of thermal aging, while the highest values were found in the control group. Thermal aging led to a decrease in color and glossiness values.

Keywords: Thermal aging, UV system varnish, color, *Entandrophragma cylindricum*, wood material, glossiness, sapele.

1. Giriş

Ahşap mobilyalar, ahşabın ekolojik ve estetik özelliklerinden dolayı plastik ve metal muadillerine tercih edilmektedir (Abdolzadeh ve ark., 2015). Ahşap bazlı endüstriler, ahşap panel üretimlerini, mantar, kâğıt hamuru ve kâğıt ve karton üretimlerini, ahşap mobilya üretimini, spor endüstrilerini ve kâğıt karton dönüştürme ve baskı endüstrilerini içerir (González-García ve ark., 2011).

Ultraviyole (UV) ile kürlenebilen kaplamaların geniş bir tanımı, yüksek yoğunluklu UV radyasyonuna maruz kaldıklarında kürlenerek katı hale gelen kaplamalar olacaktır. Daha teknik ve kimyasal bir tanım, doymamış monomerler ve oligomerlerde serbest radikal tarafından başlatılan zincir büyüme polimerizasyonu ile kürlenen kaplamalar olacaktır (Fibiger, 1998).

Radyasyonla kürlenebilen reçine sistemleri; polyester-stiren karışımları, metakrilik gruplu ürünler, tiyol-tien karışımları, akrilik işlevselliklere sahip prepolimerler ve monomerler ve epoksi reçineler şeklinde sınıflandırılabilir (Stoye ve Freitag, 2008).

Kızılötesi radyasyon ısıtma, analitik kimya ve elektronikte kullanılır. İnsan yapımı ultraviyole radyasyon tıbbi uygulamalarda, analitik kimyada ve çeşitli endüstriyel uygulamalarda onlarca yıldır kullanılmaktadır. Hızlandırılmış parçacıklar üretmek için kullanılan cihazlar yalnızca değerli bilimsel araçlar değil, aynı zamanda endüstriyel uygulamalar için önemli iyonlaştırıcı radyasyon kaynaklarıdır. Hem ultraviyole hem de elektron ışını radyasyonları, kızılötesi ve mikrodalga ile birlikte elektromanyetik radyasyonlar olarak sınıflandırılır (Drobny, 2003).

UV radyasyonu kullanan bir kürlenme sisteminde, UV dozu, kürlenmiş filmlerin temel özellikleri (örneğin; esneklik, sertlik) ve yüzey viskoelastikliği ile ilişkilidir. Verimli kürlenme, tüm uygulamalarda, minimum UV dozunun (substrat yüzeyinde J/cm^2 olarak ölçülür) veya minimum UV maruz kalma süresinin istenen kürlenme derecesini elde etmek için uygulanabileceği koşulların yaratılması gerektiği anlamına gelir (Mehnart ve ark., 1999).

Radyasyonla kürlenme, kaplama malzemelerinin elektron ışınları veya ultraviyole ışık vasıtasıyla kürlenmesidir. Endüstriyel uygulamada, ahşap esaslı malzemelerin kaplanması için esas olarak radikal UV teknolojisi uygulanmaktadır. Zeminler, kapılar, mobilyalar, duvar kaplamaları, dekor bitişli folyolar ve maçalar yıllarca başarıyla kaplanır. EB teknolojisi yalnızca özel uygulamalarda kullanılır. Katyonik polimerizasyon, ahşap kaplama ile ilgili veya bir uygulama değildir (Bulian ve Graystone, 2009).

Radyasyon yoluyla kürlenme kaplamaları, geleneksel veya düşük katılı, solvent bazlı kaplamaların yerini alan yeni tekniklerden birini temsil etmektedir. Radyasyonla sertleşen kaplamalar, üreticiye birkaç önemli özellik sunmaktadır. Bunlar aşağıdakileri içerir (Koleske, 2007):

- Yüksek katılar - genellikle %100 katılar,
- Düşük sermaye yatırımı (belirli özel istisnalar dışında),
- Düşük enerji kürlenme maliyetleri - düşük güç gereksinimleri ve solvent maliyetlerinin ortadan kaldırılması,
- Hızlı kürlenme hızları,
- Plastikler gibi ısıya duyarlı alt tabakalar ve elektronik endüstrisi için parçalar dâhil olmak üzere çeşitli alt tabakaları kürlenme yeteneği,
- Artan verimlilik,
- Çalışma hattı ve sıvı kaplama depolaması için daha kısa kürlenme hatları ve azaltılmış zemin alanı gereksinimleri,
- Aralarından seçim yapabileceğiniz çeşitli farklı kimyalar ve dolayısıyla mevcut çok çeşitli formülasyon bileşenlerinden geniş formüle etme genişliği.

Sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) (Sprague) (sapele), Meliaceae familyasına aittir (Hawthorne, 1998). Yetişkinlikte gölgelik seviyesinde ortaya çıkan güneş seven bir ağaçtır. Bu

tür Gine-Kongo havzasında Fildişi Sahili'nden Kamerun'a ve doğuda Uganda'ya kadar dağılmıştır. Yoğun nemli yaprak dökmeyen ve yarı yaprak döken ormanları kaplar. Sapelli tek evcikli, böcekler tarafından tozlanır ve kanatlı tohumları rüzgârla dağılır (Garcia ve ark., 2001).

Sapele'nin ayrıca, satılabilir gövde ağacı hacminin yaklaşık %25'i kadar önemli miktarda satılabilir dal ağacına sahip olduğu bildirilmektedir (Dadzie, 2013). Bu bitki, Kamerun'un Merkez Bölgesinde sıtma, sarı humma, tifo gibi bakteriyel enfeksiyonlar, ishal ve mide ağrısı gibi semptomları tedavi etmek için geleneksel olarak kullanılan tıbbi bir bitkidir (Nadia ve ark., 2020).

Literatürde sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) odununda; shore D sertlik değeri 61.80 HD (Esteves ve ark., 2021), 1 yıl süre ile deniz suyunda bekletilmesi ile meydana gelen ağırlık kaybı %45.62 (Şen ve Yalçın, 2010), teğet yönde daralma %6.75, hacimsel daralma %12.58, hava kuru yoğunluğu 0.674 g/cm^3 , tam kuru yoğunluğu 0.623 g/cm^3 , boyuna yönde daralma %0.11, radyal yönde daralma 5.71, boyuna yönde genişleme %0.62, hacimsel genişleme %13.24, radyal yönde genişleme %6.11, teğet yönde genişleme %6.51, ağırlık kaybı *Fomitopsis palustris* için %1.39 ve *Coriolus versicolor* için %9.97 (Karal, 2017), *Gloeophyllum trabeum* için %3.16, *Trametes versicolor* için %10.66, *Postia placenta* için %3.49, *Pleurotus ostreatus* için %1.07 (Çolak, 2014), olarak bulunduğu bildirilmiştir.

Bu çalışmada, sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) ahşabına uygulanmış UV kürlenmeli vernik katmanlarında renk parametrelerine ait özellikleri ve parlaklık değerleri üzerine termal yaşlandırmanın etkileri incelenmiştir.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

2.1.1. Ahşap Malzemenin Temin Edilmesi ve UV Verniklerin Uygulanması

Çalışmada, sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) odunu türü materyal olarak seçilmiştir. Örnekler rastgele seçilen, budaksız, çatlaksız, düzgün liflere sahip, renk farkı olmamasına özen gösterilerek, TS ISO 13061-1'e göre hazır hale getirilmiştir.

50 cm x 10 cm x 2 cm boyutlarındaki ahşap malzemelere ait olan yüzeylere zımpara uygulaması (80, 120 ve 220 kum) devamında 25 gr/m^2 'ye beyaz renkli pasta ve devamında UV lamba kurutma, 2 kat dolgu (UV şeffaf kimyasallar 25'er gr/m^2) ve devamında UV kurutma, zımpara uygulaması (280 ve 320 kum) ve UV yarı mat akrilik çizilmez kimyasalları (8 gr/m^2) + UV kurutma işlemleri yapılmıştır.

2.2. Metot

2.2.1. Termal Yaşlandırma Uygulaması

UV vernikli deney malzemelerine, termal yaşlandırma işlemleri bir etüv ortamında gerçekleştirilmiş olup 30°C 'de 30 gün, 60°C 'de 60 gün ve 90°C 'de 90 gün olacak şekilde yaşlandırmaya maruz bırakılmıştır.

2.2.2. Testler

2.2.2.1. Renk Özelliklerinin Belirlenmesi

Numunelerin renk değişimi, ASTM D 2244-3, (2007) standardına göre, CIELAB renk sistemi ile bir CS-10 (CHN Spec, Çin) [CIE 10° standart gözlemci; CIE D65 ışık kaynağı, aydınlatma sistemi: 8/d (8°/dağıncık aydınlatma)] cihazı (Şekil 1B) kullanılarak ölçülmüştür. Aşağıdaki renk değişim formülleri kullanılmıştır.

$$h^{\circ} = \arctan [b^*/a^*] \quad (1)$$

$$\Delta a^* = [a^*_{\text{termal yaşlandırılmış odun örneği}} - a^*_{\text{termal yaşlandırılmamış odun örneği}}] \quad (2)$$

$$\Delta L^* = [L^*_{\text{termal yaşlandırılmış odun örneği}} - L^*_{\text{termal yaşlandırılmamış odun örneği}}] \quad (3)$$

$$\Delta b^* = [b^*_{\text{termal yaşlandırılmış odun örneği}} - b^*_{\text{termal yaşlandırılmamış odun örneği}}] \quad (4)$$

$$\Delta C^* = [C^*_{\text{termal yaşlandırılmış odun örneği}} - C^*_{\text{termal yaşlandırılmamış odun örneği}}] \quad (5)$$

$$C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{1/2} \quad (6)$$

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2} \quad (7)$$

$$\Delta H^* = [(\Delta E^*)^2 - (\Delta L^*)^2 - (\Delta C^*)^2]^{1/2} \quad (8)$$

Aşağıda ΔH^* , Δa^* , ΔC^* , ΔL^* ve Δb^* tanımlamalarına ait bilgiler verilmiştir (Lange, 1999):

- Δa^* : Pozitif örnek referanstan daha kırmızı ve negatif örnek referanstan daha yeşil,
- ΔL^* : Pozitif örnek referanstan daha açık ve negatif örnek referanstan daha koyu,
- Δb^* : Pozitif numune referanstan daha sarı ve negatif numune referanstan daha mavi,
- ΔH^* : Ton bölümü veya gölge farkı,
- ΔC^* : Kroma kısmı veya doygunluk farkı,
- ΔC^* : Pozitif numune referanstan daha net, daha parlak,
- ΔC^* : Negatif örnek mat, referanstan daha bulanık.

Cividini ve ark., (2007) tarafından verilen Çizelge 1'deki renk değiştirme kriterleri ile bu çalışmada elde edilen toplam renk farklılıklarına ait sonuç değerleri mukayese edilmiştir.

Çizelge 1. Renk farklılaşma ölçütleri (Cividini ve ark., 2007)

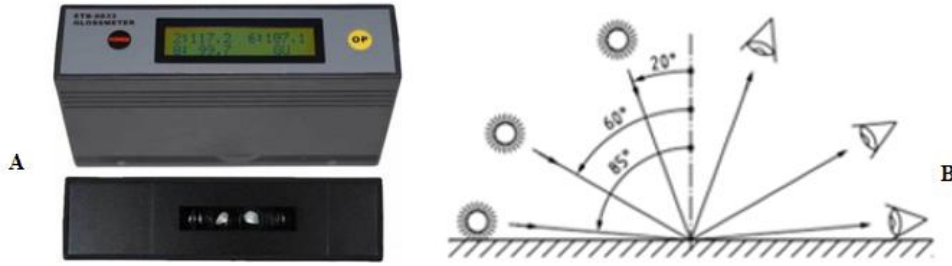
ΔE^* Değeri	→	Kriter İfadesi
$0.2 < \Delta E^*$	→	Görünmez fark
$0.2 < \Delta E^* < 2$	→	Küçük fark
$2 < \Delta E^* < 3$	→	Düşük kaliteli ekranda görünen renk farkı
$3 < \Delta E^* < 6$	→	Orta kalite ekranla görülebilen renk farkı
$6 < \Delta E^* < 12$	→	Yüksek renk farkı
$\Delta E^* > 12$	→	Farklı renk



Şekil 1. DIN 6174, (1979)'e göre CIE- $L^*a^*b^*$ sistemi (A) ve renk ölçüm cihazı (B)

2.2.2.2. Parlaklık Özelliklerinin Belirlenmesi

Parlaklık test ölçümü 20°, 60° ve 85°'de olmak üzere ISO 2813, (1994)'e uygun olarak ETB-0833 model glossmeter test cihazı (Şekil 2A) kullanılarak odun liflerine paralel (||) ve dik (⊥) olarak (Vetus Electronic Technology Co., Ltd., CN) gerçekleştirilmiştir.



Şekil 2. ETB-0833 model parlaklık ölçüm cihazı (A) ve ölçüm açıları (ISO 2813, 2014) (B)

2.3. İstatistiksel Analiz

Bir SPSS programında yüzde (%) değişim oranları, homojenlik grupları, en küçük ve en büyük ölçüm değerleri ile standart sapma ve çok değişkenli varyans analizleri belirlenmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

Renk parametreleri ve parlaklık değerlerine ilişkin çok değişkenli varyans analiz sonuçları Çizelge 2’de sunulmuştur. Sonuçlar incelendiğinde, kroma (C^*) değeri, kırmızı (a^*) renk tonu, ışıklılık (L^*) değeri, sarı (b^*) renk tonu, ton (h°) açısı değeri ve 20° , 60° ve 85° ’de paralel (\parallel) ve dik (\perp) yönlerde parlaklık değerleri için yaşlandırma uygulamasının anlamlı olarak elde edildiği belirlenmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 3’de, toplam renk değişikliğine ait veriler sunulmaktadır. Bu sonuçlara göre, Bütün termal yaşlandırma uygulamaları sonlarında ΔL^* (referanstan daha koyu), Δa^* (referanstan daha yeşil), Δb^* (referanstan daha mavi) ve ΔC^* (örnek mat, referanstan daha bulanık) değerleri negatif olarak tespit edilmiştir. ΔE^* değerleri 30°C ’de 30 gün, 60°C ’de 60 gün ve 90°C ’de 90 gün varyasyonlarında sırası ile 1.69, 4.98 ve 8.78 olarak elde edilmiştir. ΔE^* değerleri termal yaşlandırma süresinin artmasıyla artmıştır (Çizelge 3).

Renk değiştirme kriterleri (Cividini ve ark., 2007) ile bu araştırmada elde edilen ΔE^* sonuçları kıyaslandığında 30°C ’de 30 gün uygulamasının “*Küçük fark ($0.2 < \Delta E^* < 2$)*” kriterine, 60°C ’de 60 gün uygulamasının kriterine “*Orta kalite ekranla görülebilen renk farkı ($3 < \Delta E^* < 6$)*” ve 90°C ’de 90 gün uygulamasının “*Yüksek renk farkı ($6 < \Delta E^* < 12$)*” kriterine denk geldikleri görülmektedir.

Çizelge 4’de renk parametrelerine ve parlaklık değerlerine ilişkin ölçüm sonuçları gösterilmektedir. Bu sonuçlara göre,

L^* değeri için en yüksek sonuç kontrol grubu deney örneklerinde (45.45) elde edilirken, en düşük sonuç 90°C ’de 90 gün termal yaşlandırma uygulaması işlemine maruz kalmış örneklerde (38.54) bulunmuştur. Sıcaklık ve sürenin artması ile L^* değerlerinde azalmalar tespit edilmiştir. L^* değerinde en yüksek azalma oranı %15.20 ile 90°C ’de 90 gün uygulamasına ait termal yaşlandırmada ve en az azalma oranı ise 30°C ’de 30 gün uygulamasına ait termal yaşlandırmada azalma oranı %2.29 olarak bulunmuştur (Çizelge 4).

a^* değeri için en yüksek sonuç kontrol grubu deney örneklerinde (14.85) tespit edilirken, en düşük sonuç 90°C ’de 90 gün termal yaşlandırma uygulaması işlemine maruz kalmış örneklerde (12.16) belirlenmiştir. a^* değerinde en yüksek azalma oranı %18.11 ile 90°C ’de 90 gün uygulamasına ait termal yaşlandırmada ve en az azalma oranı ise 30°C ’de 30 gün uygulamasına ait termal yaşlandırmada azalma oranı %1.41 olarak bulunmuştur. Sıcaklık ve sürenin artması ile a^* değerlerinde azalmalar elde edilmiştir (Çizelge 4).

b^* değeri için en yüksek sonuç kontrol grubu deney örneklerinde (18.99) bulunurken, en düşük sonuç 90°C ’de 90 gün termal yaşlandırma uygulaması işlemine maruz kalmış örneklerde (14.29) elde edilmiştir. Sıcaklık ve sürenin artması ile b^* değerlerinde azalmalar belirlenmiştir.

b^* değerinde en yüksek azalma oranı %24.75 ile 90°C'de 90 gün uygulamasına ait termal yaşlandırmada ve en az azalama oranı ise 30°C'de 30 gün uygulamasına ait termal yaşlandırmada azalma oranı %6.95 olarak bulunmuştur (Çizelge 4).

Sıcaklık ve sürenin artması ile C^* değerlerinde azalmalar görülmüştür. C^* değeri için en yüksek sonuç kontrol grubu deney örneklerinde (24.11) görülürken, en düşük sonuç 90°C'de 90 gün termal yaşlandırma uygulaması işlemine maruz kalmış örneklerde (18.76) elde edilmiştir. C^* değerinde en yüksek azalma oranı %22.19 ile 90°C'de 90 gün uygulamasına ait termal yaşlandırmada ve en az azalama oranı ise 30°C'de 30 gün uygulamasına ait termal yaşlandırmada azalma oranı %4.81 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4).

h^o değerinde en yüksek azalma oranı %4.54 ile 90°C'de 90 gün uygulamasına ait termal yaşlandırmada ve en az azalama oranı ise 60°C'de 60 gün uygulamasına ait termal yaşlandırmada azalma oranı %2.85 olarak bulunmuştur. h^o değeri için en yüksek sonuç kontrol grubu deney örneklerinde (51.97) belirlenirken, en düşük sonuç 90°C'de 90 gün termal yaşlandırma uygulaması işlemine maruz kalmış örneklerde (49.61) görülmüştür (Çizelge 4).

20° ve 60°'de lifleri paralel (||) ve 20°, 60° ve 85°'de lifleri dik (⊥) olarak ölçülmüş olan parlaklık değerleri termal yaşlandırma uygulaması ile azalmıştır.

Çizelge 2. Renk parametrelerine ve parlaklık değerlerine ilişkin çok değişkenli varyans analizi sonuçları

Test	Termal Yaşlandırma Uygulaması				
	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F Değeri	$\alpha \leq 0.05$
Işıklılık (L^*) değeri	289.436	3	96.479	1035.615	0.000*
Kırmızı (a^*) renk tonu	46.597	3	15.532	698.577	0.000*
Sarı (b^*) renk tonu	121.357	3	40.452	469.894	0.000*
Kroma (C^*) değeri	163.694	3	54.565	566.914	0.000*
Ton (h^o) açısı değeri	29.427	3	9.809	116.871	0.000*
⊥20°'de parlaklık	1.460	3	0.487	128.824	0.000*
⊥60°'de parlaklık	22.529	3	7.510	130.856	0.000*
⊥85°'de parlaklık	27.437	3	9.146	20.331	0.000*
20°'de parlaklık	2.214	3	0.738	204.369	0.000*
60°'de parlaklık	51.123	3	17.041	171.122	0.000*
85°'de parlaklık	151.853	3	50.618	106.776	0.000*
Test	Hata				
	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare		
Işıklılık (L^*) değeri	3.354	36		0.093	
Kırmızı (a^*) renk tonu	0.800	36		0.022	
Sarı (b^*) renk tonu	3.099	36		0.086	
Kroma (C^*) değeri	3.465	36		0.096	
Ton (h^o) açısı değeri	3.022	36		0.084	
⊥20°'de parlaklık	0.136	36		0.004	
⊥60°'de parlaklık	2.066	36		0.057	
⊥85°'de parlaklık	16.194	36		0.450	
20°'de parlaklık	0.130	36		0.004	
60°'de parlaklık	3.585	36		0.100	
85°'de parlaklık	17.066	36		0.474	
Test	Toplam		Düzeltilmiş Toplam		
	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	
Işıklılık (L^*) değeri	72470.558	40	292.790	39	
Kırmızı (a^*) renk tonu	7630.536	40	47.397	39	
Sarı (b^*) renk tonu	11423.131	40	124.457	39	
Kroma (C^*) değeri	19053.571	40	167.159	39	
Ton (h^o) açısı değeri	102458.993	40	32.449	39	
⊥20°'de parlaklık	230.080	40	1.596	39	
⊥60°'de parlaklık	7892.620	40	24.595	39	
⊥85°'de parlaklık	1090.160	40	43.631	39	
20°'de parlaklık	227.020	40	2.344	39	
60°'de parlaklık	14241.230	40	54.708	39	
85°'de parlaklık	13353.080	40	168.919	39	

$\alpha \leq 0.05$ değeri için *: Anlamlı

Çizelge 3. Toplam renk değişikliğine ait sonuçlar

Yaşlandırma Uygulaması	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔC^*	ΔH^*	ΔE^*	Renk değiştirme kriterleri (Cividini ve ark., 2007)
30°C'de 30 gün	-1.04	-0.21	-1.32	-1.16	0.67	1.69	Küçük fark (0.2< ΔE^* <2)
60°C'de 60 gün	-3.93	-1.43	-2.71	-3.01	0.58	4.98	Orta kalite ekranla görülebilen renk farkı (3< ΔE^* <6)
90°C'de 90 gün	-6.90	-2.70	-4.70	-5.35	0.88	8.78	Yüksek renk farkı (6< ΔE^* <12)

Çizelge 4. Renk parametrelerine ve parlaklık değerlerine ilişkin test sonuçları

Test	Yaşlandırma Süresi	N	Orta-lama	Değişim Oranı (%)	HG	SS	Mini-mum	Maksi-mum	COV
L^*	Kontrol	10	45.45	-	A*	0.16	45.12	45.66	0.35
	30°C'de 30 gün	10	44.41	↓2.29	B	0.53	43.17	44.88	1.20
	60°C'de 60 gün	10	41.52	↓8.65	C	0.15	41.27	41.68	0.36
	90°C'de 90 gün	10	38.54	↓15.20	D**	0.20	38.31	38.93	0.53
a^*	Kontrol	10	14.85	-	A*	0.12	14.66	14.99	0.82
	30°C'de 30 gün	10	14.64	↓1.41	B	0.20	14.28	15.00	1.40
	60°C'de 60 gün	10	13.43	↓9.56	C	0.04	13.37	13.52	0.31
	90°C'de 90 gün	10	12.16	↓18.11	D**	0.17	11.94	12.54	1.43
b^*	Kontrol	10	18.99	-	A*	0.24	18.49	19.31	1.25
	30°C'de 30 gün	10	17.67	↓6.95	B	0.45	16.93	18.26	2.55
	60°C'de 60 gün	10	16.28	↓14.27	C	0.11	16.16	16.52	0.70
	90°C'de 90 gün	10	14.29	↓24.75	D**	0.27	13.97	14.77	1.88
C^*	Kontrol	10	24.11	-	A*	0.24	23.60	24.45	1.02
	30°C'de 30 gün	10	22.95	↓4.81	B	0.47	22.15	23.63	2.04
	60°C'de 60 gün	10	21.10	↓12.48	C	0.12	20.97	21.35	0.55
	90°C'de 90 gün	10	18.76	↓22.19	D**	0.31	18.38	19.38	1.63
h^o	Kontrol	10	51.97	-	A*	0.25	51.59	52.35	0.48
	30°C'de 30 gün	10	50.35	↓3.12	B	0.41	49.63	50.84	0.81
	60°C'de 60 gün	10	50.49	↓2.85	B	0.12	50.31	50.70	0.24
	90°C'de 90 gün	10	49.61	↓4.54	C**	0.30	49.21	50.09	0.61
120°	Kontrol	10	2.68	-	A*	0.08	2.60	2.80	2.94
	30°C'de 30 gün	10	2.42	↓9.70	B	0.04	2.40	2.50	1.74
	60°C'de 60 gün	10	2.30	↓14.18	C	0.00	2.30	2.30	0.00
	90°C'de 90 gün	10	2.16	↓19.40	D**	0.08	2.00	2.20	3.90
160°	Kontrol	10	15.27	-	A*	0.31	14.80	15.60	2.00
	30°C'de 30 gün	10	13.70	↓10.28	B	0.25	13.40	14.20	1.85
	60°C'de 60 gün	10	13.86	↓9.23	B	0.10	13.70	14.00	0.70
	90°C'de 90 gün	10	13.27	↓13.10	C**	0.25	13.00	13.90	1.88
185°	Kontrol	10	6.35	-	A*	0.39	5.60	6.70	6.09
	30°C'de 30 gün	10	5.28	↓16.85	B	0.47	4.60	5.80	8.87
	60°C'de 60 gün	10	4.74	↓25.35	B	0.11	4.50	4.90	2.27
	90°C'de 90 gün	10	4.09	↓35.59	C**	1.19	2.60	5.50	29.12
20°	Kontrol	10	2.72	-	A*	0.09	2.60	2.80	3.38
	30°C'de 30 gün	10	2.43	↓10.66	B	0.05	2.40	2.50	1.99
	60°C'de 60 gün	10	2.24	↓17.65	C	0.05	2.20	2.30	2.31
	90°C'de 90 gün	10	2.09	↓23.16	D**	0.03	2.00	2.10	1.51
60°	Kontrol	10	20.68	-	A*	0.40	20.10	21.10	1.96
	30°C'de 30 gün	10	18.36	↓11.22	C	0.30	18.00	19.00	1.63
	60°C'de 60 gün	10	18.66	↓9.77	B	0.29	18.30	19.20	1.54
	90°C'de 90 gün	10	17.63	↓14.75	D**	0.25	17.30	18.20	1.42
85°	Kontrol	10	18.91	-	B	0.20	18.70	19.40	1.07
	30°C'de 30 gün	10	14.81	↓21.68	C**	1.05	14.00	17.60	7.10
	60°C'de 60 gün	10	19.26	↑1.85	AB	0.19	19.00	19.50	0.99
	90°C'de 90 gün	10	19.64	↑3.86	A*	0.84	17.30	20.30	4.30

N: Ölçüm Sayısı, SS: Standart Sapma, HG: Homojenlik Grubu, COV: Varyasyon Katsayısı, Homojenlik Grubu sütunu için *: En yüksek değer, **: En düşük değer

Ayata ve ark., (2018) tarafından termal yaşlandırma uygulamalarına maruz bırakılmış (30°C'de 30 gün, 60°C'de 60 gün ve 90°C'de 90 gün) malzemelerde (UV vernikle kaplanmış olan kırmızı Amerikan meşesi, kayın, akçaağaç, Amerikan ceviz ve ceviz) L^* değerleri tüm türlerde azaldığı rapor edilmiştir.

Ayata ve Bal, (2023) tarafından UV sistem parke vernikli iroko (*Milicia excelsa* Welw. C.C. Berg) malzemelerinin termal yaşlandırma uygulamalarına (30°C'de 30 gün, 60°C'de 60

gün ve 90°C'de 90 gün) maruz bırakılması sonrasında 85° ve 60°'de liflere dik ve paralel yönlerde parlaklık değerlerinin ve b^* , L^* ve C^* parametrelerinin azaldığı bildirilmiştir.

4. Sonuçlar

Bu çalışmada, sapelli odununa uygulanmış UV kürlenmeli vernik katmanlarında renk parametrelerine ait özellikleri ve parlaklık değerleri üzerine termal yaşlandırmanın etkileri incelenmiştir. Elde edilen verilere göre şu sonuçlar söylenebilir;

- ΔE^* değerleri 30°C'de 30 gün, 60°C'de 60 gün ve 90°C'de 90 gün termal yaşlandırma uygulamaları sonrasında sırası ile 1.69, 4.98 ve 8.78 olarak bulunmuştur.

- Bütün termal yaşlandırma uygulamaları sonlarında ΔL^* , Δa^* , Δb^* ve ΔC^* değerleri negatif olarak belirlenmiştir.

- Bütün testlerde termal yaşlandırma uygulaması çok değişkenli varyans analizi sonuçlarında anlamlı olarak elde edilmiştir.

- Bütün renk parametreleri termal yaşlandırma uygulaması ile azalmıştır.

Teşekkür

Laboratuvar denemelerinde kullanılan test örneklerinin UV kürlenmeli vernik uygulamaları için KPS fabrikasına teşekkür ederiz.

Kaynaklar

Abdolzadeh, H., Ebrahimi, G., Layeghi, M., and Ghassemieh, M., (2015). Analytical and experimental studies on stress capacity with modified wood members under combined stresses, *Maderas. Ciencia y tecnología*, 17(2): 263-276. DOI: 10.4067/S0718-221X2015005000025.

Anonim, (1997). *Color Technology in the Textile Industry*, 2nd ed., American Association of Textile Colorists and Chemist.

ASTM D 2244-3, (2007). Standard practice for calculation or color tolerances and color differences from instrumentally measured color coordinates, ASTM International, West Conshohocken, PA.

Ayata, U., Sahin, S., Esteves, B., and Gurleyen, L., (2018). Effect of thermal aging on color and glossiness of UV system varnish applied laminated parquet layers, *Bioresources*, 13(1): 861-868. DOI: 10.15376/biores.13.1.861-868.

Ayata, Ü., ve Bal, B.C., (2023). Termal yaşlandırma uygulamasına maruz kalmış UV sistem parke vernikli iroko (*Milicia excelsa* Welw. C.C. Berg) odununda bazı yüzey özelliklerinin araştırılması, *European Conferences 1. Uluslararası Sağlık, Mühendislik Ve Uygulamalı Bilimler Kongresi*, 5-7 Mayıs 2023, Bükreş, 578-586.

Bristow, A., (2009). Optical properties of Pulp and Paper, in: M. Ek, G. Gellerstedt, G. Henriksson (Eds.), *Pulp and Paper Chemistry and Technology: Paper Products Physics and Technology*, De Gruyter, Berlin, pp. 145-167.

Bulian, F., and Graystone, J., (2009). *Wood coatings, Theory and Practice*, Elsevier Science Ltd., Amsterdam.

Cividini, R., Travan, L., and Allegretti, O., (2007). White beech: A tricky problem in drying process. In *International Scientific Conference on Hardwood processing*. Quebec City, Canada.

Çolak, G., (2014). Isıl işlemin (ThermoWood yöntemi) bazı ağaç türlerinin fiziksel özellikleri, çürüklük ve hava koşullarına karşı dayanıklılığı üzerine etkileri, *Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Düzce*.

- Dadzie, P.K., Amoah, M., and Tekpetey, S.L., (2014). Preliminary assessment of wealth creation in wood products' business in Ghana: the perspective of lumber and furniture production and implications for entrepreneurship, *International Journal of Business and Economics Research*, 3(6): 243-249. DOI: 10.11648/j.ijber.20140306.15.
- DIN 6174, (1979). Colorimetric evaluation of colour differences of surface colours according to the CIELAB formula.
- Drobny, J.G., (2003). *Radiation Technology for Polymers*, CRC Press, New York.
- Esteves, B., Şahin, S., Ayata, Ü., Domingos, I., Ferreira, J., and Gürleyen, L., (2021). Effect of heat treatment on shore-D hardness of some wood species, *Bioresources*, 16(1): 1482-1495. DOI: 10.15376/biores.16.1.1482-1495.
- Fibiger, W., (1998). *Coating Technology. III. Industrial Coatings*, 3rd Edn, W. Fibiger, AC, Boyce Eds., pp. VH-1, ITE Consultants, Canada.
- Garcia, F., Moynot, G., Forni, E., and Chevallier, M.H., (2001). Gestion in situ des ressources génétiques du sapelli, *Entandrophragma cylindricum* (Sprague) Sprague, au sud-est du Cameroun.
- González-García, S., Gasol, C.M., Lozano, R.G., Moreira, M.T., Gabarrell, X., Rieradevall I Pons, J., and Feijoo, G., (2011). Assessing the global warming potential of wooden products from the furniture sector to improve their eco-design, *The Science of the Total Environment*, 410-411: 16-25. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2011.09.059.
- Hawthorne, W., (1998). *Entandrophragma cylindricum*, The IUCN Red List of Threatened Species.
- ISO 2813, (1994). *Paints and varnishes - determination of specular gloss of non-metallic paint films at 20 degrees, 60 degrees and 85 degrees*, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
- ISO 2813, (2014). *Paints and varnishes - Determination of gloss value at 20°, 60° and 85°*, Standard, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
- Karal, İ., (2017). *Renklendirme ve renk açma işlemlerinin antifungal etkilerinin belirlenmesi*, Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Düzce.
- Koleske, J.V., (2002). *Radiation curing of coatings*, ASTM International, West Conshohocken, PA.
- Lange, D.R., (1999). *Fundamentals of Colourimetry - Application Report No. 10e*. DR Lange: New York, NY, USA.
- MacDougall, D.B., (2001). Principles of colour measurement for food, in: E. Kress-Rogers, C.J.B. Brimelow (Eds.), *Instrumentation and Sensors for the Food Industry*, Woodhead Publishing, pp. 63-84.
- Mehntart, R., Pincus, A., Janorsky, I., Stowe, R., and Berejka, A., (1999). *UV & EB curing technology & equipment*. (No Title).
- Nadia, N.A.C., Cédric, Y., Christian, N.O., Raoul, S.N.S., Jeanette, Y., Abdel Azizi, M., Igor, S.F.E., Diane, D.G., Abass, C.G., Gabriel, T.H., and Mbida, M., (2020). In vivo antiplasmodial activity of *Entandrophragma cylindricum* (Sprague) sprague ethyl acetate extract in *Plasmodium berghei*-infected mice, *Journal of Parasitology Research*, 1-7. DOI: 10.1155/2020/8846067.
- Stoye, D., and Freitag, W., (2008). *Paints, coatings and solvents*, John Wiley & Sons.
- Şen, S., ve Yalçın, M., (2010). Türkiye denizlerinde bazı tropik ve yerli ağaç türlerinde oluşan tahribatın incelenmesi, III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, 20-22 Mayıs, Artvin, Türkiye, Cilt: IV, Sayfa: 1631-1638.
- TS ISO 13061-1, (2021). *Odunun fiziksel ve mekanik özellikleri - Kusursuz küçük ahşap numunelerin deney yöntemleri - Bölüm 1: Fiziksel ve mekanik deneyler için nem muhtevasının belirlenmesi*, Türk Standardları Enstitüsü, Ankara.

ATIK ZEYTİN, CEVİZ VE MISIR YAĞLARI UYGULANMIŞ AVRUPA MELEZİ (*Larix decidua* Mill.) ODUNUNDA BAZI YÜZEY ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Doç. Dr. Ümit AYATA¹ ve Prof. Dr. Bekir Cihad BAL²

¹Bayburt Üniversitesi, Sanat ve Tasarım Fakültesi, İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü,
Bayburt, , ORCID NO: 0000-0002-6787-7822

²Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Malzeme
Bölümü, Kahramanmaraş, ORCID NO: 0000-0001-7097-4132

Özet

Bu çalışmada, atık zeytin, ceviz ve mısır yağları uygulanmış Avrupa melezi (*Larix decidua* Mill.) ahşabında bazı yüzey özellikleri (beyazlık indeksi, renk parametreleri ve parlaklık değerleri) araştırılmıştır. Kontrol grubu örnekleri ile yağ uygulanmış örnekler birbirleriyle kıyaslanmıştır. Belirlenen sonuçlara göre, bütün testler için belirlenmiş olan çok değişkenli varyans analizi sonuçları anlamlı olarak belirlenmiştir. Bütün parlaklık açıları ve yönleri için her 3 atık bitkisel yağ türleri için arttığı tespit edilmiştir. Her 3 atık bitkisel yağ uygulamaları sonrasında L^* ve h^o değerleri artış sergilerken, a^* , b^* ve C^* değerleri azalışlar göstermiştir. Her 3 atık yağ türü için liflere dik yönde tespit edilmiş olan WI^* değerleri artış göstermiştir. En yüksek ΔE^* değerleri 4.87 olarak atık zeytin yağından elde edilirken bunu 4.86 ile atık mısır yağı ve 3.88 ile atık ceviz yağı izlemiştir. Çalışmada kullanılan yağlar ile ahşabın sahip olduğu beyazlık indeksi, renk ve parlaklık özellikleri tamamen değişmiştir.

Anahtar kelimeler: Atık yağ, mısır yağı, ceviz yağı, zeytinyağı, Avrupa melezi

Determination of surface properties in European larch (*Larix decidua* Mill.) wood treated with waste olive, walnut, and corn oils

Abstract

In this study, certain surface properties (whiteness index, color parameters, and gloss values) were investigated on European larch (*Larix decidua* Mill.) wood treated with waste olive, walnut, and corn oils. The samples treated with oil were compared to the control group samples. According to the determined results, the multivariate analysis of variance yielded significant results for all tests. It was observed that for all brightness angles and directions, there was an increase with the application of all three waste vegetable oils. After the application of all three waste vegetable oils, the L^* and h^o values increased, while the a^* , b^* , and C^* values decreased. The WI^* values, which were determined perpendicular to the fibers, increased for all three waste oil types. The highest ΔE^* values were obtained as 4.87 from waste olive oil, followed by 4.86 from waste corn oil and 3.88 from waste walnut oil. The whiteness index, color, and gloss properties of the wood were completely altered by the oils used in the study.

Keywords: Waste oil, corn oil, walnut oil, olive oil, European larch.

1. Giriş

Larix cinsinin, esas olarak kuzey yarımkürenin daha soğuk bölgelerine dağılmış yaklaşık on türü bulunmaktadır. (*Larix decidua* Mill.), bu cinsin Avrupa'daki en yaygın temsilcisidir. Doğal yaşam alanında veya ağaçlandırılmış alanlarda büyümektedir. Kerestesi, iyi mekanik özellikleri, çekici rengi ve öz odununun yüksek doğal dayanıklılığı ile takdir edilmektedir (Gierlinger ve ark., 2004).

Doğal yaşam alanlarında, Avrupa melezi (*Larix decidua* Mill.) dağlık ve Alpin altı sırada bulunur. Ancak birçok dağ sisteminde genellikle ormanın üst sınırını oluşturan 2000 m'yi aşar. Daha kuzey bölgelerde, bu ağaç meşcereleri çok daha düşük seviyelerde bulunabilir. Çevresel gereksinimlerle ilgili olarak, bu ağacın yıllık 600 ila 1000 mm yağışa ihtiyacı vardır ve -30°C'nin altında bile çok düşük sıcaklıkları tolere edebilir (Masson, 2005).

Yapısal uygulamalar için ağacın kerestesi, özellikle görünümü, daha iyi mekanik performansları ve daha yüksek doğal dayanıklılığı nedeniyle ladin için ilginç bir alternatif sunar (Gambetta ve ark., 2004). Diğer türlerle karşılaştırıldığında, nispeten mütevazı habitat gereksinimlerine de sahiptir. Bu ağaç türü tipik olarak taze yaprak döken ormanlarda, taze karışık ormanlarda ve bazen taze iğne yapraklı orman habitatlarında çok türlü ağaç meşcerelerine bir ektir ve kalitelerini artırır (Chylarecki, 2000).

Avrupa melezi (*Larix decidua* Mill.) odununda belirlenmiş olan bazı odun özellikleri Çizelge 1'de sunulmuştur.

Çizelge 1. Avrupa melezi (*Larix decidua* Mill.) odununda belirlenmiş olan bazı odun özellikleri

Özellik		Kaynak
Hacimsel genişleme	%15.83	Akpınar, (2012)
Hacimsel daralma	%14.38	
Lif doygunluğu noktası	%31.69	
En yüksek su miktarı	%154.41	
Elastikiyet modülü	5297.49 N/mm ²	
Eğilme direnci	82.34 N/mm ²	
Liflere paralel basınç direnci	42.04 N/mm ²	
Teğet yüzeyde çivi tutma direnci	4.53 N/mm ²	Bal ve ark., (2018)
Isı iletkenlik değeri	0.116 W/m.K	Çavuş ve ark., (2019)
Eğilme direnci	98.23 N/mm ²	Ulusoy ve Peker, (2020)
Elastiklik modülü	10800.00 N/mm ²	
Elastikiyet modülü - Maine	9045.00 MPa	Chui ve MacKinnon-Peters, (1995)
Eğilme direnci - Maine	69.62 MPa	
Elastikiyet modülü - Nova Scotia	5187.00 MPa	
Eğilme direnci - Nova Scotia	50.74 MPa	
Elastikiyet modülü - PEI	7431.00 MPa	
Eğilme direnci - PEI	64.28 MPa	
Elastikiyet modülü	6964.00 MPa	Olson ve ark., (1947)
Eğilme direnci	58.60 MPa	

Ahşap, çeşitli organizmalar tarafından parçalanabilen biyolojik bir malzemedir. Binalarda bozulmaya neden olan etmenler öncelikle mantarlar ve böceklerdir ve bunların oluşumu genellikle orijinal inşaat, tasarım değişiklikleri veya sıkı bakım eksikliği nedeniyle oluşan koşulların bir fonksiyonudur (Morrell, 2002).

Bitkisel yağlar, başta tohum veya fasulye olmak üzere farklı bitki kısımlarından elde edilen, genellikle oda sıcaklığında sıvı olan trigliseritlerin bir karışımıdır. Farklı bitkisel yağların değeri ve kullanımları, onları oluşturan yağ asitlerinin bileşimine, özellikle karbon zincirinin uzunluğuna, doygunluk derecesine ve fonksiyonel grupların doğasına ve konumuna bağlıdır. 40'tan fazla tür bitkisel yağların ticari üretimi için kullanılmıştır ve bunlardan sadece dokuz

tanesi ticari olarak önemlidir: hurma, hindistancevizi, soya fasulyesi, hurma çekirdeği, yer fıstığı, pamuk tohumu, keten tohumu, ayçiçeği ve kolza (FAO, 2005; Dubey, 2010).

Atık sıvı ve katı yağların bertarafı, yönetiminin önemli bir zorluk olarak görülmesinin ana nedenidir (Al-Omari ve ark., 2018). Bitkisel yağlar, 40°C'den daha az dökülen mineral yağlara kıyasla daha yüksek sıcaklıklarda donar. Donma sıcaklıkları, her yağın farklı bileşimi nedeniyle yağdan yağa değişir. Yağdaki yüksek doymuş içerik, donma noktasını yükseltir. Doymamış yağların akma noktası 10- 20°C aralığındadır (Rafiq ve ark., 2015; Dubey, 2010).

Bitkisel yağlar, çeşitli teknolojik uygulamalar için alternatif bir biyo-tabanlı platform olarak önem kazanmıştır. Yenilenebilirliği, fiyatı ve tüm dünyada hatırı sayılır bulunabilirliği gibi özellikleri, Bitkisel yağları yeşil malzemelerin geleceği için önemli bir bileşen haline getirmektedir (Tan ve Chow, 2010; Biermann ve ark., 2011; Fernandes ve ark., 2017).

Atık yemeklik yağ, genellikle rafinasyon sırasında ekşime, oksidasyon ve ayrışma gibi bir dizi kimyasal değişiklik yapar. Aşırı oksidasyon değeri, asit değeri ve su içeriğine sahiptir ve toksik maddeler (örneğin; benzopiren ve aflatoksin) üretmektedir (Huang ve ark., 2016).

Bu çalışmada, atık ceviz, zeytin ve mısır yağları uygulanmış Avrupa melezi (*Larix decidua* Mill.) ahşabında bazı yüzey özellikleri (beyazlık indeksi, renk parametreleri ve parlaklık değerleri) araştırılmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

2.1.1. Ahşap Malzemenin Temin Edilmesi

Bu çalışmada, Avrupa melezi (*Larix decidua* Mill.) ağacına ait ahşap malzemeler kullanılmıştır. Deney malzemesi ticari bir işletmeden 1. sınıf kalitede 85 x 300 x 25 mm olarak alınmıştır. Deney örnekleri rastgele seçilen, çatlaksız, düzgün liflere sahip, budaksız, ardaksız, renk ve yoğunluk farkı olmayan özellikte olunmasına dikkat edilmiştir. Daha sonra örnekler TS ISO 13061-1, (2021) standardına göre hazır hale getirilmiştir.

2.2. Metot

2.2.1. Atık Bitkisel Yağların Ahşap Malzeme Yüzeylerine Uygulanması

Bu çalışmada ceviz, mısır ve zeytin türlerine ait atık bitkisel yağlar kullanılmıştır. Bu yağlar ahşap malzeme yüzeylerine sürme tekniği ile uygulanmıştır. Çalışmada kullanılan atık bitkisel yağlara ait bazı özellikler Çizelge 1'de sunulmuştur.

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan atık bitkisel yağlara ait bazı özellikler

Özellik	Zeytin (100 g için)	Mısır (100 g için)	Ceviz (100 g için)
Doymuş yağ asidi	15.15	12.00	9.10
Tekli doymamış yağ asidi	74.00	28.00	-
Çoklu doymamış yağ asidi	10.50	51.00	-

2.2.2. Testler

2.2.3. Beyazlık İndeksi Özelliklerinin Belirlenmesi

Bu çalışmada, Whiteness Meter BDY-1 (Şekil 1) cihazının kullanılması liflere dik ve paralel yönlerde beyazlık indeksi (WI^*) değerleri belirlenmiştir (ASTM E313-15e1, 2015).



Şekil 1. Beyazlık indeksi ölçüm cihazı

2.2.2.1. Renk Ölçümlerinin Belirlenmesi

Açık renkler ışığı yansıtır ve mekândaki mevcut ışığı artırır; koyu renkler ışığı emer ve azaltır. **Ton**, rengin adı anlamına gelir. Bilimde, ışığın renkleri veya spektral renkleri, tam olarak bir dalga boyu ölçümü ile belirlenebilir ve “**ton**” ve “**renk**” kelimeleri aynı şeyi ifade etmek için kullanılır. Günlük konuşmada “**renk**” kelimesi iki farklı şekilde kullanılır. Bir şeyin tonu veya tonunun, değerinin ve doyumluğunun birlikte tam deneyimi anlamına gelebilir (Holtzschue, 2017).

Çalışmada, numunelere ait renk değişimleri, ASTM D 2244-3, (2007) standardına göre, CIELAB renk sistemi ile bir CS-10 (CHN Spec, Çin) [CIE 10° standart gözlemci; CIE D65 ışık kaynağı, aydınlatma sistemi: 8/d (8°/dağınık aydınlatma)] cihazı (Şekil 2A) kullanılarak ölçülmüştür. Aşağıdaki formüller yardımıyla toplam renk farklılıklarına ait sonuçlar belirlenmiştir.

$$C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{0.5} \quad (1)$$

$$h^{\circ} = \arctan (b^* / a^*) \quad (2)$$

$$\Delta C^* = (C^*_{\text{işlem görmüş deney örneği}} - C^*_{\text{işlem görmemiş deney örneği}}) \quad (3)$$

$$\Delta a^* = (a^*_{\text{işlem görmüş deney örneği}} - a^*_{\text{işlem görmemiş deney örneği}}) \quad (4)$$

$$\Delta L^* = (L^*_{\text{işlem görmüş deney örneği}} - L^*_{\text{işlem görmemiş deney örneği}}) \quad (5)$$

$$\Delta b^* = (b^*_{\text{işlem görmüş deney örneği}} - b^*_{\text{işlem görmemiş deney örneği}}) \quad (6)$$

$$\Delta H^* = [(\Delta E^*)^2 - (\Delta L^*)^2 - (\Delta C^*)^2]^{0.5} \quad (7)$$

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{0.5} \quad (8)$$

ΔC^* , ΔH^* , Δa^* , Δb^* ve ΔL^* tanımlamaları aşağıda verilmiştir (Lange, 1999):

ΔL^* : Pozitif örnek referanstan daha açık ve negatif örnek referanstan daha koyu,

Δa^* : Pozitif örnek referanstan daha kırmızı ve negatif örnek referanstan daha yeşil,

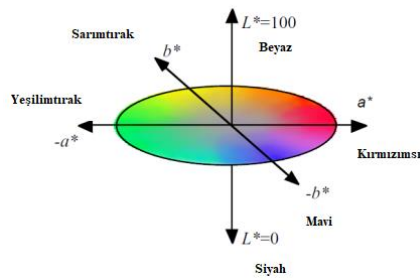
Δb^* : Pozitif numune referanstan daha sarı ve negatif numune referanstan daha mavi,

ΔC^* : Kroma kısmı veya doyumluk farkı,

ΔC^* : Pozitif numune referanstan daha net, daha parlak,

ΔC^* : Negatif örnek mat, referanstan daha bulanık.

ΔH^* : Ton bölümü veya gölge farkı,



Şekil 2. Renk ölçüm cihazı (A) ve CIELAB renk uzayı (Molino ve ark., 2013) (B)

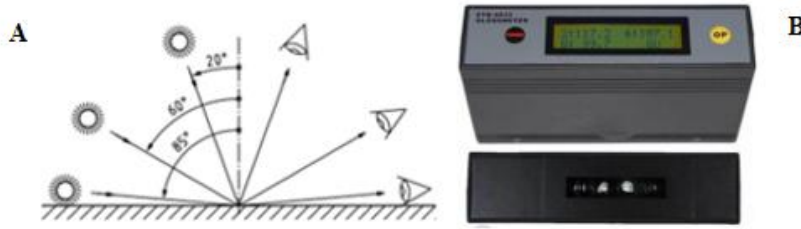
Mutlak değerlerinin (ΔE^*) renk farkının görsel değerlendirilmesi için kıyaslama kriterleri (DIN 5033, 1979) Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. ΔE^* değerlendirmesi için kıyaslama kriterleri (DIN 5033, 1979)

Toplam renk farkı (ΔE^*)	Görsel renk puanı farkı
<0.2	Algılanamaz
0.2 ila 0.5	Çok zayıf
0.5 ila 1.5	Zayıf
1.5 ila 3.0	Belirgin
3.0 ila 6.0	Çok belirgin
6.0 ila 12.0	Güçlü
> 12.0	Çok güçlü

2.2.3. Parlaklık Özelliklerinin Belirlenmesi

Parlaklık testleri ISO 2813 (1994) standardının kullanılması ile ETB-0833 model gloss meter cihazında üç farklı açıda olacak şekilde (20° , 60° ve 85°) liflere dik ve paralel yönlerde olacak şekilde yapılmıştır (Şekil 3B).



Şekil 3. Ölçüm açıları (ISO 2813, 2014) (A) ve Parlaklık ölçüm cihazı (B)

2.3. İstatistiksel Analizler

Bir istatistik programı ile minimum ölçüm değerleri, maksimum ölçüm değerleri, homojenlik grupları, standart sapmaları, ortalamaları, çok değişkenli varyans analizleri ve yüzde (%) değişim oranları hesaplanmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Parlaklık değerlerine ait belirlenmiş olan çok değişkenli varyans analizi sonuçları Çizelge 3’de gösterilmektedir. Bu sonuçlar incelendiğinde, bütün parlaklık yönleri ve açıları için bitkisel atık yağ türünün anlamlı olarak elde edildiği görülmüştür (Çizelge 3).

Parlaklık değerlerine ait belirlenmiş olan ölçüm sonuçları Çizelge 4’de gösterilmiştir. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde, bütün parlaklık yönleri ve açıları her 3 atık yağ türleri için arttığı görülmektedir. Yağ uygulaması görmüş ve görmemiş deney örnekleri için en düşük sonuçlar bütün parlaklık yönleri ve açıları için kontrol örneklerinde tespit edilmiştir.

Çizelge 3. Parlaklık değerlerine ait belirlenmiş olan çok değişkenli varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Parlaklık Değerleri	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F Değeri	$\alpha \leq 0.05$
Bitkisel Atık Yağ Türü	Liflere dik (\perp) 20°	0.248	3	0.083	93.000	0.000*
	Liflere dik (\perp) 60°	13.947	3	4.649	240.116	0.000*
	Liflere dik (\perp) 85°	11.737	3	3.912	185.074	0.000*
	Liflere dik (\parallel) 20°	0.131	3	0.044	17.864	0.000*
	Liflere dik (\parallel) 60°	14.595	3	4.865	171.035	0.000*
	Liflere dik (\parallel) 85°	32.784	3	10.928	100.359	0.000*
Hata	Liflere dik (\perp) 20°	0.032	36	0.001		
	Liflere dik (\perp) 60°	0.697	36	0.019		
	Liflere dik (\perp) 85°	0.761	36	0.021		
	Liflere dik (\parallel) 20°	0.088	36	0.002		
	Liflere dik (\parallel) 60°	1.024	36	0.028		
	Liflere dik (\parallel) 85°	3.920	36	0.109		
Toplam	Liflere dik (\perp) 20°	10.280	40			
	Liflere dik (\perp) 60°	421.050	40			
	Liflere dik (\perp) 85°	66.090	40			
	Liflere dik (\parallel) 20°	10.020	40			
	Liflere dik (\parallel) 60°	579.620	40			
	Liflere dik (\parallel) 85°	493.680	40			
Düzeltilmiş Toplam	Liflere dik (\perp) 20°	0.280	39			
	Liflere dik (\perp) 60°	14.644	39			
	Liflere dik (\perp) 85°	12.498	39			
	Liflere dik (\parallel) 20°	0.219	39			
	Liflere dik (\parallel) 60°	15.619	39			
	Liflere dik (\parallel) 85°	36.704	39			

*: Anamlı

Çizelge 4. Parlaklık değerlerine ait belirlenmiş olan ölçüm sonuçları

Test	Atık Bitkisel Yağ Türü	Ölçüm Sayısı	Ortalama	Değişim Oranı (%)	Homojenlik Grubu	Standart Sapma	Minimum	Maksimum	Varyasyon Katsayısı
120°	Kontrol	10	0.38	-	C**	0.04	0.30	0.40	11.10
	Ceviz	10	0.52	↑36.84	B	0.04	0.50	0.60	8.11
	Mısır	10	0.60	↑57.89	A*	0.00	0.60	0.60	0.00
	Zeytin	10	0.50	↑31.58	B	0.00	0.50	0.50	0.00
160°	Kontrol	10	2.20	-	C**	0.13	2.10	2.40	6.06
	Ceviz	10	3.68	↑67.27	A*	0.04	3.60	3.70	1.15
	Mısır	10	3.60	↑63.64	A	0.12	3.40	3.70	3.21
	Zeytin	10	3.27	↑48.64	B	0.21	3.00	3.70	6.46
185°	Kontrol	10	0.22	-	B**	0.12	0.10	0.40	55.88
	Ceviz	10	1.50	↑581.82	A*	0.00	1.50	1.50	0.00
	Mısır	10	1.44	↑554.55	A	0.08	1.30	1.50	5.86
	Zeytin	10	1.47	↑568.18	A	0.25	1.10	2.00	16.98
20°	Kontrol	10	0.40	-	B**	0.07	0.30	0.50	16.67
	Ceviz	10	0.50	↑25.00	A	0.00	0.50	0.50	0.00
	Mısır	10	0.54	↑35.00	A*	0.05	0.50	0.60	9.56
	Zeytin	10	0.54	↑35.00	A	0.05	0.50	0.60	9.56
60°	Kontrol	10	2.72	-	C**	0.28	2.40	3.20	10.22
	Ceviz	10	4.14	↑52.21	A	0.11	4.00	4.30	2.60
	Mısır	10	4.20	↑54.41	A*	0.07	4.10	4.30	1.59
	Zeytin	10	3.96	↑45.59	B	0.14	3.80	4.10	3.61
85°	Kontrol	10	1.96	-	C**	0.25	1.70	2.40	13.00
	Ceviz	10	4.48	↑128.57	A*	0.39	4.00	4.90	8.60
	Mısır	10	3.56	↑81.63	B	0.42	3.20	4.10	11.93
	Zeytin	10	3.52	↑79.59	B	0.20	3.20	3.80	5.81

*: En yüksek değer, **: En düşük değer

Renk parametrelerine ait belirlenmiş olan çok değişkenli varyans analizi sonuçları Çizelge 5’de sunulmaktadır.

Çizelge 5. Renk parametrelerine ait belirlenmiş olan çok değişkenli varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Test	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F Değeri	$\alpha \leq 0.05$
Atık Bitkisel Yağ Türü	Işıklılık (L^*) değeri	66.532	3	22.177	21.176	0.000*
	Kırmızı (a^*) renk tonu	78.863	3	26.288	56.300	0.000*
	Sarı (b^*) renk tonu	32.967	3	10.989	41.123	0.000*
	Kroma (C^*) değeri	69.401	3	23.134	53.932	0.000*
	Ton (h°) açısı değeri	132.057	3	44.019	46.968	0.000*
Hata	Işıklılık (L^*) değeri	37.702	36	1.047		
	Kırmızı (a^*) renk tonu	16.809	36	0.467		
	Sarı (b^*) renk tonu	9.620	36	0.267		
	Kroma (C^*) değeri	15.442	36	0.429		
	Ton (h°) açısı değeri	33.740	36	0.937		
Toplam	Işıklılık (L^*) değeri	153024.663	40			
	Kırmızı (a^*) renk tonu	5219.558	40			
	Sarı (b^*) renk tonu	38180.623	40			
	Kroma (C^*) değeri	43343.745	40			
	Ton (h°) açısı değeri	195797.769	40			
Düzeltilmiş Toplam	Işıklılık (L^*) değeri	104.234	39			
	Kırmızı (a^*) renk tonu	95.673	39			
	Sarı (b^*) renk tonu	42.587	39			
	Kroma (C^*) değeri	84.843	39			
	Ton (h°) açısı değeri	165.796	39			

*: Anlamlı

Sonuçlara göre, bütün renk parametreleri için bitkisel atık yağ türü anlamlı olarak tespit edilmiştir (Çizelge 5).

Renk parametrelerine ait belirlenmiş olan ölçüm sonuçları Çizelge 6’da gösterilmiştir.

Çizelge 6. Renk parametrelerine ait belirlenmiş olan ölçüm sonuçları

Test	Atk Bitkisel Yağ Türü	Ölçüm Sayısı	Ortalama	Değişim Oranı (%)	Homojenlik Grubu	Standart Sapma	Minimum	Maksimum	Varyasyon Katsayısı
L^*	Kontrol	10	59.90	-	C**	0.39	59.40	60.38	0.66
	Ceviz	10	61.58	↑2.80	B	1.05	59.76	62.82	1.71
	Mısır	10	63.41	↑5.86	A*	1.30	61.00	65.30	2.05
	Zeytin	10	62.43	↑4.22	B	1.11	60.55	64.04	1.77
a^*	Kontrol	10	13.75	-	A*	0.34	13.33	14.15	2.51
	Ceviz	10	10.61	↓22.84	B	0.49	9.89	11.45	4.65
	Mısır	10	10.51	↓23.56	B	0.78	9.22	11.84	7.39
	Zeytin	10	10.41	↓24.29	B**	0.95	9.24	11.80	9.13
b^*	Kontrol	10	32.11	-	A*	0.19	31.79	32.42	0.59
	Ceviz	10	30.57	↓4.80	C	0.33	29.89	31.03	1.07
	Mısır	10	31.21	↓2.80	B	0.51	30.49	31.91	1.62
	Zeytin	10	29.62	↓7.75	D**	0.82	28.73	31.59	2.76
C^*	Kontrol	10	34.93	-	B	0.28	34.57	35.33	0.80
	Ceviz	10	32.37	↓7.33	B	0.39	31.71	32.81	1.20
	Mısır	10	32.94	↓5.70	A*	0.65	32.13	33.88	1.96
	Zeytin	10	31.31	↓10.36	C**	1.03	30.35	33.75	3.30
h°	Kontrol	10	66.82	-	B**	0.46	66.17	67.39	0.69
	Ceviz	10	70.87	↑6.06	A	0.79	69.51	72.01	1.12
	Mısır	10	71.40	↑6.85	A*	1.14	69.55	73.32	1.59
	Zeytin	10	70.66	↑5.75	A	1.27	68.41	72.44	1.80

*: En yüksek değer, **: En düşük değer

L^* değerinde yağ uygulamaları ile artışlar belirlenmiştir. L^* değerinde en yüksek sonuç atık mısır yağı (63.41) uygulanmış deney örneklerinde tespit edilirken, en düşük kontrol örneklerinde (59.90) bulunmuştur. L^* değerinde en yüksek artış %4.22 ile atık zeytin yağında, en düşük %2.80 ile atık ceviz yağında bulunmuştur (Çizelge 6).

a^* değerinde yağ uygulamaları ile azalışlar elde edilmiştir. a^* değerinde en yüksek sonuç kontrol örneklerinde (13.75) elde edilirken, en düşük atık zeytin yağı uygulamasına sahip örneklerde (10.41) belirlenmiştir. a^* değerinde en yüksek azalış %24.29 ile atık zeytin yağında, en düşük %22.84 ile atık ceviz yağında belirlenmiştir (Çizelge 6).

b^* değerinde yağ uygulamaları ile azalışlar tespit edilmiştir. b^* değerinde en yüksek sonuç kontrol örneklerinde (32.11) belirlenirken, en düşük atık zeytin yağı uygulamasına sahip örneklerde (29.62) elde edilmiştir. b^* değerinde en yüksek azalış %7.75 ile atık zeytin yağında, en düşük %2.80 ile atık mısır yağında elde edilmiştir (Çizelge 6).

C^* değerinde yağ uygulamaları ile azalışlar görülmüştür. C^* değerinde en yüksek sonuç atık mısır yağı (32.94) uygulanmış deney örneklerinde bulunurken, en düşük atık zeytin yağı uygulamasına sahip örneklerde (31.31) tespit edilmiştir. C^* değerinde en yüksek azalış %10.36 ile atık zeytin yağında, en düşük %5.70 ile atık mısır yağında tespit edilmiştir.

h^0 değerinde yağ uygulamaları ile artışlar belirlenmiştir. h^0 değerinde en yüksek sonuç atık mısır yağı (71.40) uygulanmış deney örneklerinde tespit edilirken, en düşük kontrol örneklerinde (66.82) elde edilmiştir. h^0 değerinde en yüksek artış %6.85 ile atık mısır yağında, en düşük %5.75 ile atık zeytin yağında görülmüştür (Çizelge 6).

Toplam renk farklılıklarına ait sonuçlar Çizelge 7’de gösterilmektedir. Bu sonuçlara göre, Δb^* (referanstan daha mavi), Δa^* (referanstan daha yeşil) ve ΔC^* (örnek mat, referanstan daha bulanık) değerleri negatif olarak belirlenirken, ΔH^* ve ΔL^* (referanstan daha açık) pozitif olarak bulunmuştur. ΔE^* değerleri atık cevizde 3.88, atık mısırdaki 4.86 ve atık zeytin yağında 4.87 olarak belirlenmiştir. Atık mısır ve zeytin yağlarının ΔE^* değerleri birbirlerine çok yakın olarak elde edilmiştir (Çizelge 7).

Renk değiştirme kriteri (DIN 5033, 1979) ile elde edilen sonuçlar kıyaslandığında her 3 atık bitkisel yağı için “**Çok belirgin (3.0 ila 6.0)**” kategorisine denk geldiği görülmektedir.

Çizelge 7. Toplam renk farklılıklarına ait sonuçlar

Atık Bitkisel Yağ Türü	ΔC^*	Δa^*	ΔH^*	ΔL^*	Δb^*	ΔE^*	Renk değiştirme kriteri (DIN 5033, 1979)
Ceviz	-2.56	-3.14	2.38	1.68	-1.54	3.88	Çok belirgin (3.0 ila 6.0)
Mısır	-1.99	-3.24	2.70	3.51	-0.90	4.86	
Zeytin	-3.62	-3.34	2.05	2.53	-2.49	4.87	

Bal ve Ayata (2022) tarafından yapılan araştırmada, kavak (*Populus nigra*) odununa ait renk ve parlaklık özelliklerinin 2 saat süre ile farklı sıcaklıklarda (180°C, 200°C ve 220°C) ayçiçeği yağı içerisinde ısıtma işlemi uygulandıktan sonra değiştiği bildirilmiştir.

Çizelge 8’de beyazlık indeksi (WI^*) değerlerine ait belirlenmiş olan çok değişkenli varyans analizi sonuçları verilmiştir. Bu sonuçlara göre, bütün beyazlık indeksi değerleri için bitkisel atık yağ türü anlamlı olarak tespit edilmiştir.

Beyazlık indeksi (WI^*) değerlerine ait belirlenmiş olan ölçüm sonuçları Çizelge 9’da gösterilmiştir. WI^* \perp değerleri için en yüksek sonuç atık zeytin yağı uygulanmış deney örneklerinde (20.18) elde edilirken, en düşük kontrol örneklerde (13.60) belirlenmiştir.

WI^* \perp değerleri için en yüksek artış %48.38 ile atık zeytin yağında, en düşük %19.56 ile atık ceviz yağında elde edilmiştir.

WI^* \parallel değerleri için en yüksek sonuç atık zeytin yağı uygulanmış deney örneklerinde (10.34) bulunurken, en düşük atık ceviz yağı uygulamasına sahip örneklerde (6.66) tespit edilmiştir.

WI^* || değerlerine bakıldığında ise, atık zeytin yağında %18.85 ile artış, atık mısır yağında %2.76 ile artış ve atık ceviz yağında %23.45 ile azalış elde edildiği görülmektedir (Çizelge 9). Yağlar ile ahşabın sahip olduğu beyazlık indeksi değerleri her iki yön içinde değişmiştir.

Çizelge 8. Beyazlık indeksi (WI^*) değerlerine ait belirlenmiş olan çok değişkenli varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Beyazlık indeksi	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F Değeri	$\alpha \leq 0.05$
Atık Bitkisel Yağ Türü	Liflere dik (\perp)	283.955	3	94.652	505.858	0.000*
	Liflere paralel (\parallel)	69.024	3	23.008	392.182	0.000*
Hata	Liflere dik (\perp)	6.736	36	0.187		
	Liflere paralel (\parallel)	2.112	36	0.059		
Toplam	Liflere dik (\perp)	12421.980	40			
	Liflere paralel (\parallel)	3070.960	40			
Düzeltilmiş Toplam	Liflere dik (\perp)	290.691	39			
	Liflere paralel (\parallel)	71.136	39			

*: Anamlı

Çizelge 9. Beyazlık indeksi (WI^*) değerlerine ait belirlenmiş olan ölçüm sonuçları

Test	Atık Bitkisel Yağ Türü	Ölçüm Sayısı	Ortalama	Değişim Oranı (%)	Homojenlik Grubu	Standart Sapma	Minimum	Maksimum	Varyasyon Katsayısı
WI^* (\perp)	Kontrol	10	13.60	-	D**	0.27	13.40	14.10	1.96
	Ceviz	10	16.26	↑19.56	C	0.56	15.60	17.10	3.45
	Mısır	10	19.62	↑44.26	B	0.21	19.30	19.90	1.10
	Zeytin	10	20.18	↑48.38	A*	0.56	19.40	20.70	2.79
WI^* (\parallel)	Kontrol	10	8.70	-	C	0.18	8.50	8.90	2.03
	Ceviz	10	6.66	↓23.45	D**	0.11	6.50	6.80	1.61
	Mısır	10	8.94	↑2.76	B	0.32	8.60	9.30	3.55
	Zeytin	10	10.34	↑18.85	A*	0.30	10.00	10.80	2.93

*: En yüksek değer, **: En düşük değer

4. Sonuçlar ve Öneriler

Bu araştırmada elde edilen verilere göre, aşağıda verilen sonuçlar söylenebilir;

- Çalışmada testleri yapılan yağların uygulanması sonrasında L^* ve h^0 değerleri artış gösterirken, a^* , b^* ve C^* değerleri azalışlar göstermiştir.
- Bütün parlaklık yönleri ve açıları her 3 atık yağ türleri için arttığı tespit edilmiştir.
- Bütün testler için belirlenmiş olan çok değişkenli varyans analizi sonuçları anlamlı sonuçlar vermiştir.
- Her 3 atık yağ türleri için liflere dik yönde tespit edilmiş olan WI^* değerleri artış vermiştir.

Kaynaklar

Akpınar, E., (2012). Trabzon-Maçka yöresinde yetiştirilmiş Avrupa melezi (*Larix decidua* Mill.) odununun fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine gövde yüksekliğinin etkisi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon.

Al-Omari, A.A., Khedaywi, T.S., and Khasawneh, M.A., (2018). Laboratory characterization of asphalt binders modified with waste vegetable oil using SuperPave specifications, International Journal of Pavement Research and Technology, 11(1): 68-76. DOI: 10.1016/j.ijprt.2017.09.004.

- ASTM D 2244-3, (2007). Standard practice for calculation or color tolerances and color differences from instrumentally measured color coordinates, ASTM International, West Conshohocken, PA.
- ASTM E313-15e1, (2015). Standard practice for calculating yellowness and whiteness indices from instrumentally measured color coordinates, ASTM International, West Conshohocken, PA.
- Bal, B.C., Ayata, Ü., Çavuş, V., ve Efe, F.T., (2018). Dişbudak, doğu kayını, göknar ve Avrupa melezi ağaç türlerinde çivi tutma direncinin belirlenmesi, 5. Uluslararası Multidisipliner Çalışmaları Kongresi, Bildiri Tam Metin Kitabı, 02-03 Kasım, Antalya, Türkiye, 1(1): 397-406.
- Bal, B.C., ve Ayata, Ü., (2022). Farklı sıcaklıklarda bitkisel yağ ile ısıtılmış kavak odununda bazı yüzey ve mekanik özelliklerinin araştırılması, Latin Amerika 4. Uluslararası Bilimsel Araştırmalar Kongresi, 5-6 Kasım 2022, Mexico City, 341-353.
- Biermann, U., Bornscheuer, U., Meier, M.A., Metzger, J.O., and Schäfer, H.J., (2011). Oils and fats as renewable raw materials in chemistry, *Angewandte Chemie International Edition*, 50(17): 3854-3871. DOI: 10.1002/anie.201002767.
- Cavus, V., Sahin, S., Esteves, B., and Ayata, U., (2019). Determination of thermal conductivity properties in some wood species obtained from Turkey, *Bioresources*, 14(3): 6709-6715. DOI: 10.15376/biores.14.3.6709-6715.
- Chui, Y.H., and MacKinnon-Peters, G., (1995). Wood properties of exotic larch grown in eastern Canada and north-eastern United States, *The Forestry Chronicle*, 71(5): 639-646.
- Chylarecki, H., (2000). *Modrzewie w Polsce. Dynamika wzrostu, rozwój i ekologia wybranych gatunków i ras (Larch in Poland. Growth dynamics, development and ecology of selected species and breeds)*. Bogucki Wydawnictwo Naukowe S.C. Warszawa.
- DIN 5033, (1979). Deutsche Normen, Farbmessung, Normenausschuß Farbe (FNF) im DIN Deutsches Institut für Normung eV, Beuth, Berlin März.
- Dubey, M.K., (2010). Improvements in stability, durability and mechanical properties of radiata pine wood after heat-treatment in a vegetable oil, Ph.D.Thesis, Universidade de Canterbury, Christchurch, New Zealand.
- FAO, (2005). Food outlook global information and early warning system on food and agriculture (GIEWS) No.4. Food and Agriculture Organisation-FAO, Rome.
- Fernandes, F.C., Kirwan, K., Lehane, D., and Coles, S.R., (2017). Epoxy resin blends and composites from waste vegetable oil, *European Polymer Journal*, 89: 449-460. DOI: 10.1016/j.eurpolymj.2017.02.005.
- Gambetta, A., Susco, D., and Zanuttini, R., (2004). Determination of the natural durability of larch wood (*Larix decidua* Mill.) from the Western Italian Alps, *Holzforshung* 58(6): 678-681. DOI: 10.1515/HF.2004.123.
- Gierlinger, N., Jacques, D., Schwanninger, M., Wimmer, R., and Paques, L.E., (2004). Heartwood extractives and lignin content of different larch species (*Larix* sp.) and relationships to brown-rot decay-resistance, *Trees* 18: 230-236. DOI: 10.1007/s00468-003-0300-0.
- Holtzschue, L., (2017). *Understanding Color: An Introduction for Designers*, Fifth Edition, ISBN: 9781118920800.
- Huang, F., Li, Y., Guo, H., Xu, J., Chen, Z., Zhang, J., and Wang, Y., (2016). Identification of waste cooking oil and vegetable oil via Raman spectroscopy, *Journal of Raman Spectroscopy*, 47(7): 860-864. DOI: 10.1002/jrs.4895.
- ISO 2813, (1994). Paints and varnishes - determination of specular gloss of non-metallic paint films at 20 degrees, 60 degrees and 85 degrees, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
- ISO 2813, (2014). Paints and varnishes - Determination of gloss value at 20°, 60° and 85°, Standard, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.

- Lange, D.R., (1999). Fundamentals of Colourimetry - Application Report No. 10e. DR Lange: New York, NY, USA.
- Masson, G., (2005). Autécologie des Essences Forestières; Editions TEC & DOC; Lavoisier: Paris, France, 2005; Volume 2, pp. 141–156.
- Molino, J.A., Kennedy, J.F., Beuse, P.A., Miller, C.C., Davis, W., and Andersen, C.K., (2013). Daytime color appearance of retroreflective traffic control sign materials (No. FHWA-HRT-13-018). United States. Federal Highway Administration.
- Morrell, J.J., (2002). Wood-based building components: what have we learned?. International biodeterioration & biodegradation, 49(4): 253-258. DOI: 10.1016/S0964-8305(02)00052-5.
- Olson, A.R., Poletika, N.V., and Hicock, H.W., (1947). Strength properties of plantation-grown coniferous woods, Bulletin 511, Connecticut Agriculture Experiment Station, New Haven, CT.
- Rafiq, M., Lv, Y.Z., Zhou, Y., Ma, K.B., Wang, W., Li, C.R., and Wang, Q., (2015). Use of vegetable oils as transformer oils-a review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 52: 308-324. DOI: 10.1016/j.rser.2015.07.032.
- Tan, S.G., and Chow, W.S., (2010). Biobased epoxidized vegetable oils and its greener epoxy blends: A review, Polymer-Plastics Technology and Engineering, 49(15): 1581-1590. DOI: 10.1080/03602559.2010.512338.
- TS ISO 13061-1, 2021. Odunun fiziksel ve mekanik özellikleri - Kusursuz küçük ahşap numunelerin deney yöntemleri - Bölüm 1: Fiziksel ve mekanik deneyler için nem muhtevasının belirlenmesi, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, Türkiye.
- Ulusoy, H., ve Peker, H., (2020). Larex (*Larix decidua* Mill.) odununda modern/klasik yangın geciktiricilerin bazı teknolojik özellikler üzerine etkileri, Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, (Special Issue), 194-198.

AUGMENTED SHEHU TRANSFORMATIONS FOR SPACE-TIME FRACTIONAL DIFFUSION PROCESS

Research Assistant Süleyman ÇETİNKAYA

Kocaeli Üniversitesi, - ORCID ID: 0000-0002-8214-5099

Prof. Dr. Ali DEMİR

Kocaeli Üniversitesi, - ORCID ID: 0000-0003-3425-1812

ABSTRACT

This research provides to different approaches for the approximate solutions to Space-Time Fractional Diffusion Process (STFDP) with the help of new integral transformation, called Shehu transformation. Fractional derivative is taken in the sense of Caputo derivative. First of all, STFDP is reduced into a time or space fractional diffusion process by introducing appropriate transformation. Secondly, the Shehu transformation is utilized to acquire approximate solutions of reduced process. Finally, employing the inverse transformation, an approximate solution of STFDP with mixed boundary conditions is established. Various examples are provided to verify the accuracy and efficiency of proposed methods. It is also demonstrated that implementation and computation of the suggested methods are easier as compared to the other methods.

Keywords: Shehu Transform, Caputo derivative, Space-time fractional diffusion processes

1. INTRODUCTION

With the help of fractional differential equations (FDEs), modeling various processes in science and real life such as dynamical systems, physics, engineering, biology, control systems, etc. [1-4] have drawn attraction of researchers from diverse fields of science since models with FDEs reflect the behavior of the process much more clearly. Therefore, numerous researches have been done on the solution of FDEs. As a result, various methods such as the homotopy perturbation method (HPM) [6-8], the finite difference method [5] have been developed and applied to establish analytical or approximate solutions to FDEs [9-13, 26-56]. In order to have better models of processes, diverse fractional derivatives such as Caputo and Riemann-Liouville fractional derivatives, etc. have been introduced [14-21].

Integral transformations such as Laplace, Sumudu and ARA integral transformations, etc. are substantial for solving any kind of differential equations. Shehu integral transformation, introduced by Shehu Maitama and Weidong Zhao [22], attracts attention of many scientist recently, since it can be utilized for the solution of any kind of differential equations. It is a linear transformation, obtained as a generalization of Laplace transformation. Taking $p = 1$ or $q = 1$ gives Laplace or Yang integral transformation, respectively. From this point of view, these integral transformations could be regarded as equivalent integral transformations [23].

The aim of this study is to establish the solution of the following STFDP:

$$D_{\xi}^{\alpha} u(\zeta, \xi) = D_{\zeta}^{\beta} u(\zeta, \xi) + F, \zeta \in R, \xi \in \mathbb{R} \quad (1.1)$$

$$u(\zeta, 0) = \varphi(\zeta), \zeta \in \mathbb{R} \quad (1.2)$$

$$u(0, \xi) = \mu_1(\xi), \xi \in \mathbb{R} \quad (1.3)$$

$$u_{\zeta}(0, \xi) = \mu_2(\xi), \xi \in \mathbb{R} \quad (1.4)$$

where $0 < \alpha \leq 1, 1 < \beta \leq 2$.

A sub-diffusive case occur when the order of fractional derivative α is between zero and one. Having the diffusion coefficient equal to 1 implies that the direction of diffusion is from higher density to lower one.

2. FUNDAMENTAL DEFINITIONS AND PROPERTIES

Fundamental definitions and features of Caputo fractional derivative and related tools are given in this section [2,4].

The definition of Riemann-Liouville integral of order $\alpha > 0$ for a function $u(\zeta, \xi)$ is given as

$$I_{\xi}^{\alpha} u(\zeta, \xi) = \frac{1}{\Gamma(\alpha)} \int_0^{\xi} (\xi - s)^{\alpha-1} u(\zeta, s) ds \quad (2.1)$$

Caputo fractional derivative of order $\alpha > 0$ for a function $u(\zeta, \xi)$ is introduced as

$$\frac{\partial^{\alpha} u(\zeta, \xi)}{\partial \xi^{\alpha}} = I_{\xi}^{m-\alpha} \left[\frac{\partial^m u(\zeta, \xi)}{\partial \xi^m} \right] = \begin{cases} \frac{1}{\Gamma(m-\alpha)} \int_0^{\xi} (\xi - y)^{m-\alpha-1} \frac{\partial^m u(\zeta, y)}{\partial y^m} dy, & m - 1 < \alpha < m \\ \frac{\partial^m u(\zeta, \xi)}{\partial \xi^m}, & \alpha = m \end{cases} \quad (2.2)$$

Mittag-Leffler function of two parameters α and β is introduced as

$$E_{\alpha,\beta}(z) = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{z^k}{\Gamma(\alpha k + \beta)}, \operatorname{Re}(\alpha) > 0, z, \beta \in \mathbb{C}. \quad (2.3)$$

The definition of Shehu transformation is given as

$$S[f(\xi)] = F(p, q) = \int_0^{\infty} e^{-\frac{p}{q}\xi} f(\xi) d\xi \quad (2.4)$$

and it can be applied to the functions below

$$\left\{ f(\xi) \mid \exists P, \tau_1, \tau_2 > 0, |f(\xi)| < P e^{\tau_j}, \text{ if } \xi \in (-1)^j \times [0, \infty) \right\}.$$

One of the important features of Shehu transformation is given as follows:

$$S[\xi^\alpha] = \int_0^{\infty} e^{-\frac{p}{q}\xi} \xi^\alpha d\xi = \Gamma(\alpha + 1) \left(\frac{q}{p}\right)^{\alpha+1}, \operatorname{Re}(\alpha) > 0 \quad (2.5)$$

The inverse Shehu transformation of $\left(\frac{q}{p}\right)^{n\alpha+1}$ for $n > 0$ [22] is computed as

$$S^{-1} \left[\left(\frac{q}{p}\right)^{n\alpha+1} \right] = \frac{\xi^{n\alpha}}{\Gamma(n\alpha+1)}, \operatorname{Re}(\alpha) > 0. \quad (2.6)$$

The Shehu transformation of Caputo time-fractional derivative of order α for $f(\zeta, \xi)$ is calculated as [23]:

$$\mathcal{S} \left[\frac{\partial^\alpha f(\zeta, \xi)}{\partial \xi^\alpha} \right] = \left(\frac{p}{q}\right)^\alpha \mathcal{S}[f(\zeta, \xi)] - \sum_{k=0}^{n-1} \left[\left(\frac{p}{q}\right)^{\alpha-k-1} \frac{\partial^k f(\zeta, 0)}{\partial \xi^k} \right], n-1 < \alpha \leq n, n \in \mathbb{N}. \quad (2.7)$$

In a similar way, the Shehu transformation of Caputo space-fractional derivative of order β for $f(\zeta, \xi)$ is calculated as:

$$\mathcal{S} \left[\frac{\partial^\beta f(\zeta, \xi)}{\partial \zeta^\beta} \right] = \left(\frac{p}{q}\right)^\beta \mathcal{S}[f(\zeta, \xi)] - \sum_{k=0}^{m-1} \left[\left(\frac{p}{q}\right)^{\beta-k-1} \frac{\partial^k f(0, \xi)}{\partial \zeta^k} \right], m-1 < \beta \leq m, m \in \mathbb{N}. \quad (2.8)$$

3. TWO NEW APPROACHES WITH SHEHU TRANSFORMATION FOR STFDP

3.1. First approach for STFDP via the augmented transformation $u(\zeta, \xi) = D_\xi^{1-\alpha} v(\zeta, \xi)$

A truncated solution of the problem (1.1)-(1.4) is established by applying the transformation $u(\zeta, \xi) = D_\xi^{1-\alpha} v(\zeta, \xi)$, making the order of the time fractional derivative an integer, and utilizing Shehu transformation for the space variable ζ .

Employing the transformation $u(\zeta, \xi) = D_\xi^{1-\alpha} v(\zeta, \xi)$ leads us to following space fractional diffusion process:

$$D_\xi v(\zeta, \xi) = D_\zeta^\beta \left(D_\xi^{1-\alpha} v(\zeta, \xi) \right) + F(\xi), \quad (3.1)$$

$$v(\zeta, 0) = D_\xi^{\alpha-1} \varphi(\zeta), \quad (3.2)$$

$$v(0, \xi) = D_\xi^{\alpha-1} \mu_1(\xi), \quad (3.3)$$

$$v_\zeta(0, \xi) = D_\xi^{\alpha-1} \mu_2(\xi). \quad (3.4)$$

Application of Shehu transformation to Eq. (3.1) produces the following equation:

$$\mathcal{S}[D_\xi^{1-\alpha} v(\zeta, \xi)] = \left(\frac{q}{p}\right)^\beta \mathcal{S}[D_\xi v(\zeta, \xi) - F(\xi)] + \left(\frac{q}{p}\right) D_\xi^{1-\alpha} v(0, \xi) + \left(\frac{q}{p}\right)^2 D_\xi^{1-\alpha} v_\zeta(0, \xi). \quad (3.5)$$

Taking the inverse Shehu transformation of Eq. (3.5) leads to the following:

$$D_\xi^{1-\alpha} v(\zeta, \xi) = \mathcal{S}^{-1} \left[\left(\frac{q}{p}\right)^\beta \mathcal{S}[D_\xi v(\zeta, \xi) - F(\xi)] \right] + \mu_1(\xi) + \zeta \mu_2(\xi). \quad (3.6)$$

Taking the fractional derivative of order $\alpha - 1$ with respect to time for the Eq. (3.6) gives the following equation:

$$v(\zeta, \xi) = D_\xi^{\alpha-1} \left[\mathcal{S}^{-1} \left[\left(\frac{q}{p}\right)^\beta \mathcal{S}[D_\xi v(\zeta, \xi) - F(\xi)] \right] \right] + D_\xi^{\alpha-1} \mu_1(\xi) + \zeta D_\xi^{\alpha-1} \mu_2(\xi). \quad (3.7)$$

The recurrence relation below is determined by using the Eq. (3.7) successively

$$v_0(\zeta, \xi) = D_\xi^{\alpha-1} \mu_1(\xi) + \zeta D_\xi^{\alpha-1} \mu_2(\xi),$$

$$v_1(\zeta, \xi) = \frac{\zeta^\beta}{\Gamma(\beta+1)} D_\xi^{2\alpha-1} [\mu_1(\xi) - F(\xi)] + \frac{\zeta^{\beta+1}}{\Gamma(\beta+2)} D_\xi^{2\alpha-1} \mu_2(\xi),$$

$$v_2(\zeta, \xi) = \frac{\zeta^{2\beta}}{\Gamma(2\beta+1)} D_\xi^{3\alpha-1} [\mu_1(\xi) - F(\xi)] + \frac{\zeta^{2\beta+1}}{\Gamma(2\beta+2)} D_\xi^{3\alpha-1} \mu_2(\xi),$$

$$v_3(\zeta, \xi) = \frac{\zeta^{3\beta}}{\Gamma(3\beta+1)} D_\xi^{4\alpha-1} [\mu_1(\xi) - F(\xi)] + \frac{\zeta^{3\beta+1}}{\Gamma(3\beta+2)} D_\xi^{4\alpha-1} \mu_2(\xi).$$

⋮

$$v_n(\zeta, \xi) = \frac{\zeta^{n\beta}}{\Gamma(n\beta+1)} D_\xi^{(n+1)\alpha-1} [\mu_1(\xi) - F(\xi)] + \frac{\zeta^{n\beta+1}}{\Gamma(n\beta+2)} D_\xi^{(n+1)\alpha-1} \mu_2(\xi). \quad (3.8)$$

The truncated solution is acquired by using the first n-term as follows:

$$v = \sum_{k=0}^n v_k(\zeta, \xi). \quad (3.9)$$

The convergency of the truncated solution is provided in the paper [24,25]. Finally, the solution of the problem (1.1)-(1.4) with the help of the transformation $u(\zeta, \xi) = D_\xi^{1-\alpha} v(\zeta, \xi)$ is constructed as follows:

$$u_0(\zeta, \xi) = \mu_1(\xi) + \zeta\mu_2(\xi),$$

$$u_1(\zeta, \xi) = \frac{\zeta^\beta}{\Gamma(\beta+1)} D_\xi^\alpha [\mu_1(\xi) - F(\xi)] + \frac{\zeta^{\beta+1}}{\Gamma(\beta+2)} D_\xi^\alpha \mu_2(\xi),$$

$$u_2(\zeta, \xi) = \frac{\zeta^{2\beta}}{\Gamma(2\beta+1)} D_\xi^{2\alpha} [\mu_1(\xi) - F(\xi)] + \frac{\zeta^{2\beta+1}}{\Gamma(2\beta+2)} D_\xi^{2\alpha} \mu_2(\xi),$$

$$u_3(\zeta, \xi) = \frac{\zeta^{3\beta}}{\Gamma(3\beta+1)} D_\xi^{3\alpha} [\mu_1(\xi) - F(\xi)] + \frac{\zeta^{3\beta+1}}{\Gamma(3\beta+2)} D_\xi^{3\alpha} \mu_2(\xi),$$

⋮

$$u_n(\zeta, \xi) = \frac{\zeta^{n\beta}}{\Gamma(n\beta+1)} D_\xi^{n\alpha} [\mu_1(\xi) - F(\xi)] + \frac{\zeta^{n\beta+1}}{\Gamma(n\beta+2)} D_\xi^{n\alpha} \mu_2(\xi). \quad (3.10)$$

The formation of truncated solution of n-term for the problem (1.1)-(1.4) is given as

$$u(\zeta, \xi) = \mu_1(\xi) + \zeta\mu_2(\xi) + \sum_{k=1}^n \left[\frac{\zeta^{k\beta}}{\Gamma(k\beta+1)} D_\xi^{k\alpha} [\mu_1(\xi) - F(\xi)] + \frac{\zeta^{k\beta+1}}{\Gamma(k\beta+2)} D_\xi^{k\alpha} \mu_2(\xi) \right]. \quad (3.11)$$

In order to demonstrate the implementation of this approach following examples of STFDP are given below:

Example 1.

$$D_\xi^\alpha u(\zeta, \xi) = D_\zeta^\beta u(\zeta, \xi), 0 < \alpha \leq 1, 1 < \beta \leq 2, \quad (3.12)$$

$$u(\zeta, 0) = e^\zeta, \quad (3.13)$$

$$u(0, \xi) = e^\xi, \quad (3.14)$$

$$u_\zeta(0, \xi) = e^\xi. \quad (3.15)$$

By means of the Eq. (3.11), the solution to Ex. 1 is obtained in series form as follows:

$$u(\zeta, \xi) = \sum_{n=0}^{\infty} \left[\frac{\zeta^{n\beta}}{\Gamma(n\beta+1)} D_{\xi}^{n\alpha} e^{\xi} + \frac{\zeta^{n\beta+1}}{\Gamma(n\beta+2)} D_{\xi}^{n\alpha} e^{\xi} \right]. \quad (3.16)$$

Taking $\alpha = 1$ and $\beta = 2$ leads to $u(\zeta, \xi) = e^{\xi+\zeta}$ which is the exact solution of the process of integer order.

Table 1. The table of values for the truncated solution with various values of α and β .

ζ	ξ	$\alpha = 0.5$	$\alpha = 0.75$	$\alpha = 1$	Exact
		$\beta = 1.5$	$\beta = 1.75$	$\beta = 2$	
0.2	0.3	1.675391751023197	1.661611900072517	1.648721270700128	1,64872127070013
	0.6	2.283916841552046	2.250319144729066	2.225540928492467	2,22554092849247
	0.9	3.100190675952160	3.042543402023502	3.004166023946433	3,00416602394643
0.4	0.3	2.061251560254603	2.041884927738453	2.013752707470477	2,01375270747048
	0.6	2.853064443823610	2.783562915911935	2.718281828459045	2,71828182845905
	0.9	3.906280530683131	3.775744672641578	3.669296667619244	3,66929666761924
0.6	0.3	2.503100562482106	2.494912862533716	2.459603111156950	2,45960311115695
	0.6	3.524424504544300	3.429372923376531	3.320116922736547	3,32011692273655
	0.9	4.872515541590597	4.670760057580716	4.481689070338066	4,48168907033806
0.8	0.3	3.005168989384650	3.031418130123285	3.004166023946433	3,00416602394643
	0.6	4.308486262927710	4.205754361438392	4.055199966844675	4,05519996684467
	0.9	6.018093997314748	5.754562697087009	5.473947391727201	5,47394739172720

It is clear from Table 1 that the truncated solution $u(\zeta, \xi)$ for fixed ζ is decreasing as α and β is getting closer to 1 and 2 respectively. Additionally, the truncated solution $u(\zeta, \xi)$ is increasing for fixed α , β and ξ . These result are also verified by Figure 1 and Figure 2.

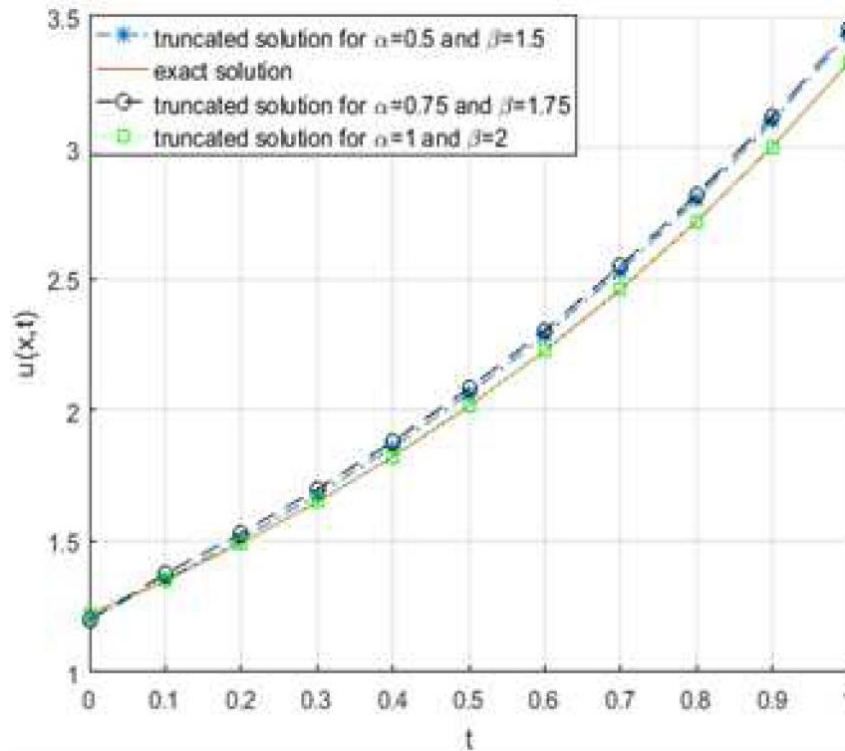


Figure 1. The truncated solution of 10-term and exact solution for the problem (3.12)-(3.15) with various values of α and β at $\zeta = 0.2$.

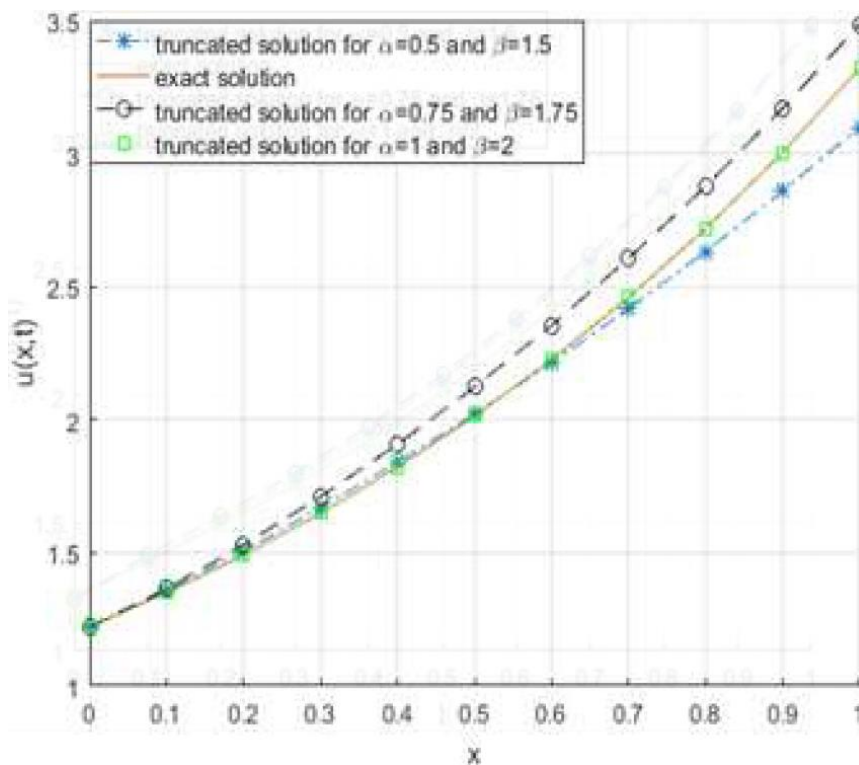


Figure 2. The truncated solution of 10-term and exact solution for the problem (3.12)-(3.15) with various values of α and β at $\xi = 0.2$.

Example 2.

$$D_{\xi}^{\alpha} u(\zeta, \xi) = D_{\zeta}^{\beta} u(\zeta, \xi), \tag{3.17}$$

$$u(\zeta, 0) = \cos(\zeta), \tag{3.18}$$

$$u(0, \xi) = e^{-\xi}, \tag{3.19}$$

$$u_{\zeta}(0, \xi) = 0. \tag{3.20}$$

By using the Eq. (3.11), the solution to Ex. 2 is obtained in series form as follows:

$$u(\zeta, \xi) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\zeta^{n\beta}}{\Gamma(n\beta+1)} D_{\xi}^{n\alpha} e^{\xi}. \tag{3.21}$$

Taking $\alpha = 1$ and $\beta = 2$ leads to $u(\zeta, \xi) = e^{-\xi} \cos(\zeta)$ which is the exact solution of the process of integer order.

Table 2. The table of values for the truncated solution with various values of α and β .

ζ	ξ	$\alpha = 0.5$	$\alpha = 0.75$	$\alpha = 1$	Exact
		$\beta = 1.5$	$\beta = 1.75$	$\beta = 2$	
0.2	0.3	0,740472648604241	0,757764200108701	0,735084515424080	0,726051178345969
	0.6	0,548210064836476	0,564830235716550	0,539573137005435	0,537871942066125
	0.9	0,405778446537417	0,420771990105327	0,394990889736626	0,398465335076047
0.4	0.3	0,738053847242957	0,797806797805539	0,717923192590723	0,682338766716552
	0.6	0,543999806762696	0,602676230708350	0,511983040348768	0,505488991061114
	0.9	0,400241480080791	0,454322518697496	0,360491216360044	0,374475454932091
0.6	0.3	0,731490321530827	0,856606643012024	0,689453469660600	0,611423661702639
	0.6	0,532578497121307	0,658215581297093	0,466416576416867	0,452953789145250
	0.9	0,385226030471766	0,503529541784707	0,303777849742335	0,335556420125626
0.8	0.3	0,718716235427178	0,932090444852964	0,649873504996465	0,516133024755582
	0.6	0,510364398169066	0,729393151506932	0,403495894729401	0,382360749034503

	$\alpha = 0.5$	$\alpha = 0.75$	$\alpha = 1$	
ζ				
ξ	$\beta = 1.5$	$\beta = 1.75$	$\beta = 2$	Exact
0.9	0,356041852908981	0,566492343465877	0,226020491016988	0,283259809758270

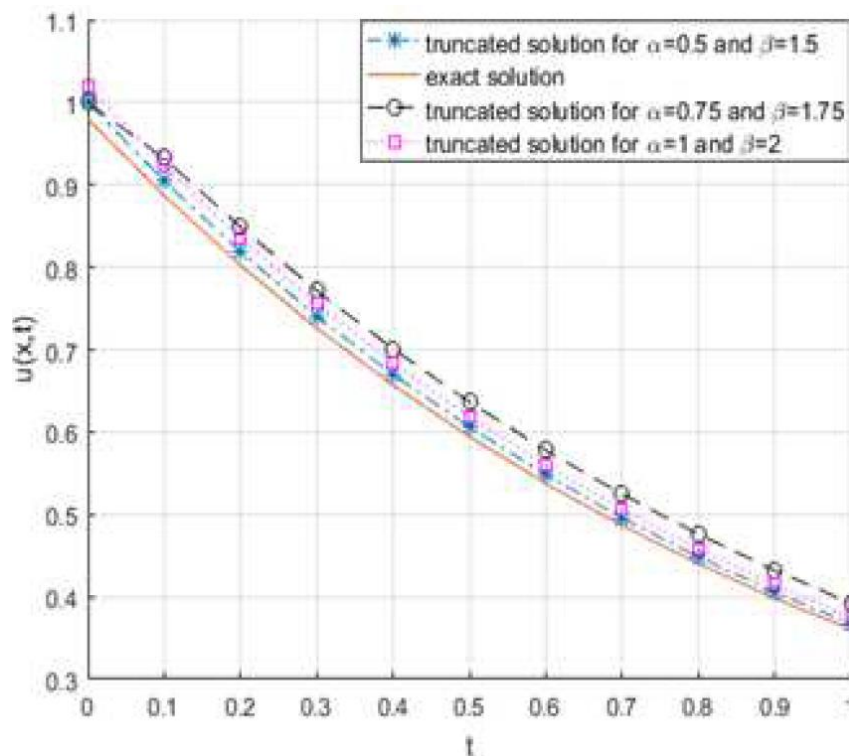


Figure 3. The truncated solution of 10-term and exact solution for the problem (3.12)-(3.15) with various values of α and β at $\zeta = 0.2$.

Example 3.

$$D_{\xi}^{\alpha} u(\zeta, \xi) = D_{\zeta}^{\beta} u(\zeta, \xi) + e^{\xi}, \quad (3.22)$$

$$u(\zeta, 0) = e^{\zeta} + 1, \quad (3.23)$$

$$u(0, \xi) = 2e^{\xi}, \quad (3.24)$$

$$u_{\zeta}(0, \xi) = e^{\xi}. \quad (3.25)$$

With the help of Eq. (3.11), the solution to Ex. 3 is obtained in series form as follows:

$$u(\zeta, \xi) = 2e^{\xi} + \zeta e^{\xi} + \sum_{k=1}^n \left[\frac{\zeta^{k\beta}}{\Gamma(k\beta+1)} D_{\xi}^{k\alpha} e^{\xi} + \frac{\zeta^{k\beta+1}}{\Gamma(k\beta+2)} D_{\xi}^{k\alpha} e^{\xi} \right]. \quad (3.26)$$

Taking $\alpha = 1$ and $\beta = 2$ leads to $u(\zeta, \xi) = e^\xi(e^\zeta + 1)$ which is the exact solution of the process of integer order. It can be observed from Examples that the transformation $u(\zeta, \xi) = D_\xi^{1-\alpha}v(\zeta, \xi)$ makes β more dominant and effective compared to α .

3.2. Second approach for STFDP via the augmented transformation $u(\zeta, \xi) = D_\zeta^{2-\beta}v(\zeta, \xi)$

For the solution of the problem (1.1)-(1.4), application of the transformation $u(\zeta, \xi) = D_\zeta^{2-\beta}v(\zeta, \xi)$ make the order of the space fractional derivative an integer. Since this transformation makes the initial condition non-homogenous via the transformation $w(\zeta, \xi) = v(\zeta, \xi) - v(\zeta, 0)$, homogenous initial condition is obtained. Finally, utilization of Shehu transformation leads to the truncated solution for the time variable ξ .

Employing the transformation $u(\zeta, \xi) = D_\zeta^{2-\beta}v(\zeta, \xi)$ leads us to following time fractional diffusion process:

$$D_\xi^\alpha \left(D_\zeta^{2-\beta} v(\zeta, \xi) \right) = D_\zeta^2 v(\zeta, \xi) + F(\zeta), \quad (3.27)$$

$$v(\zeta, 0) = D_\zeta^{\beta-2} \varphi(\zeta), \quad (3.28)$$

$$v(0, \xi) = 0, \quad (3.29)$$

$$v_\zeta(0, \xi) = 0. \quad (3.30)$$

The transformation $w(\zeta, \xi) = v(\zeta, \xi) - v(\zeta, 0)$ leads to the following time fractional diffusion process with homogenous initial condition:

$$D_\xi^\alpha \left(D_\zeta^{2-\beta} w(\zeta, \xi) \right) = D_\zeta^2 w(\zeta, \xi) + D_\zeta^\beta \varphi(x) + F(\zeta), \quad (3.31)$$

$$w(\zeta, 0) = 0, \quad (3.32)$$

$$w(0, \xi) = -D_\zeta^{\beta-2} \varphi(0), \quad (3.33)$$

$$w_\zeta(0, \xi) = -D_\zeta^{\beta-1} \varphi(0). \quad (3.34)$$

Utilization of Shehu transformation with respect to ξ for Eq. (3.31) leads to the following:

$$\mathcal{S} \left[D_\zeta^{2-\beta} w(\zeta, \xi) \right] = \left(\frac{q}{p} \right) D_\zeta^{2-\beta} w(\zeta, 0) + \left(\frac{q}{p} \right)^\alpha \mathcal{S} \left[D_\zeta^2 w(\zeta, \xi) + D_\zeta^\beta \varphi(x) + F(\zeta) \right]. \quad (3.35)$$

Application of inverse Shehu transformation to Eq. (3.35) produces the following:

$$D_{\zeta}^{2-\beta} w(\zeta, \xi) = \mathcal{S}^{-1} \left[\left(\frac{q}{p} \right) D_{\zeta}^{2-\beta} w(\zeta, 0) \right] + \mathcal{S}^{-1} \left[\left(\frac{q}{p} \right)^{\alpha} \mathcal{S} \left[D_{\zeta}^2 w(\zeta, \xi) + D_{\zeta}^{\beta} \varphi(x) + F(\zeta) \right] \right] \quad (3.36)$$

The integration of order $\beta - 2$ for Eq. (3.35) gives the following:

$$w(\zeta, \xi) = D_{\zeta}^{\beta-2} \left[\mathcal{S}^{-1} \left[\left(\frac{q}{p} \right) D_{\zeta}^{2-\beta} w(\zeta, 0) \right] \right] + D_{\zeta}^{\beta-2} \left[\mathcal{S}^{-1} \left[\left(\frac{q}{p} \right)^{\alpha} \mathcal{S} \left[D_{\zeta}^2 w(\zeta, \xi) + D_{\zeta}^{\beta} \varphi(x) + F(\zeta) \right] \right] \right] \quad (3.37)$$

The following recurrence relation is acquired by applying the Eq. (3.37) successively

$$\left. \begin{aligned} w_0(\zeta, \xi) &= D_{\zeta}^{\beta-2} \left[\mathcal{S}^{-1} \left[\left(\frac{q}{p} \right) D_{\zeta}^{2-\beta} w(\zeta, 0) \right] \right] = 0 \\ w_1(\zeta, \xi) &= D_{\zeta}^{\beta-2} \left[\mathcal{S}^{-1} \left[\left(\frac{q}{p} \right)^{\alpha} \mathcal{S} \left[D_{\zeta}^{\beta} \varphi(x) + F(\zeta) \right] \right] \right] \\ w_2(\zeta, \xi) &= D_{\zeta}^{\beta-2} \left[\mathcal{S}^{-1} \left[\left(\frac{q}{p} \right)^{\alpha} \mathcal{S} \left[D_{\zeta}^2 w_1(\zeta, \xi) \right] \right] \right] \\ w_3(\zeta, \xi) &= D_{\zeta}^{\beta-2} \left[\mathcal{S}^{-1} \left[\left(\frac{q}{p} \right)^{\alpha} \mathcal{S} \left[D_{\zeta}^2 w_2(\zeta, \xi) \right] \right] \right] \\ &\vdots \\ &\vdots \\ w_n(\zeta, \xi) &= D_{\zeta}^{\beta-2} \left[\mathcal{S}^{-1} \left[\left(\frac{q}{p} \right)^{\alpha} \mathcal{S} \left[D_{\zeta}^2 w_{n-1}(\zeta, \xi) \right] \right] \right] \end{aligned} \right\} \quad (3.38)$$

The convergency of the truncated solution is shown in the paper [24,25]. The truncated solution of n -term for the process (3.31)-(3.34) is established by

$$w(\zeta, \xi) = \sum_{k=0}^n w_k(\zeta, \xi). \quad (3.39)$$

By means of the transformation $v(\zeta, \xi) = w(\zeta, \xi) + D_{\zeta}^{\beta-2} \varphi(\zeta)$, the truncated solution of n -term to the process (3.27)-(3.30) is constructed as

$$v(\zeta, \xi) = \sum_{k=0}^n w_k(\zeta, \xi) + D_{\zeta}^{\beta-2} \varphi(\zeta). \quad (3.40)$$

Similarly, the transformation $u(\zeta, \xi) = D_{\zeta}^{2-\beta} v(\zeta, \xi)$ leads to the truncated solution of n -term to the process (1.1)-(1.4):

$$u(\zeta, \xi) = D_{\zeta}^{2-\beta} [\sum_{k=0}^n w_k(\zeta, \xi)] + \varphi(\zeta). \tag{3.41}$$

Example 4.

$$D_{\xi}^{\alpha} u(\zeta, \xi) = D_{\zeta}^{\beta} u(\zeta, \xi), 0 < \alpha \leq 1, 1 < \beta \leq 2, \tag{3.42}$$

$$u(\zeta, 0) = e^{\zeta}, \tag{3.43}$$

$$u(0, \xi) = e^{\xi}, \tag{3.44}$$

$$u_{\zeta}(0, \xi) = e^{\xi}. \tag{3.45}$$

By using the Eq. (3.41), the solution to Ex. 4 is obtained in series form as follows:

$$u(\zeta, \xi) = \sum_{n=1}^{\infty} \left[\frac{\xi^{n\alpha}}{\Gamma(n\alpha+1)} D_{\zeta}^{n\beta} e^{\zeta} \right] + e^{\zeta} = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\xi^{n\alpha}}{\Gamma(n\alpha+1)} D_{\zeta}^{n\beta} e^{\zeta}. \tag{3.46}$$

Taking $\alpha = 1$ and $\beta = 2$ leads to $u(\zeta, \xi) = e^{\xi+\zeta}$ which is the exact solution of the process of integer order.

Table 3. The table of values for the truncated solution with various values of α and β .

ζ	ξ	$\alpha = 0.5$	$\alpha = 0.75$	$\alpha = 1$	Exact
		$\beta = 1.5$	$\beta = 1.75$	$\beta = 2$	
0.2	0.3	2,08837337953747	2,15027880106184	2,07603978323998	1,64872127070013
	0.6	2,55660975766192	3,02092619056800	3,22967909859111	2,22554092849247
	0.9	2,97068648944469	3,99928929179716	4,78692926898143	3,00416602394643
0.4	0.3	3,01154466102428	2,83650667907428	2,53568071729955	2,01375270747048
	0.6	3,91889994200771	4,16468209833847	3,94473895899143	2,71828182845905
	0.9	4,76788251532150	5,72187909306572	5,84676861225157	3,66929666761924
0.6	0.3	4,08672974637649	3,61399152945137	3,09708742192322	2,45960311115695
	0.6	5,53837499045954	5,43980865709289	4,81811504473401	3,32011692273655

ζ	ξ	$\alpha = 0.5$	$\alpha = 0.75$	$\alpha = 1$	Exact
		$\beta = 1.5$	$\beta = 1.75$	$\beta = 2$	
0.9		6,95383597076827	7,63616665641431	7,14125930932837	4,48168907033806
0.8	0.3	5,37868288669723	4,53486432006456	3,78279111940020	3,00416602394643
0.6		7,51490086104965	6,93852313008294	5,88485900477113	4,05519996684467
0.9		9,66790946048631	9,88215532465688	8,72235381715067	5,47394739172720

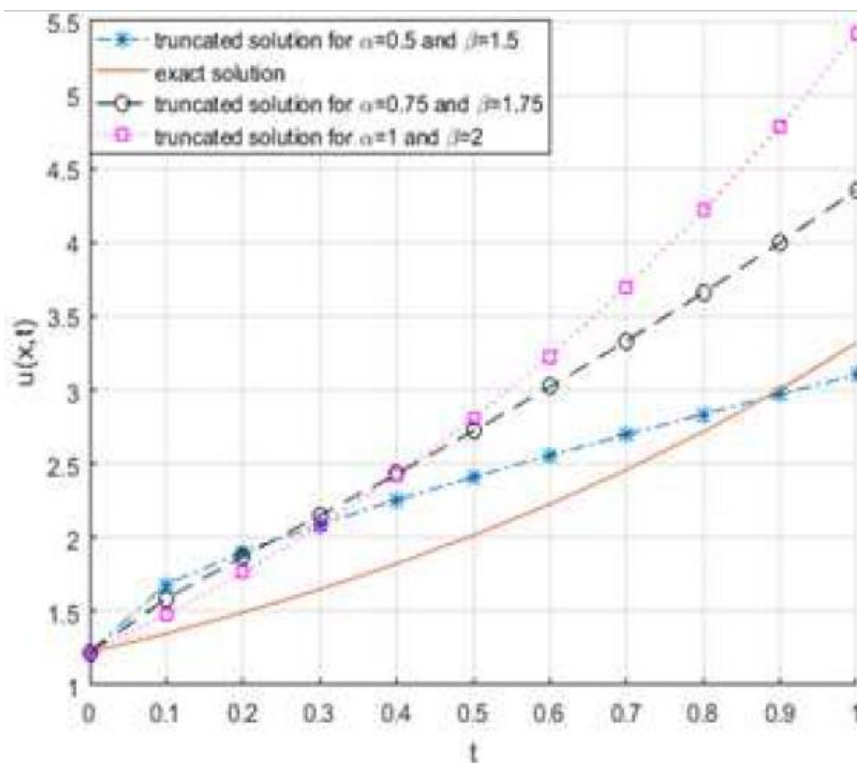


Figure 4. The truncated solution of 10-term and exact solution for the problem (3.42)-(3.45) with various values of α and β at $\zeta = 0.2$.

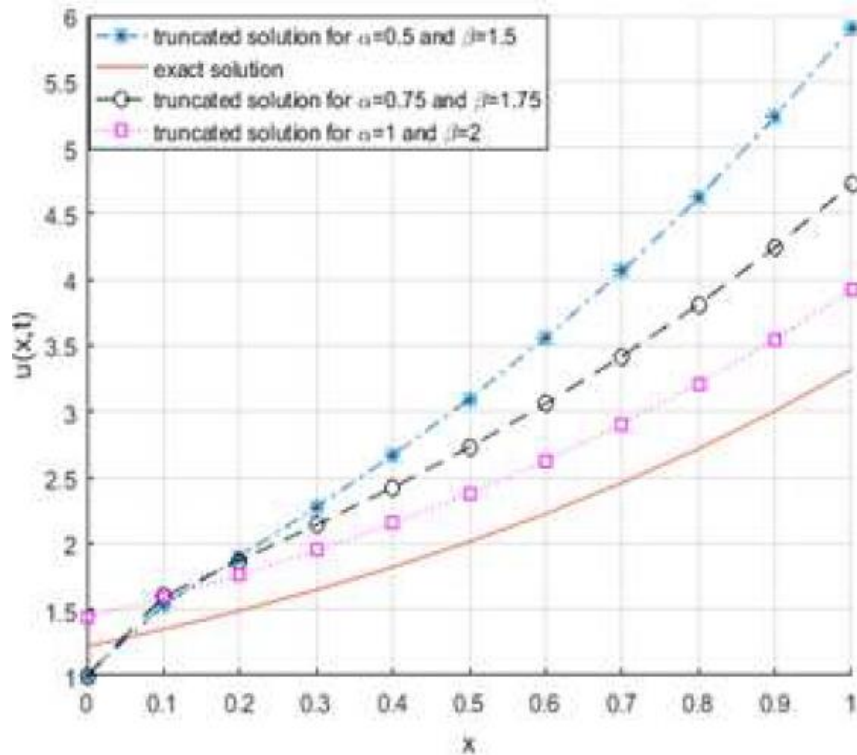


Figure 5. The truncated solution of 10-term and exact solution for the problem (3.42)-(3.45) with various values of α and β at $\xi = 0.2$.

Example 5.

$$D_{\xi}^{\alpha} u(\zeta, \xi) = D_{\zeta}^{\beta} u(\zeta, \xi), \quad (3.47)$$

$$u(\zeta, 0) = \cos(\zeta), \quad (3.48)$$

$$u(0, \xi) = e^{-\xi}, \quad (3.49)$$

$$u_{\zeta}(0, \xi) = 0. \quad (3.50)$$

By means of the Eq. (3.41), the solution to Ex. 5 is obtained in series form as follows:

$$u(\zeta, \xi) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\xi^{n\alpha}}{\Gamma(n\alpha+1)} D_{\zeta}^{n\beta} \cos(\zeta) + \cos(\zeta) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\xi^{n\alpha}}{\Gamma(n\alpha+1)} D_{\zeta}^{n\beta} \cos(\zeta). \quad (3.51)$$

Taking $\alpha = 1$ and $\beta = 2$ leads to $u(\zeta, \xi) = e^{-\xi} \cos(\zeta)$ which is the exact solution of the process of integer order.

Table 4. The table of values for the truncated solution with various values of α and β .

ζ	ξ	$\alpha = 0.5$	$\alpha = 0.75$	$\alpha = 1$	Exact
		$\beta = 1.5$	$\beta = 1.75$	$\beta = 2$	
0.2	0.3	0.903862244232298	0.824980984781871	0.726051178346011	0,726051178345969
	0.6	0.841968005543826	0.707685126960147	0.537871942150945	0,537871942066125
	0.9	0.791500457499182	0.618430352394595	0.398465342240667	0,398465335076047
0.4	0.3	0.821148214301377	0.749209750922389	0.682338766716592	0,682338766716552
	0.6	0.746841346197896	0.626270832430415	0.505488991140827	0,505488991061114
	0.9	0.691152851212666	0.537571656548363	0.374475461665361	0,374475454932091
0.6	0.3	0.713607265803153	0.652547810042192	0.611423661702675	0,611423661702639
	0.6	0.636427951728122	0.534166558506156	0.452953789216679	0,452953789145250
	0.9	0.582550153991443	0.452260178714689	0.335556426159110	0,335556420125626
0.8	0.3	0.581636525788664	0.533892938724123	0.516133024755612	0,516133024755582
	0.6	0.507723734195925	0.426978492751225	0.382360749094800	0,382360749034503
	0.9	0.459721663506987	0.356091115676833	0.283259814851433	0,283259809758270

It is clear from Table 4 that the truncated solution $u(\zeta, \xi)$ for fixed ζ is decreasing as α and β is getting closer to 1 and 2 respectively. Additionally, the truncated solution $u(\zeta, \xi)$ is decreasing for fixed α , β and ξ . These result are also confirmed by Figures 6 and 7.

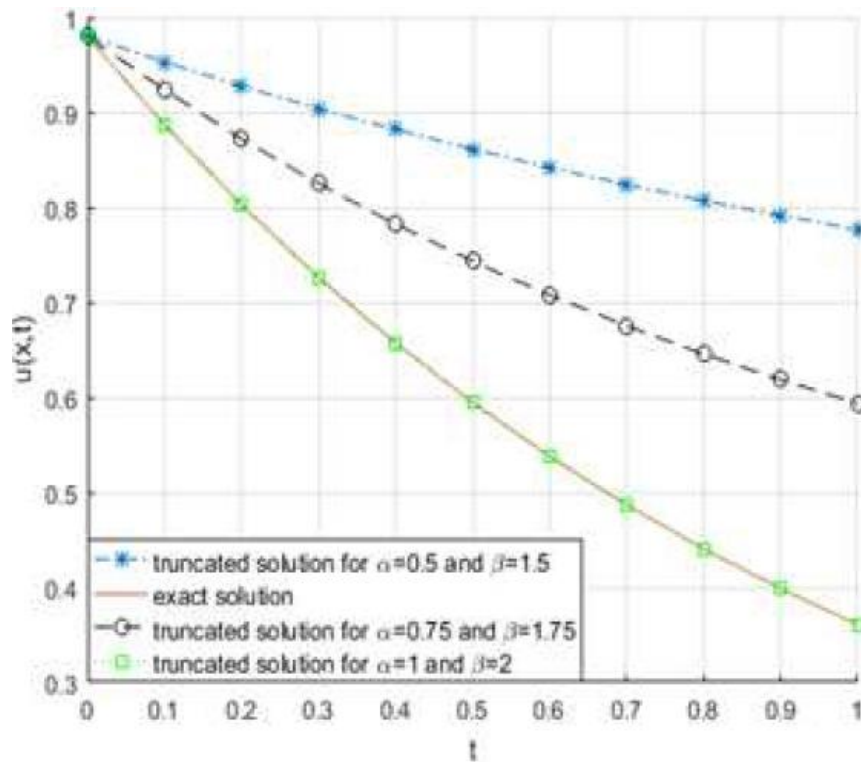


Figure 6. The truncated solution of 10-term and exact solution for the problem (3.47)-(3.50) with various values of α and β at $\zeta = 0.2$.

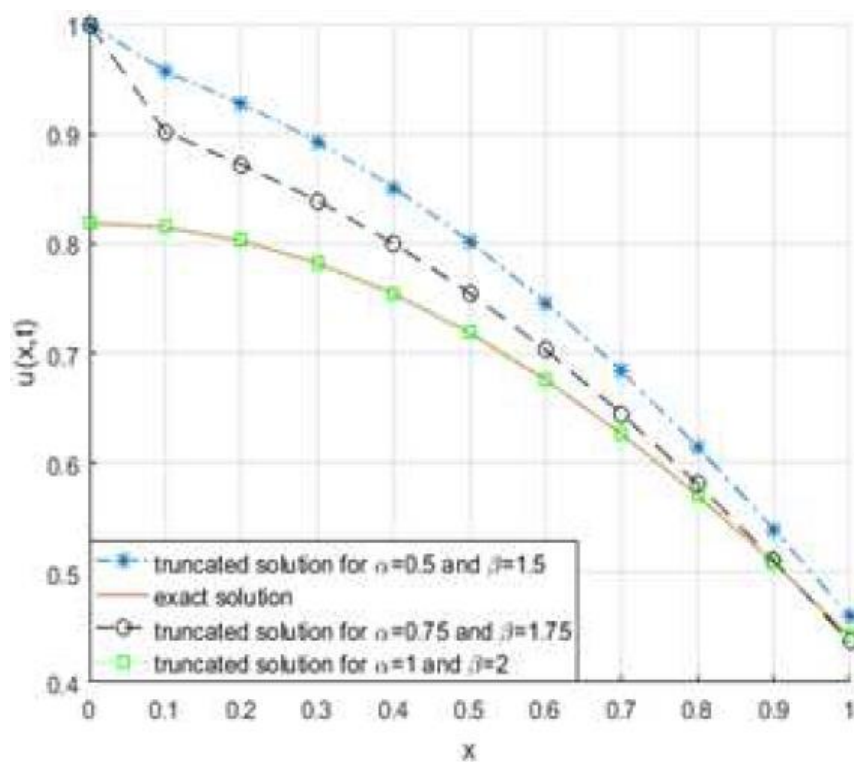


Figure 7. The truncated solution of 10-term and exact solution for the problem (3.47)-(3.50) with various values of α and β at $\xi = 0.2$.

Example 6.

$$D_{\xi}^{\alpha} u(\zeta, \xi) = D_{\zeta}^{\beta} u(\zeta, \xi) + 3\cos(\zeta), \quad (3.52)$$

$$u(\zeta, 0) = 4\cos(\zeta), \quad (3.53)$$

$$u(0, \xi) = 3 + e^{-\xi}, \quad (3.54)$$

$$u_{\zeta}(0, \xi) = 0. \quad (3.55)$$

By means of the Eq. (3.41), the solution to Ex. 6 is obtained in series form as follows:

$$u(\zeta, \xi) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\xi^{n\alpha}}{\Gamma(n\alpha+1)} \left[D_{\zeta}^{n\beta} (4\cos(\zeta)) + D_{\zeta}^{(n-1)\beta} (3\cos(\zeta)) \right] + (4\cos(\zeta)). \quad (3.56)$$

Substituting $\alpha = 1$ and $\beta = 2$ leads to $u(\zeta, \xi) = \cos(\zeta) (e^{-\xi} + 3)$ which is the exact solution of the process of integer order.

Table 5. The table of values for the truncated solution with various values of α and β .

ζ	ξ	$\alpha = 0.5$	$\alpha = 0.75$	$\alpha = 1$	Exact
		$\beta = 1.5$	$\beta = 1.75$	$\beta = 2$	
0.2	0.3	4.048265009071808	3.918430488600173	3.670349334015450	3,66625091186969
	0.6	4.112985147153213	3.897810154133708	3.508638348671645	3,47807167558985
	0.9	4.114426725609185	3.858405307965574	3.435133355333552	3,33866506859977
0.4	0.3	3.666999265151771	3.562520423402033	3.449373422540805	3,44552174872521
	0.6	3.605397852354764	3.466172423035573	3.297398358530328	3,26867197306977
	0.9	3.499439737620516	3.395199974912163	3.228318783980112	3,13765843694075
0.6	0.3	3.178909379366299	3.106622182184542	3.090881877836746	3,08743050643167
	0.6	3.045899567443888	2.974701495671091	2.954701501376648	2,92896063387429
	0.9	2.902313023871482	2.905580400098362	2.892801330258422	2,81156326485466
0.8	0.3	2.584462494159759	2.545682509109287	2.609166626505134	2,60625315279708
	0.6	2.412498120529409	2.398501460159810	2.494210019462853	2,47248087707600

ζ	ξ	$\alpha = 0.5$	$\alpha = 0.75$	$\alpha = 1$	
		$\beta = 1.5$	$\beta = 1.75$	$\beta = 2$	Exact
0.9		2.270933716497613	2.345283690540227	2.441957016261815	2,37337993779977

It is clear from Table 5 that the truncated solution $u(\zeta, \xi)$ for fixed ζ is decreasing as α and β is getting closer to 1 and 2 respectively. Additionally, the truncated solution $u(\zeta, \xi)$ is decreasing for fixed α, β and ξ . These result are also confirmed by Figures 8 and 9.

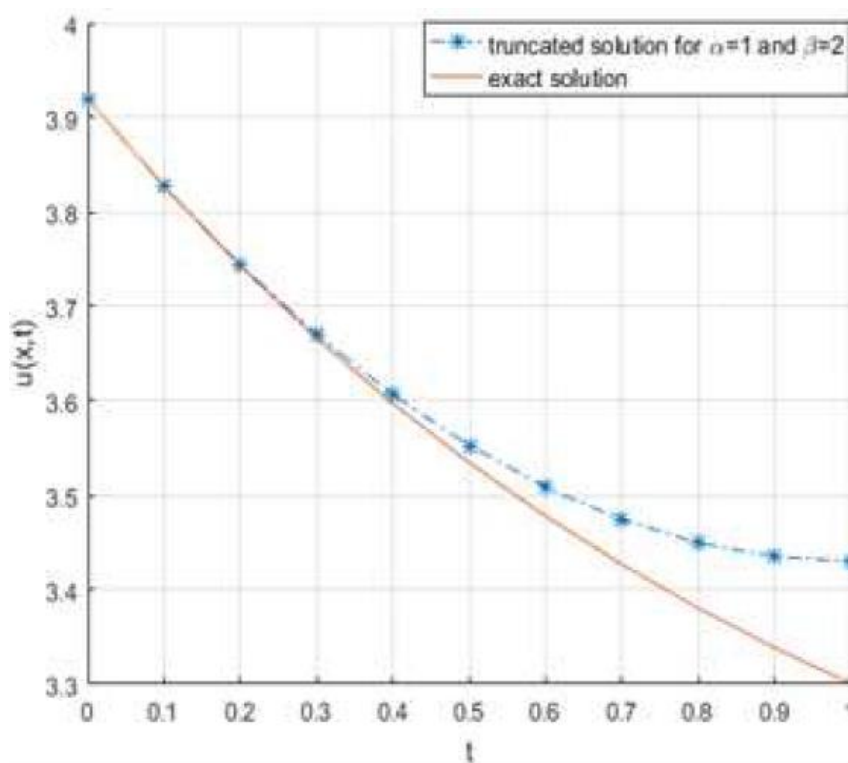


Figure 8. The truncated solution of 10-term and exact solution for the problem (3.52)-(3.55) with various values of α and β at $\zeta = 0.2$.

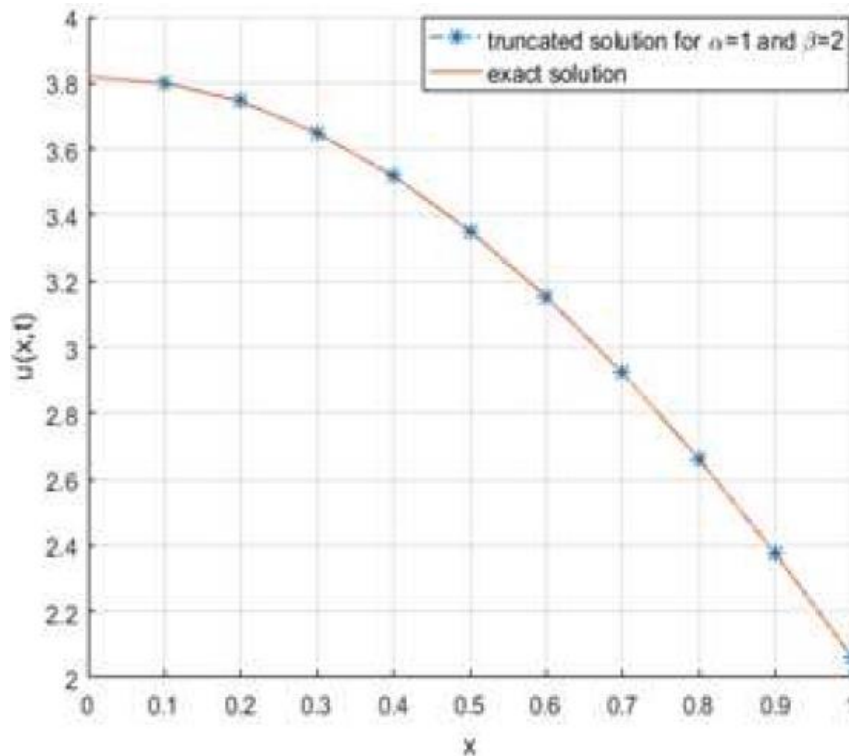


Figure 9. The truncated solution of 10-term and exact solution for the problem (3.52)-(3.55) with various values of α and β at $\xi = 0.2$.

It can be observed from Examples that the transformation $u(\zeta, \xi) = D_{\zeta}^{2-\beta} v(\zeta, \xi)$ increases the effectiveness α and β .

4. CONCLUSION

In this research, Shehu transformation with two augmented transformations are utilized to establish the truncated solutions to STFDP in series form. By means of augmented transformations STFDP is reduced into either time fractional process or space fractional process which makes the problem easier to tackle. Later, application of Shehu transformation leads to the truncated solution of the reduced process. Finally, inverse Shehu transformation provides the truncated solution of the STFDP. It is concluded that the first approach is more effective than second approach for the truncated solutions since space fractional derivative has more effect on the solution compared to time fractional derivative. Illustrative examples are demonstrated to show the implementation and accuracy of the proposed approaches.

REFERENCES

- [1] Kilbas, A.A., Srivastava, H.M., Trujillo, J.J., *Theory and applications of fractional differential equations*, Elsevier / Amsterdam, 2006.
- [2] Podlubny, I., *Fractional differential equation*, Academic Press / San Diego CA, 1999.
- [3] Sabatier, J., Agarwal, O.P., Machado, J.A.T., *Advances in fractional calculus: theoretical developments and applications in physics and engineering*, Springer / Dordrecht, 2007.
- [4] Samko, S.G., Kilbas, A.A., Marichev, O.I., *Fractional integrals and derivatives theory and applications*, Gordon and Breach / Amsterdam, 1993.
- [5] Tadjeran, C., Meerschaert, M.M., A second-order accurate numerical method for the two-dimensional fractional diffusion equation, *J. Comput. Phys.*, 220, 813-823, 2007.
- [6] Wang, Q., Homotopy perturbation method for fractional KdV equation, *Appl. Math. Comput.*, 190, 1795-1802, 2007.
- [7] Gupta, P.K., Singh, M., Homotopy perturbation method for fractional FornbergWhitham equation, *Comput. Math. Appl.*, 61, 250-254, 2011.
- [8] Demir, A., Bayrak, M.A., Ozbilge, E., A new approach for the Approximate Analytical solution of space time fractional differential equations by the homotopy analysis method, *Advances in mathematical physics* 2019, article ID 5602565, 2019.
- [9] Momani, S., Odibat, Z., Analytical solution of a time-fractional Navier-Stokes equation by Adomian decomposition method, *Applied Mathematics and Computation*, 177, 488-494, 2006.
- [10] Yang, X.J., Baleanu, D., Fractal heat conduction problem solved by local fractional variational iteration method, *Thermal Science*, 17, 625-628, 2013.
- [11] Zhang, X., Zhao, J., Liu, J., Tang, B., Homotopy perturbation method for two dimensional time-fractional wave equation, *Applied Mathematical Modelling*, 38, 5545-5552, 2014.
- [12] Abbasbandy, S., The application of homotopy analysis method to nonlinear equations arising in heat transfer, *Physics Letters A*, 360, 109-113, 2006.
- [13] Bayrak, M.A., Demir, A., A new approach for space-time fractional partial differential equations by Residual power series method, *Appl. Math. And Comput.*, 336, 215-230, 2018.
- [14] Atangana, A., Baleanu, D., New fractional derivatives with non-local and non-singular kernel: Theory and application to heat transfer model, *Thermal Science*, 20, 763-769, 2016.

- [15] Cetinkaya, S., Demir, A., Kodal Sevindir, H., The analytic solution of initial boundary value problem including time-fractional diffusion equation, *Facta Universitatis Ser. Math. Inform.*, 35(6), 243-252, 2020.
- [16] Cetinkaya, S., Demir, A., Kodal Sevindir, H., The analytic solution of sequential space-time fractional diffusion equation including periodic boundary conditions, *Journal of Mathematical Analysis*, 11(1), 17-26, 2020.
- [17] Cetinkaya, S., Demir, A., The Analytic Solution of Time-Space Fractional Diffusion Equation via New Inner Product with Weighted Function, *Communications in Mathematics and Applications*, 10(1), 865-873, 2019.
- [18] Cetinkaya, S., Demir, A., Kodal Sevindir, H., The Analytic Solution of Initial Periodic Boundary Value Problem Including Sequential Time Fractional Diffusion Equation, *Communications in Mathematics and Applications*, 11(1), 173-179, 2020.
- [19] Zhukovsky, K.V., Srivastava, H.M., Analytical solutions for heat diffusion beyond Fourier law, *Applied Mathematics and Computation*, 293, 423-437, 2017.
- [20] Mahto, L., Abbas, S., Hafayed, M., Srivastava, H.M., Approximate Controllability of Sub-Diffusion Equation with Impulsive Condition, *Mathematics*, 7(190), 1-16, 2019.
- [21] Yang, X.J., Srivastava, H.M., Torres, D.F.M., Debbouche, A., General Fractional-order Anomalous Diffusion with Non-singular Power-Law Kernel, *Thermal Science*, 21(1), 1-9, 2017.
- [22] Maitama, S., Zhao, W., New Integral Transform: Shehu Transform a Generalization of Sumudu and Laplace Transform for Solving Differential Equations, *Int. J. Anal. Appl.*, 17(2), 167-190, 2019.
- [23] Belgacem, R., Baleanu, D., Bokhari, A., Shehu Transform and applications to Caputo-fractional differential equations, *International Journal of Analysis and Applications*, 17(6), 917-927, 2019.
- [24] Gejji, V.D., Jafari, H., An iterative method for solving nonlinear functional equations, *J. Math. Anal. Appl.*, 316, 753-763, 2006.
- [25] Bhalekar, S., Gejji, V.D., Convergence of the new iterative method, *Int. J. Differ. Eq.*, 2011, Article ID: 989065, 2011.
- [26] Cetinkaya, S., Demir, A., The Analytic Solution of Time-Space Fractional Diffusion Equation via New Inner Product with Weighted Function, *Communications in Mathematics and Applications*, 10(4), 865-873, 2019.

- [27] Cetinkaya, S., Demir, A., Kodal Sevindir, H., The analytic solution of initial boundary value problem including time-fractional diffusion equation, *Facta Universitatis Ser. Math. Inform.*, 35(1), 243-252, 2020
- [28] Cetinkaya, S., Demir, A., Kodal Sevindir, H., The analytic solution of sequential space-time fractional diffusion equation including periodic boundary conditions, *Journal of Mathematical Analysis*, 11(1), 17-26, 2020
- [29] Cetinkaya, S., Demir, A., Kodal Sevindir, H., The Analytic Solution of Initial Periodic Boundary Value Problem Including Sequential Time Fractional Diffusion Equation, *Communications in Mathematics and Applications*, 11(1), 173-179, 2020.
- [30] Cetinkaya, S., Demir, A., Time Fractional Diffusion Equation with Periodic Boundary Conditions, *Konuralp Journal of Mathematics*, 8(2), 337-342, 2020.
- [31] Cetinkaya, S., Demir, A., Time Fractional Equation with Non-homogenous Dirichlet Boundary Conditions, *Sakarya University Journal of Science SAUJS*, 24(6), 1185-1190, 2020.
- [32] Cetinkaya, S., Demir, A., Diffusion Equation Including Local Fractional Derivative and Non-Homogenous Dirichlet Boundary Conditions, *Journal of Scientific Reports-A*, 45, 101-110, 2020.
- [33] Cetinkaya, S., Demir, A., Equation Including Local Fractional Derivative and Neumann Boundary Conditions, *Kocaeli Journal of Science and Engineering*, 3(2), 59-63, 2020.
- [34] Cetinkaya, S., Demir, A., Solution of hybrid time fractional diffusion problem via weighted inner product, *Journal of Applied Mathematics and Computational Mechanics*, 20(2), 17-27, 2021.
- [35] Cetinkaya, S., Demir, A., On Solutions of Hybrid Time Fractional Heat Problem, *Bulletin of the Institute of Mathematics Academia Sinica New Series*, 16(1), 49-62, 2021.
- [36] Cetinkaya, S., Demir, A., Kodal Sevindir, H., Solution of Space-Time-Fractional Problem by Shehu Variational Iteration Method, *Advances in Mathematical Physics*, Article ID 5528928, 2021.
- [37] Cetinkaya, S., Demir, A., Sequential time space fractional diffusion equation including nonhomogenous initial boundary conditions, *Tbilisi Mathematical Journal*, 14(2), 83-91, 2021.
- [38] Cetinkaya, S., Demir, A., Numerical Solutions of Nonlinear Fractional Differential Equations via Laplace Transform, *Facta Universitatis Ser. Math. Inform.*, 36(2), 249-257, 2021.

- [39] Cetinkaya, S., Demir, A., Sequential Space Fractional Diffusion Equation's solutions via New Inner Product, *Asian-European Journal of Mathematics*, 14(7), 2021.
- [40] Kodal Sevindir, H., Cetinkaya, S., Demir, A., On Effects of a New Method for Fractional Initial Value Problems, *Advances in Mathematical Physics*, 2021, Article ID 7606442, 2021.
- [41] Cetinkaya, S., Demir, A., On the Solution of Bratu's Initial Value Problem in the Liouville-Caputo Sense by ARA Transform and Decomposition Method, *Comptes rendus de l'Academie bulgare des Sciences*, 74(12), 1729-1738, 2021.
- [42] Cetinkaya, S., Demir, A., Baleanu, D., Analysis of Fractional Fokker-Planck Equation with Caputo and Caputo-Fabrizio derivatives, *Annals of the University of Craiova, Mathematics and Computer Science Series*, 48(2), 2021.
- [43] Cetinkaya, S., Demir, A., Hybrid Fractional Diffusion Problem with Dirichlet Boundary Conditions, *Journal of Mathematical Extension*, 15(5), 2021.
- [44] Cetinkaya, S., Demir, A., Time fractional problem via inner product including weighted function, *J. BAUN Inst. Sci. Technol.*, 24(1), 91-99, 2022.
- [45] Cetinkaya, S., Demir, A., Solutions of Fuzzy Time Fractional Heat Equation, *Journal of Mathematical Extension*, 16(1), 1-17, 2022.
- [46] Cetinkaya, S., Demir, A., Diffusion Equation including a Local Fractional Derivative and Weighted Inner Product, *Journal of Applied Mathematics and Computational Mechanics*, 21(1), 19-27, 2022.
- [47] Cetinkaya, S., Bayrak, M.A., Demir, A., Baleanu, D., Solutions for The Fractional Mathematical Models of Diffusion Process, *Facta Universitatis Ser. Math. Inform.*, 37(1), 103-120, 2022.
- [48] Cetinkaya, S., Demir, A., Numerical Solutions of Nonlinear System of Fractional Differential Equations via A New Integral Transform, *TWMS Journal of Applied and Engineering Mathematics*, 12(3), 1061-1068, 2022.
- [49] Cetinkaya, S., Demir, A., Effects of the ARA transform method for time fractional problems, *Mathematica Moravica*, 26(2), 73-84, 2022.
- [50] Cetinkaya, S., Demir, A., On the Integral Transform Shehu for Nonlinear Fractional Problems, *Matematichki Bilten*, 46(1), 33-41, 2022.
- [51] Cetinkaya, S., Demir, On the solution of time fractional initial value problem by a new method with ARA transform, *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 44(2), 2693-2701, 2023.

- [52] Cetinkaya, S., Demir, Space-Time Fractional Heat Equation's Solutions with Fractional Inner Product, *TWMS Journal of Applied and Engineering Mathematics*, 13(2), 462-469, 2023.
- [53] Demir, A., Bayrak, M.A., Bulut, A. Özbilge, E., Cetinkaya, S., On new aspects of Chebyshev polynomials for space-time fractional diffusion process, *Applied Mathematics and Nonlinear Sciences*, 2023.
- [54] Cetinkaya, S. and Demir, On the Solution of Mathematical Model Including Space-Time Fractional Diffusion Equation in Conformable Derivative, Via Weighted Inner Product, *Kocaeli Journal of Science and Engineering*, 6(1), 1-6, 2023.
- [55] Akyol, M., Demir, A., Cetinkaya, S., *On The Solution of Mathematical Problem Including Sequential Time Fractional Wave Equation*, 4th International E-Conference on Mathematical Advances and Applications, May, 26-29, Istanbul, TURKEY.
- [56] Cetinkaya, S., Demir, A., *New Developments in Science and Mathematics*, Hiperyayın, Istanbul, 2022.

ON THE SOLUTION OF DIFFUSION EQUATION IN THE SENSE OF PROPORTIONAL FRACTIONAL DERIVATIVE

Research Assistant Süleyman ÇETİNKAYA

Kocaeli Üniversitesi, - ORCID ID: 0000-0002-8214-5099

Prof. Dr. Ali DEMİR

Kocaeli Üniversitesi, - ORCID ID: 0000-0003-3425-1812

ABSTRACT

The vital purpose of the current study is to establish the analytic solution of fractional diffusion problem including Dirichlet boundary conditions. The fractional derivative is taken in the sense of proportional fractional derivative. Utilization of eigenfunctions to corresponding Sturm-Liouville problem provides the analytic solution in the Fourier series form. Presentation of illustrative examples demonstrate the effectiveness and accurateness of the proposed method.

Keywords: Spectral method, Local Fractional Derivative, Separation of variables, Dirichlet boundary conditions

1. INTRODUCTION

Fractional differential equations arise in the various fields of science since the mathematical models including fractional differential equations reflect the behavior of the processes much more better than the ones including ordinary differential equations. Therefore, they attract a growing attention of scientist in various fields and various fractional derivatives such as Atangana-Baleanu, Caputo and Riemann-Liouville, etc. have been defined. Even though, a number of developments have been achieved there are still many difficulties to tackle with fractional differential equations. In order to cover the setbacks in fractional calculus, new fractional derivatives have been developed and utilized. This allows us to model the real data of systems or processes accurately with the suitable fractional derivative. Proportional fractional derivative is also a newly defined fractional derivative, defined in the following form:

$${}^P D_\alpha f(\xi) = K_1(\alpha, \xi) f(\xi) + K_0(\alpha, \xi) f'(\xi) \quad (1.1)$$

where f is a differentiable function and the functions K_0 and K_1 hold certain properties in terms of limit [1]. Suitable choices of the functions K_0 and K_1 leads to various fractional proportional

derivatives. One of the application of proportional fractional derivative can be seen in control theory.

The focus of current study is to acquire the analytic solutions of following fractional diffusion problem in the sense of various fractional proportional derivative operator by making use of the separation of variables method:

$${}^P D_\alpha \omega(\zeta, \xi) = \omega_{\zeta\zeta}(\zeta, \xi) + \gamma\omega(\zeta, \xi), \quad (1.2)$$

$$\omega(0, \xi) = \omega(l, \xi) = 0, \quad (1.3)$$

$$\omega(\zeta, 0) = f(\zeta) \quad (1.4)$$

where $0 < \alpha < 1, 0 \leq \zeta \leq l, 0 \leq \xi \leq T_0, \gamma \in \mathbb{R}$. The fractional proportional derivative used in this study is given as

$${}^P D_\alpha f(\xi) = K_1(\alpha) f(\xi) + K_0(\alpha) f'(\xi) \quad (1.5)$$

Specifically, the following ones is taken into consideration:

$${}^P_1 D_\alpha f(\xi) = (1 - \alpha) f(\xi) + \alpha f'(\xi) \quad (1.6)$$

and

$${}^P_2 D_\alpha f(\xi) = (1 - \alpha^2) f(\xi) + \alpha^2 f'(\xi). \quad (1.7)$$

From a scientific point of view, the mathematical models including fractional differential equations reflect the intrinsic nature of the scientific processes. As a result, the predictions and experimental measurement of the process can be guessed by analysis of the fractional mathematical models, since non-local behavior of the process and degree of non-locality can be modeled by them. Especially, the analysis of the diffusion problem in a non-homogenous medium that has memory effects can be made accurately by fractional differential equations. At this stage for better mathematical modeling, the selection of suitable fractional derivative and its order play a vital role.

In the current work, we analyze the diffusion problem by modeling it fractional differential equations in the sense of fractional proportional derivative. Based on the various matters such as temperature, liquid and gas the order α of the fractional derivative is determined which follows from the fact that the diffusion coefficient is a function of α [2]. The behaviour of matter

in a phase is reflected by fractional mathematical model. Various researches on the diffusion problem especially in gas dynamics and fluid mechanics have been published [3-38]. From this point of view, analysis of the diffusion problem play a vital role in a number of applications. Especially, the case $0 < \alpha < 1$ is taken into consideration which is called sub-diffusion problem. In sub-diffusion cases, the diffusion of the matter is slower compared to the super-diffusion cases.

2. THE SEPARATION VARIABLES APPROACH FOR FRACTIONAL DIFFUSION PROBLEM

Consider the fractional diffusion problem in the sense of fractional proportional derivative (1.6)

$${}^P D_\alpha \omega(\zeta, \xi) = \omega_{\zeta\zeta}(\zeta, \xi) + \gamma\omega(\zeta, \xi), \quad (2.1)$$

$$\omega(0, \xi) = \omega(l, \xi) = 0, \quad (2.2)$$

$$\omega(\zeta, 0) = f(\zeta) \quad (2.3)$$

where $0 < \alpha < 1, 0 \leq \zeta \leq l, 0 \leq \xi \leq T_0, \gamma \in \mathbb{R}$.

Utilization of separation of variables method, the solution of the problem (2.1)-(2.3) can be determined as:

$$\omega(\zeta, \xi; \alpha) = X(\zeta) T(\xi; \alpha) \quad (2.4)$$

where $0 \leq \zeta \leq l, 0 \leq \xi \leq T_0$.

Substituting (2.4) into (2.1) and collocating it lead to

$$\frac{{}^P D_\alpha (T(\xi; \alpha))}{T(\xi; \alpha)} - \gamma = \frac{X''(\zeta)}{X(\zeta)} = -\lambda. \quad (2.5)$$

Utilization of the boundary conditions (2.2) with Eq. (2.5) leads to the following problem:

$$X''(\zeta) + \lambda X(\zeta) = 0, \quad (2.6)$$

$$X(0) = X(l) = 0. \quad (2.7)$$

The problem (2.6)-(2.7) is solved by constructing the solution as follows:

$$X(\zeta) = e^{r\zeta}. \quad (2.8)$$

The corresponding characteristic equation is given as:

$$r^2 + \lambda = 0. \quad (2.9)$$

Case 1. If $\lambda = 0$, there are two coincident roots $r_1 = r_2$ which implies that the eigenvalue problem (2.6)-(2.7) have the following general solution:

$$X(\zeta) = c_1 \zeta + c_2. \quad (2.10)$$

The boundary condition $\omega(0, \xi) = 0$ provides

$$X(0) = 0 = c_2 \quad (2.11)$$

implying the following result

$$X(\zeta) = c_1 \zeta. \quad (2.12)$$

In a similar way, second boundary condition provides

$$X(l) = c_1 l = 0 \Rightarrow c_1 = 0 \quad (2.13)$$

which leads to $X(\zeta) = 0$, implying that no solution for $\lambda = 0$.

Case 2. If $\lambda < 0$, there are two distinct real roots $r_{1,2} = \mp\sqrt{-\lambda}$ which implies that the problem (2.6)-(2.7) have the general solution:

$$X(\zeta) = c_1 \cosh(\sqrt{-\lambda}\zeta) + c_2 \sinh(\sqrt{-\lambda}\zeta). \quad (2.14)$$

Utilization of the boundary condition $\omega(0, \xi) = 0$ leads to

$$X(0) = c_1 = 0 \quad (2.15)$$

which implies that

$$X(\zeta) = c_2 \sinh(\sqrt{-\lambda}\zeta). \quad (2.16)$$

In a similar way, second boundary condition provides

$$X(l) = c_2 \sinh(\sqrt{-\lambda}l) = 0 \Rightarrow c_2 = 0 \quad (2.17)$$

which leads to $X(\zeta) = 0$, implying that no solution for $\lambda < 0$.

Case 3. If $\lambda > 0$, there are two complex roots which implies that the problem (2.6)-(2.7) have the general solution:

$$X(\zeta) = c_1 \cos(\sqrt{\lambda}\zeta) + ic_2 \sin(\sqrt{\lambda}\zeta). \quad (2.18)$$

Employing the boundary condition $\omega(0, \xi) = 0$ provides

$$X(0) = 0 = c_1. \quad (2.19)$$

which implies that

$$X(\zeta) = ic_2 \sin(\sqrt{\lambda}\zeta). \quad (2.20)$$

In a similar way last boundary condition provides

$$X(l) = ic_2 \sin(\sqrt{\lambda}l) = 0 \quad (2.21)$$

which leads to

$$\sin(\sqrt{\lambda}l) = 0. \quad (2.22)$$

Hence, the eigenvalues are acquired:

$$\lambda_n = \frac{w_n^2}{l^2}, \lambda_1 < \lambda_2 < \lambda_3 < \dots, n = 0,1,2,3, \quad (2.23)$$

where $w_n = n\pi, n = 0,1,2,3$, are the solutions of the equation $\sin(w_n) = 0$.

Finally, the obtained solution is given as:

$$X_n(\zeta) = \sin\left(\frac{n\pi\zeta}{l}\right), n = 0,1,2,3, \quad (2.24)$$

The following fractional differential equation for the eigenvalue λ_n is obtained from the second equation in (2.5):

$$\frac{{}^P D_\alpha (T(\xi;\alpha))}{T(\xi;\alpha)} = \gamma - \lambda,$$

$$\frac{K_1(\alpha) T_n(\xi;\alpha) + K_0(\alpha) T_n^l(\xi;\alpha)}{T_n(\xi;\alpha)} = \left(\gamma - \left(\frac{n\pi}{l}\right)^2 \right),$$

$$K_0(\alpha)T_n^l(\xi; \alpha) + \left(\left(\left(\frac{n\pi}{l} \right)^2 - \gamma \right) + K_1(\alpha) \right) T_n(\xi; \alpha) = 0, \quad (2.25)$$

which have the following solution

$$T_n(\xi; \alpha) = \exp \left(- \frac{\left(\left(\frac{n\pi}{l} \right)^2 - \gamma \right) + K_1(\alpha)}{K_0(\alpha)} \xi \right), n = 0, 1, 2, 3, \dots \quad (2.26)$$

For each λ_n , the corresponding solution is established as

$$\omega_n(x, \xi; \alpha) = X_n(\zeta)T_n(\xi; \alpha) = \exp \left(- \frac{\left(\left(\frac{n\pi}{l} \right)^2 - \gamma \right) + K_1(\alpha)}{K_0(\alpha)} \xi \right) \sin \left(\frac{n\pi\zeta}{l} \right), n = 0, 1, 2, 3, \dots \quad (2.27)$$

implying the general solution below

$$\omega(\zeta, \xi; \alpha) = \sum_{n=0}^{\infty} A_n \sin \left(\frac{n\pi\zeta}{l} \right) \exp \left(- \frac{\left(\left(\frac{n\pi}{l} \right)^2 - \gamma \right) + K_1(\alpha)}{K_0(\alpha)} \xi \right). \quad (2.28)$$

The boundary conditions are satisfied by the general solution.

The determination of the unknown coefficients of the solution (2.28) is provided by the initial condition:

$$\omega(\zeta, 0) = f(\zeta) = \sum_{n=0}^{\infty} A_n \sin \left(\frac{n\pi\zeta}{l} \right). \quad (2.29)$$

The utilization of the inner product defined on $L^2[0, l]$ leads to the determination of unknown coefficients A_n for $n = 0, 1, 2, 3, \dots$:

$$A_n = \frac{2}{l} \int_0^l f(\zeta) \sin \left(\frac{n\pi\zeta}{l} \right). \quad (2.30)$$

3. ELUCIDATORY EXAMPLES

This section is devoted to the presentation of illustrative examples to demonstrate how effective and beneficial the proposed method is:

$$\omega_{\xi}(\zeta, \xi) = \omega_{\zeta\zeta}(\zeta, \xi) + \gamma\omega(\zeta, \xi),$$

$$\omega(0, \xi) = 0, \omega(1, \xi) = 0,$$

$$\omega(\zeta, 0) = 3 \sin(2\pi\zeta) - 4 \sin(3\pi\zeta) \tag{3.1}$$

having the following solution:

$$\omega(\zeta, \xi) = 3 \sin(2\pi\zeta) e^{(\gamma-4\pi^2)\xi} - 4 \sin(3\pi\zeta) e^{(\gamma-9\pi^2)\xi} \tag{3.2}$$

where $0 \leq \zeta \leq 1, 0 \leq \xi \leq T_0$.

Example 1: Consider the fractional diffusion problem

$${}_1^P D_\xi^\alpha \omega(\zeta, \xi) = \omega_{\zeta\zeta}(\zeta, \xi) + \gamma\omega(\zeta, \xi) \tag{3.3}$$

$$\omega(0, \xi) = 0, \omega(1, \xi) = 0, \tag{3.4}$$

$$\omega(\zeta, 0) = 3 \sin(2\pi\zeta) - 4 \sin(3\pi\zeta) \tag{3.5}$$

where $0 < \alpha < 1, 0 \leq \zeta \leq 1, 0 \leq \xi \leq T_0$. Eq. (2.28) implies that the solution of above problem have the form:

$$\omega(\zeta, \xi; \alpha) = \sum_{n=0}^{\infty} A_n \sin\left(\frac{n\pi\zeta}{l}\right) \exp\left(-\frac{\left(\left(\frac{n\pi}{l}\right)^2 - \gamma\right) + 1 - \alpha}{\alpha} \xi\right). \tag{3.6}$$

Substituting $\xi = 0$ into the Eq. (3.5) and employing the initial condition (3.5) provide the following:

$$3 \sin(2\pi\zeta) - 4 \sin(3\pi\zeta) = \sum_{n=0}^{\infty} A_n \sin\left(\frac{n\pi\zeta}{l}\right). \tag{3.7}$$

The utilization of the inner product leads to the determination of the unknown coefficients A_n for $n = 0, 1, 2, 3, \dots$:

$$A_n = 2 \int_0^1 (3 \sin(2\pi\zeta) - 4 \sin(3\pi\zeta)) \sin\left(\frac{n\pi\zeta}{l}\right) d\zeta. \tag{3.8}$$

$A_n = 0$ for $n \neq 2$ and $n \neq 3$. Moreover, for $n = 2$ and $n = 3$ we obtain

$$A_2 = 3, A_3 = -4. \tag{3.9}$$

Finally, the obtained general solution is acquired as:

$$\omega(\zeta, \xi; \alpha) = 3 \sin(2\pi\zeta) \exp\left(-\frac{(4\pi^2 - \gamma) + 1 - \alpha}{\alpha} \xi\right) - 4 \sin(3\pi\zeta) \exp\left(-\frac{(9\pi^2 - \gamma) + 1 - \alpha}{\alpha} \xi\right). \tag{3.10}$$

Plugging $\alpha = 1$ into (3.10) yields the solution of the problem (3.1) which means that the proposed method is accurate and beneficial for fractional diffusion problem.

Example 2: Consider the fractional diffusion problem:

$${}^P_2D_\xi^\alpha \omega(\zeta, \xi) = \omega_{\zeta\zeta}(\zeta, \xi) + \gamma\omega(\zeta, \xi) \quad (3.11)$$

$$\omega(0, \xi) = 0, \quad \omega(1, \xi) = 0, \quad (3.12)$$

$$\omega(\zeta, 0) = 3 \sin(2\pi\zeta) - 4 \sin(3\pi\zeta) \quad (3.13)$$

where $0 < \alpha < 1$, $-1 \leq \zeta \leq 1$, $0 \leq \xi \leq T_0$. Eq. (2.28) implies that the solution of (3.12) have the form:

$$\omega(\zeta, \xi; \alpha) = \sum_{n=0}^{\infty} A_n \sin\left(\frac{n\pi\zeta}{l}\right) \exp\left(-\frac{\left(\left(\frac{n\pi}{l}\right)^2 - \gamma\right) + 1 - \alpha^2}{\alpha^2} \xi\right). \quad (3.14)$$

Like in Example 1, similar computations provides the constructed solution below:

$$\omega(\zeta, \xi; \alpha) = 3 \sin(2\pi\zeta) \exp\left(-\frac{(4\pi^2 - \gamma) + 1 - \alpha^2}{\alpha^2} \xi\right) - 4 \sin(3\pi\zeta) \exp\left(-\frac{(9\pi^2 - \gamma) + 1 - \alpha^2}{\alpha^2} \xi\right). \quad (3.15)$$

The 2D and 3D graphics of solutions for Ex.1, Ex. 2 are demonstrated in Fig. 1 and Fig.2 respectively.

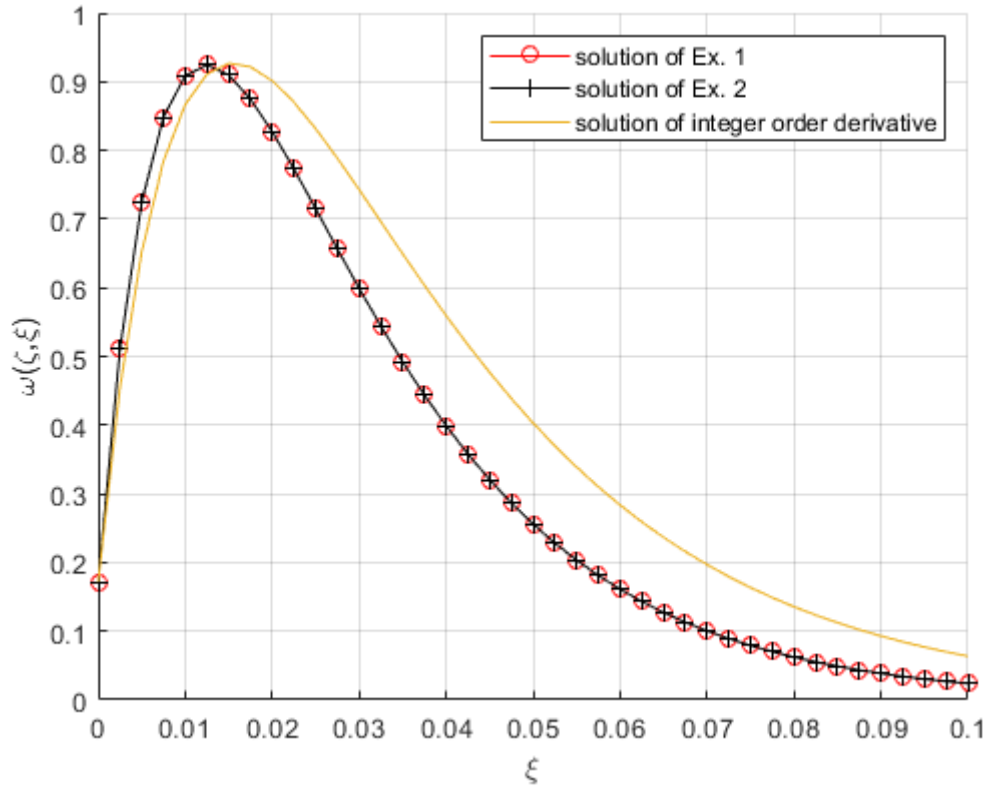


Figure 1. The 2D graphics of solutions for Ex. 1 and Ex. 2 for $\gamma = 1$ and $\alpha = 0.8$ at $\zeta = 0.25$.

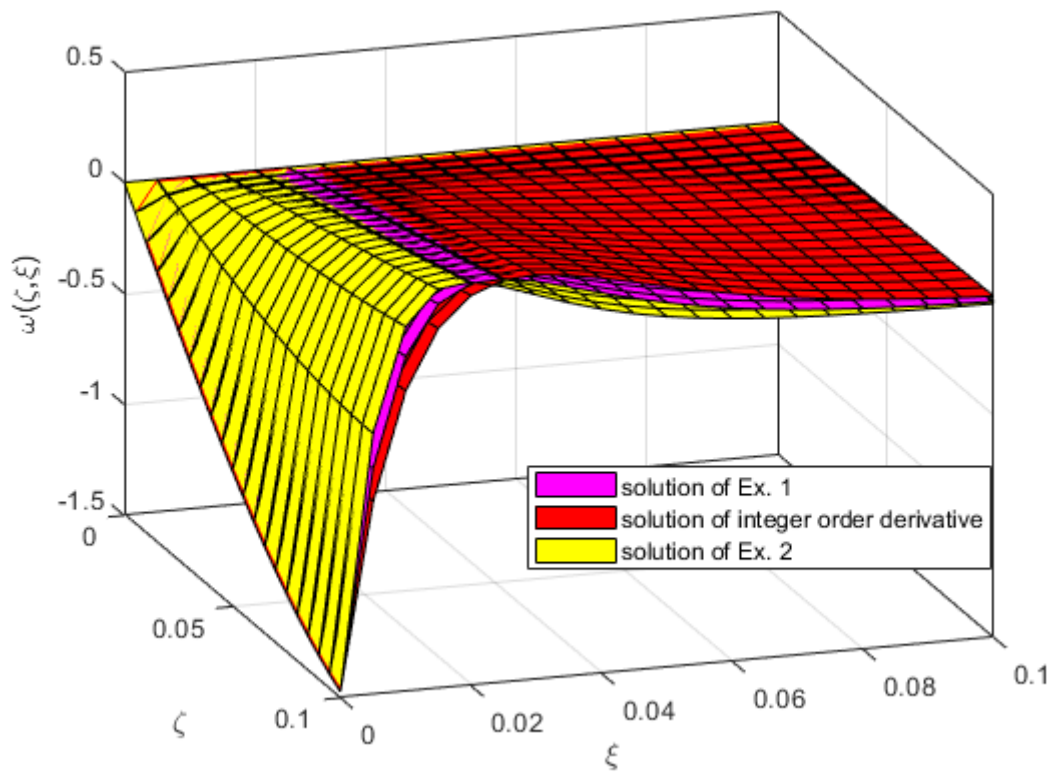


Figure 2. The 3D graphics of solutions for Ex. 1 and Ex. 2 for $\gamma = 1$ and $\alpha = 0.8$.

4. CONCLUSION

The current work focus on the solution of fractional diffusion problem in the sense of fractional proportional derivative in one dimension. The separation of variables method is implemented to construct the solution in the form of a Fourier series in terms of corresponding eigenfunctions.

The investigation of the solution implies that the diffusion of the matter declines with time. The decrement of α to 0 implies increment of decaying rate, implying that the diffusion rate of the matter is getting smaller as the α is getting closer to 0. As a future of the scope of the research, various diffusion processes in the sense of various fractional derivatives are solved to explore insights and predictions in the future.

REFERENCES

- [1] Baleanu, D., Fernandez, A., Akgül, A., On a Fractional Operator Combining Proportional and Classical Differintegrals, *Mathematics*, 8, 360, 2020.
- [2] Bisquert, J., Interpretation of a fractional diffusion equation with nonconserved probability density in terms of experimental systems with trapping or recombination, *Physical Review E*, 72, 011109, 2005.
- [3] Sene, N., Solutions of Fractional Diffusion Equations and Cattaneo-Hristov Diffusion Model, *International Journal of Analysis and Applications*, 17(2), 191-207, 2019.
- [4] Aguilar, J. F. G., Hernández, M. M., Space-Time Fractional Diffusion-Advection Equation with Caputo Derivative, *Abstract and Applied Analysis*, 2014, Article ID 283019, 2014.
- [5] Naber, M., Distributed order fractional sub-diffusion, *Fractals*, 12(1), 23-32, 2004.
- [6] Nadal, E., Abisset-Chavanne, E., Cueto, E., Chinesta, F. On the physical interpretation of fractional diffusion, *Comptes Rendus Mecanique*, 346, 581-589, 2018.
- [7] Zhang W., Yi, M., Sturm-Liouville problem and numerical method of fractional diffusion equation on fractals, *Advances in Difference Equations*, 2016, 217, 2016.
- [8] Cetinkaya, S., Demir, A., The Analytic Solution of Time-Space Fractional Diffusion Equation via New Inner Product with Weighted Function, *Communications in Mathematics and Applications*, 10(4), 865-873, 2019.
- [9] Cetinkaya, S., Demir, A., Kodal Sevindir, H., The analytic solution of initial boundary value problem including time-fractional diffusion equation, *Facta Universitatis Ser. Math. Inform*, 35(1), 243-252, 2020

- [10] Cetinkaya, S., Demir, A., Kodal Sevindir, H., The analytic solution of sequential space-time fractional diffusion equation including periodic boundary conditions, *Journal of Mathematical Analysis*, 11(1), 17-26, 2020
- [11] Cetinkaya, S., Demir, A., Kodal Sevindir, H., The Analytic Solution of Initial Periodic Boundary Value Problem Including Sequential Time Fractional Diffusion Equation, *Communications in Mathematics and Applications*, 11(1), 173-179, 2020.
- [12] Cetinkaya, S., Demir, A., Time Fractional Diffusion Equation with Periodic Boundary Conditions, *Konuralp Journal of Mathematics*, 8(2), 337-342, 2020.
- [13] Cetinkaya, S., Demir, A., Time Fractional Equation with Non-homogenous Dirichlet Boundary Conditions, *Sakarya University Journal of Science SAUJS*, 24(6), 1185-1190, 2020.
- [14] Cetinkaya, S., Demir, A., Diffusion Equation Including Local Fractional Derivative and Non-Homogenous Dirichlet Boundary Conditions, *Journal of Scientific Reports-A*, 45, 101-110, 2020.
- [15] Cetinkaya, S., Demir, A., Equation Including Local Fractional Derivative and Neumann Boundary Conditions, *Kocaeli Journal of Science and Engineering*, 3(2), 59-63, 2020.
- [16] Cetinkaya, S., Demir, A., Solution of hybrid time fractional diffusion problem via weighted inner product, *Journal of Applied Mathematics and Computational Mechanics*, 20(2), 17-27, 2021.
- [17] Cetinkaya, S., Demir, A., On Solutions of Hybrid Time Fractional Heat Problem, *Bulletin of the Institute of Mathematics Academia Sinica New Series*, 16(1), 49-62, 2021.
- [18] Cetinkaya, S., Demir, A., Kodal Sevindir, H., Solution of Space-Time-Fractional Problem by Shehu Variational Iteration Method, *Advances in Mathematical Physics*, Article ID 5528928, 2021.
- [19] Cetinkaya, S., Demir, A., Sequential time space fractional diffusion equation including nonhomogenous initial boundary conditions, *Tbilisi Mathematical Journal*, 14(2), 83-91, 2021.
- [20] Cetinkaya, S., Demir, A., Numerical Solutions of Nonlinear Fractional Differential Equations via Laplace Transform, *Facta Universitatis Ser. Math. Inform*, 36(2), 249-257, 2021.
- [21] Cetinkaya, S., Demir, A., Sequential Space Fractional Diffusion Equation's solutions via New Inner Product, *Asian-European Journal of Mathematics*, 14(7), 2021.

- [22] Kodal Sevindir, H., Cetinkaya, S., Demir, A., On Effects of a New Method for Fractional Initial Value Problems, *Advances in Mathematical Physics*, 2021, Article ID 7606442, 2021.
- [23] Cetinkaya, S., Demir, A., On the Solution of Bratu's Initial Value Problem in the Liouville-Caputo Sense by ARA Transform and Decomposition Method, *Comptes rendus de l'Academie bulgare des Sciences*, 74(12), 1729-1738, 2021.
- [24] Cetinkaya, S., Demir, A., Baleanu, D., Analysis of Fractional Fokker-Planck Equation with Caputo and Caputo-Fabrizio derivatives, *Annals of the University of Craiova, Mathematics and Computer Science Series*, 48(2), 2021.
- [25] Cetinkaya, S., Demir, A., Hybrid Fractional Diffusion Problem with Dirichlet Boundary Conditions, *Journal of Mathematical Extension*, 15(5), 2021.
- [26] Cetinkaya, S., Demir, A., Time fractional problem via inner product including weighted function, *J. BAUN Inst. Sci. Technol.*, 24(1), 91-99, 2022.
- [27] Cetinkaya, S., Demir, A., Solutions of Fuzzy Time Fractional Heat Equation, *Journal of Mathematical Extension*, 16(1), 1-17, 2022.
- [28] Cetinkaya, S., Demir, A., Diffusion Equation including a Local Fractional Derivative and Weighted Inner Product, *Journal of Applied Mathematics and Computational Mechanics*, 21(1), 19-27, 2022.
- [29] Cetinkaya, S., Bayrak, M.A., Demir, A., Baleanu, D., Solutions for The Fractional Mathematical Models of Diffusion Process, *Facta Universitatis Ser. Math. Inform.*, 37(1), 103-120, 2022.
- [30] Cetinkaya, S., Demir, A., Numerical Solutions of Nonlinear System of Fractional Differential Equations via A New Integral Transform, *TWMS Journal of Applied and Engineering Mathematics*, 12(3), 1061-1068, 2022.
- [31] Cetinkaya, S., Demir, A., Effects of the ARA transform method for time fractional problems, *Mathematica Moravica*, 26(2), 73-84, 2022.
- [32] Cetinkaya, S., Demir, A., On the Integral Transform Shehu for Nonlinear Fractional Problems, *Matematichki Bilten*, 46(1), 33-41, 2022.
- [33] Cetinkaya, S., Demir, On the solution of time fractional initial value problem by a new method with ARA transform, *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 44(2), 2693-2701, 2023.
- [34] Cetinkaya, S., Demir, Space-Time Fractional Heat Equation's Solutions with Fractional Inner Product, *TWMS Journal of Applied and Engineering Mathematics*, 13(2), 462-469, 2023.

- [35] Demir, A., Bayrak, M.A., Bulut, A. Özbilge, E., Cetinkaya, S., On new aspects of Chebyshev polynomials for space-time fractional diffusion process, Applied Mathematics and Nonlinear Sciences, 2023.
- [36] Cetinkaya, S. and Demir, On the Solution of Mathematical Model Including Space-Time Fractional Diffusion Equation in Conformable Derivative, Via Weighted Inner Product, Kocaeli Journal of Science and Engineering, 6(1), 1-6, 2023.
- [37] Akyol, M., Demir, A., Cetinkaya, S., *On The Solution of Mathematical Problem Including Sequential Time Fractional Wave Equation*, 4th International E-Conference on Mathematical Advances and Applications, May, 26-29, Istanbul, TURKEY.
- [38] Cetinkaya, S., Demir, A., *New Developments in Science and Mathematics*, Hiperyayın, Istanbul, 2022.

IOT TABANLI ÇOK AMAÇLI AKILLI ÇEVRE AYDINLATMASI

Dr. Öğr. Üyesi Ahmet ŞENPINAR

Fırat Üniversitesi , Teknik Bilimler MYO , Elektronik ve Otomasyon Bölümü , Elektronik
Teknolojisi Programı - 0000-0002-5887-3723

Elek. Elekt. Müh. Enes TÜVER

Fırat Üniversitesi , Ekobilisim Anabilim Dalı, Elektrik Elektronik Mühendisliği
– 0000-0002-5606-8907

ÖZET

Enerji kaynaklarının sınırlı olduğu dünyamızda ve ülkemizde; sanayileşmedeki artış, nüfus artışı, teknolojik gelişmeler ve çevresel tehditler enerji tüketiminde eş zamanlı bir artışa yol açması sebebiyle gün geçtikçe enerjinin verimli ve tasarruflu kullanımının önemi artmaktadır. Ülkelerin enerji tüketiminde en büyük paylardan birini çevre aydınlatması oluşturmakta ve devletler üzerinde ciddi maddi yükümlülükler oluşturmaktadır.

Söz konusu makalede devletler üzerinde büyük maddi yükümlülük oluşturan çevre aydınlatmasının çözümü için yaygın olarak kullanılan sodyum ve civa buharlı lambalar yerine led armatürlere dönüşümü üzerinde durulacak ve çevre aydınlatmasında kullanılacak akıllı direklerde bulunan akıllı sistemler sayesinde gündüz kapalı konumda kalan, gece ise trafik ve insan yoğunluğuna bağlı olarak ışık yoğunluğu ayarlanarak, kullanılan enerjiden yüksek verim ve tasarruf sağlanması amaçlanmaktadır. Ayrıca çok fonksiyonlu akıllı direklerde kullanılacak sensörler sayesinde çevre aydınlatması dışında armatürlerin uzaktan kontrolü ve izlenmesi, acil durumlarda merkezi birimlere uyarı mesajları gönderilmesi ve akıllı direklerin ağ sistemlerinden bağımsız olarak otonom çalışması sağlanarak, kullanıcılara olan bağımlılıkların azaltılması amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Led Armatür, Akıllı Direk, Sensörler

ABSTRACT

In our world and country where energy resources are limited, the importance of efficient use of energy is increasing day by day due to the increase in industrialization, population growth, technological developments and environmental threats, which lead to a simultaneous increase in energy consumption. Environmental lighting accounts for one of the largest shares in the energy consumption of countries and creates serious financial obligations on states. The article in question will focus on the transformation of environmental lighting, which is a major

financial liability for states, into led luminaires instead of sodium and mercury vapor lamps commonly used for solving environmental lighting, and thanks to intelligent systems on smart poles that will be used in environmental lighting, it is aimed to provide high efficiency and savings from the energy used by adjusting the light intensity depending on traffic and human density at night, which remains in a closed position during the day. In addition, it is aimed to reduce the dependencies on users by providing remote control and monitoring of luminaires other than environmental lighting, sending warning messages to central units in emergency situations and ensuring autonomous operation of smart poles independently of network systems thanks to sensors that will be used on multi-functional smart poles.

Keywords: Led Luminaire, Smart Mast, Sensors

1.GİRİŞ

Çevre aydınlatmasında kullanılan enerjinin tasarruf sağlanması için mevcut makalede sodyum ve civa buharlı armatürler yerine led armatürler kullanılması önerilmektedir. Ayrıca aydınlatmada kullanılan akıllı direklere sensörler eklenerek kullanılan elektrik tüketiminin en verimli hale getirilmesi sağlanmıştır.

Çevre aydınlatmasında kullanılan direklerin çok fazla sayıda olması sebebiyle arıza durumlarında tespit edilmesinin hem zaman alması hem de bakım masraflarına ihtiyaç duyması sebebiyle, arızaların uzaktan tespit edilmesi ve bu konuda mevcut kullanılan direklerde dönüşüm gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. Bu sorunların çözümü için tarafımızca arızaların uzaktan tespit edilmesi sağlayan sistemler önerilmiştir.

Haberleşme teknolojileri günümüz dünyasındaki teknolojik gelişmelere bağlı olarak en önemli konularından biri haline gelmiştir. Kablolü haberleşme sistemlerindeki bakım maliyeti ve zorluğu, insan müdahalesine çok fazla ihtiyaç duymasından dolayı son yıllarda kablosuz haberleşme sistemlerine dönüşümü zorunlu hale getirmiştir. Mevcut çalışmamızda aydınlatma sisteminde kullanılan haberleşme altyapıları tamamen kablosuz sistemler üzerinden yapılmaya çalışılarak bu sorunun çözüm alternatifleri üzerinde durulmuştur.

Yakın zamanlarda ülkemizde yaşadığımız sel felaketleri ve yangın felaketleri hem ülkemiz hem de dünyamız için ciddi maddi ve manevi kayıplara sebep olmaktadır. Dolayısıyla afetlerden önce erken uyarısı sistemiyle ilgili birimlerin uyarılması afetlerden yaşanan zararların minimum düzeye indirilmesini sağlayacaktır. Çalışmamızda bu sorunun çözümü için sel felaketinin yoğun olduğu yerlere belirli aralıklarla aydınlatma direklerinde su seviye dedektörleri kullanarak, yaşanabilecek sel felaketlerinde erkenden ilgili birimlerin uyarılması sağlanacaktır. Yangın ihtimalinin yüksek olduğu ve ulaşımın zor olduğu alanlarda bulunan aydınlatma direklerine sıcaklık sensörleri eklenerek, ilgili birimlerin yangına daha erken müdahale edilmesini ve canlıların yangın bölgelerinden tahliye edilmesini kolaylaştıracaktır.

Nesnelerin interneti günümüzün en önemli konularından biri haline gelmiştir. Hem makine-makine hem de insan makine arasındaki iletişimi yönünde yapılan bilimsel çalışmalarda ciddi artışlar gözlemlenmektedir. Yakın gelecekte tüm elektronik cihazların birbiriyle ve insanlarla olan iletişim standartları tahminlerin bile ötesine gideceği

görülmektedir. Söz konusu çalışmamızda akıllı direk sistemleri hem birbiriyle hem de çevresiyle bağlantı halinde olacak şekilde akıllı sistemlere dönüştürülmeye çalışılmıştır.

Toplumsal sorunların önemli bir kısmını güvenlik sorunları oluşturmaktadır. Devletler tarafından insanların güvenliği için ciddi çalışmalar yapılırsa da birçok konuda yetersiz kalmaktadırlar. Çalışmamızda bu konuda akıllı direklere çağrı butonları eklenerek, acil durumlarda ilgili birimlere mesaj gönderilmesi sağlanarak, insanların yerleşim yerlerinden çok uzakta bile olsalar emniyetli bir şekilde yaşamasını sağlayacaktır.

Makale konusunda Literatürde bilim adamlarının çalışmaları şu şekildedir:

Sikdar, P.L. ,Kumar, P. , Thakurta, G. tarafından hazırlanan çalışmada, ışığın güç tüketimini azaltmak için enerji tasarruflu bir sokak aydınlatma sistemi önerilmiştir. Enerji verimliliği, farklı aydınlatma sınıfları için bir güç aralığı ve iki sokak lambası arasındaki mesafe değiştirilerek elde edilir. Bu tür bir enerji verimliliği elde etmek için, sokak lambalarının montajı ile ilgili çeşitli altyapı parametreleri göz önünde bulundurulur. Sokak aydınlatma sisteminin enerji verimliliğini elde etmek için minimum güç gereksinimi eşiği belirlenir. Simülasyon sonucu, mevcut yaklaşıma göre enerji verimliliğinde bir gelişme olduğunu göstermektedir(1).

Kalaimathi,B. , Charumathi, V.S. , Prasanna, A. M. , Aishwarya, T.tarafından önerilen bu modelde, trafik yoğunluğuna dayalı olarak sokak ışıklarını otomatikleştiren, enerji açısından verimli bir güç üretim sistemi uygulanmıştır. Trafik yoğunluğu, belirli bir süre boyunca belirli bir alandan geçen araç sayısının bir ölçüsüdür. Bu bilgilere dayanarak, bu makale sokak aydınlatma sistemine akıllı bir yükseltme önermektedir (2). Özseven, T. , Sağlam, M. N. tarafından önerilen modelde, geleneksel aydınlatma sistemlerinin enerji verimliliği, arıza takibi ve uzaktan kumanda olmaması gibi birçok dezavantajı bulunmaktadır. Bu dezavantajlar gereksiz enerji tüketimine, fazladan işgücüne, güvenlik tehditlerine ve takip eksikliğine neden olmaktadır. Bu sorunları aşmak için bu çalışmada geleneksel aydınlatma yerine IoT tabanlı akıllı aydınlatma prototipi geliştirilmiş ve bilgisayar destekli kontrol yapılmıştır.(3)

2. LED ARMATÜRLERİN GELENEKSEL ARMATÜRLERLE KIYASLANMASI

LED'ler elektrik enerjisini ışığa dönüştürebilen yarı iletken bir devre elemanıdır. LED'in merkezinde yarı iletken malzemeden oluşan ve ışık yayan bir çip vardır. Bu çipin yaydığı noktasal ışık bir kılıf içine yerleştirilmiş yansıtıcı eleman sayesinde belirli bir bölgeye doğru yönlendirilebilir. LED'lerin katmanları arasında yer alan pn eklemelinin malzeme özelliklerinin değiştirilmesi ile LED'in renk özellikleri belirlenir. LED İngilizcede "Light Emitting Diode" kavramının baş harflerinin kullanımıyla meydana gelmiştir. Bu terim Türkçede "Işık Yayan Diyot" veya "Işıklı Diyot" şeklinde tercüme edilmiştir. Fakat ülkemizde LED terimi daha çok kullanılmaktadır. Şekil 2.1.'da LED lambaların yapısı verilmiştir. LED'ler ısı üretmediklerinden her çeşit ortamda güvenle kullanılabilir. LED lambalar akkor flamanlı lambalara oranla 16 kat daha az enerji harcarlar ve 25 kat daha fazla ömre sahiptirler [4]. LED'ler genellikle renkli ışık yayar ve beyaz ışık veya diğer ara renkleri üretmek için üç temel yöntemi izlerler [5].

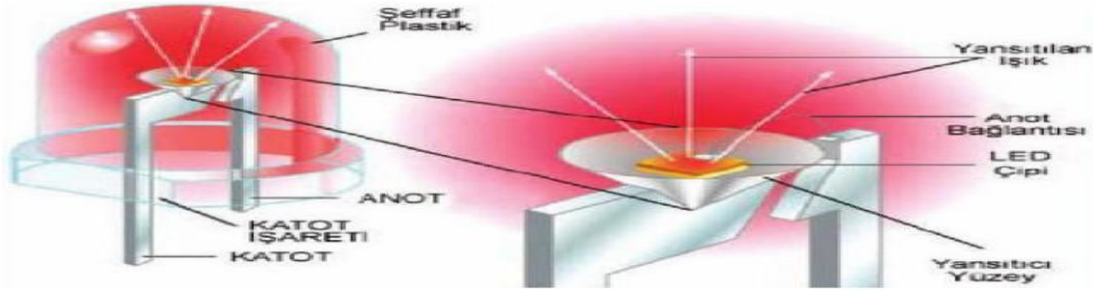
1. Görünür alanın (370-780 nm), kısa dalga boyu bölümünde ışık yayan bir diyotun fosfor ile kaplanmasıyla daha uzun dalga boyunda ışın elde edilir.
 2. Ultraviyole alanda ışık yayan bir diyotun radyasyonlarının fosfor ile kaplanmasıyla gözün görebileceği alanda ışık vermesi sağlanabilir.
 3. Beyaz ışığı oluşturabilmek için Mavi, Yeşil ve Kırmızı diyotlar bir arada kullanılmalıdır.
- Bu 3 yöntemin halen geliştirilmeye ihtiyacı vardır. Çünkü bu yöntemlerin olumlu yanları bulunduğu gibi olumsuz yanları da mevcuttur. RGB (Red, Green, Blue) yöntemine nazaran beyaz ışık elde etmek için kullanılan fosfor yöntemi daha yüksek verim ve renksel geriverim değeri sağlar. LED paketinden yayılan beyaz ışığın renk sıcaklığı, mavi olmadığı için LED armatürler halojen lambalar gibi birbirlerinin yerlerine doğrudan kullanılamazlar.

2.1. Led Aydınlatma Sistemlerinin Avantajları:

Diğer ışık kaynakları ile karşılaştırıldığında yüksek verimliliği sayesinde aynı ışık gücünü daha düşük enerji ile sağlayarak enerji tasarrufu sağlayabilmektedir. Renk skalasının geniş olması sonucunda farklı renkteki uygulamalara imkân vermektedir. Geleneksel aydınlatma sistemlerinin aksine bakım gerektirmeden uzun süre çalışma esnekliği sağlamaktadır. Tamamen doğal bir ışık kaynağı oluşu ile ışığında ısı taşımaz, UV yayılması sonucunda etki alanındaki cisimleri ışınlamaları ile yaşlandırmaması ile de diğer ürünlere zarar vermez. Halojen lambalara nazaran maksimum verime çok daha kısa zamanda ulaşır. LED aydınlatma sistemleri yapısında cıva içermediği için de çevre dostudur.

2.2. Led Aydınlatma Sistemlerinin Dezavantajları:

LED'lerin yüksek sıcaklıklara dayanımları azdır. Yüksek sıcaklıklarda ciddi enerji kaybederler bunun içinde soğutucu bir devre tasarımına ihtiyaç duyarlar. LED'ler doğrusal ışık kaynakları oldukları için lens veya mercek yardımı ile ışığın istenilen bölgeye yönlendirilmesinin sağlanması gerekmektedir. Tasarım sırasında bu LED yapısının doğru kurulmaması ışık kayıplarına veya gölgelenmelere neden olmaktadır. Ayrıca lenslerin kötü kalitede olmaları ısıdan ve ışıktan etkilenmesine ve zamanla ışık geçirgenliğinin azalmasına neden olmaktadır. Satın alma maliyetleri halojen aydınlatma ürünlerine göre şu an için 7 ile 10 kat arasında daha yüksektir. LED lambalar gerilim düşürücü bir devreye ihtiyaç duyarlar. Bu cihazlar genelde sabit bir akım kaynağıdır ve bunlarda aynı halojen lambalarda oldukları gibi çevreye elektromanyetik dalga yayarlar. LED lambalar tasarımı uygun yapılmamış bir gerilim dönüştürücü ile kullanılırlarsa ömürleri tahmin edilenden çok daha kısa olacaktır. LED aydınlatma elemanlarının standart güç ve boyutları olmadığı için led lambalar birbirlerinin yerine kullanılmazlar.



Şekil 2.1. Ledin iç yapısı

3. AKILLI AYDINLATMA

3.1. Akıllı Aydınlatmanın Faydaları Ve Önemi

Aydınlatma otomasyonunun sağladığı faydalar şu şekilde sıralanabilir:

Esneklik: Aydınlatma sisteminin kontrolü tek bir merkezden yapılabilmektedir. Farklı mahaller için farklı senaryolar aynı merkezden kontrol edilerek özellikle büyük kullanım alanına sahip çevre aydınlatmasında kullanım kolaylığı sağlanmış olur. Ayrıca akıllı aydınlatma sisteminde kullanılan direklere akıllı cihazlar entegre edilerek sistemden bağımsız olarak otonom çalışması sağlanır.

Verimlilik: Aydınlatma otomasyon sistemi sayesinde kullanım alanlarında en uygun aydınlatma yapılmaktadır. Bu da aydınlatmanın ayarlanmasındaki zaman kaybını engellemektedir. Aydınlatma seviyesinin otomasyon sistemi tarafından otomatik olarak ayarlanması işgücü verimini arttırmaktadır.

Estetik: Aydınlik seviyesinin değiştirilebilmesi sayesinde çevre aydınlatmasının istenen düzeyde ve istenen yerde gerekli düzenlemeler yapılmasına olanak sağlar.

Enerji Tasarrufu: Aydınlatma sisteminde kullanılan akıllı sistemler sayesinde kullanılan enerjiden maksimum düzeyde tasarruf sağlanmış oluruz. Tüketilen enerjinin gereksiz yere kullanılmasının önüne geçmiş oluruz.

3.2. Akıllı Aydınlatma Sisteminde Kullanılan Malzemeler Ve Uygulama Çalışması :

Akıllı Aydınlatma sistemi tasarlanırken sistemin kontrolü ve tasarımını yapmak için bulunması gereken özel ekipmanlar vardır:

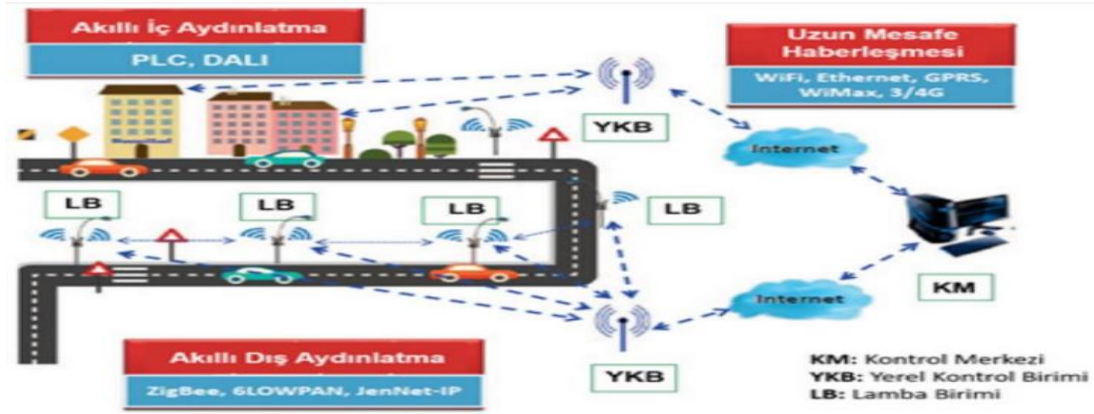
Yapılacak çalışmada kullanılacak malzemeler şunlardır: ESP 8266 Wi-Fi Modülü, Arduino kartı, 4.5G gsm modülü, 4.5G gsm ek aparatları, LDR sensörü, IR sensörü, akım-gerilim sensörü, sıvı seviye sensörü, sıcaklık sensörü, n- kanal mosfet transistör, gerilim regülatörü, harici bellek, firebase programı, led armatür, prototip direkler, baskılı devre kartı.

IoT tabanlı çok amaçlı akıllı çevre aydınlatması sisteminde: Akıllı direklerden 4.5G gsm modülü aracılığı ile tablet ya da telefona gelen verilerin firebase programı kullanılarak, uzaktan kayıtlarının takip edilmesi ve kontrolünün testleri yapılacaktır.

Matlab programı kullanılarak tüketilen enerji miktarının akıllı direklerin kullanılması ve kullanılmaması durumundaki verilere dayanarak grafiksel analizinin yapılması sağlanacaktır.

Akıllı direklerdeki verilerin belirli süreyle kayıtları yapılarak; akıllı direklerin yerel ağdan bağımsız olarak otonom çalışma testleri yapılacaktır. Ayrıca akıllı direklerin arıza ve acil durum mesajlarının ilgili birimlere aktarılması testleri yapılacaktır.

Şekil 3.1.'de akıllı şehir bağlamında bir AAS'nin ayrıntılı bir görünümünü vermektedir. Bir AAS'de, sistem mimarisinin üç temel bileşeni vardır:



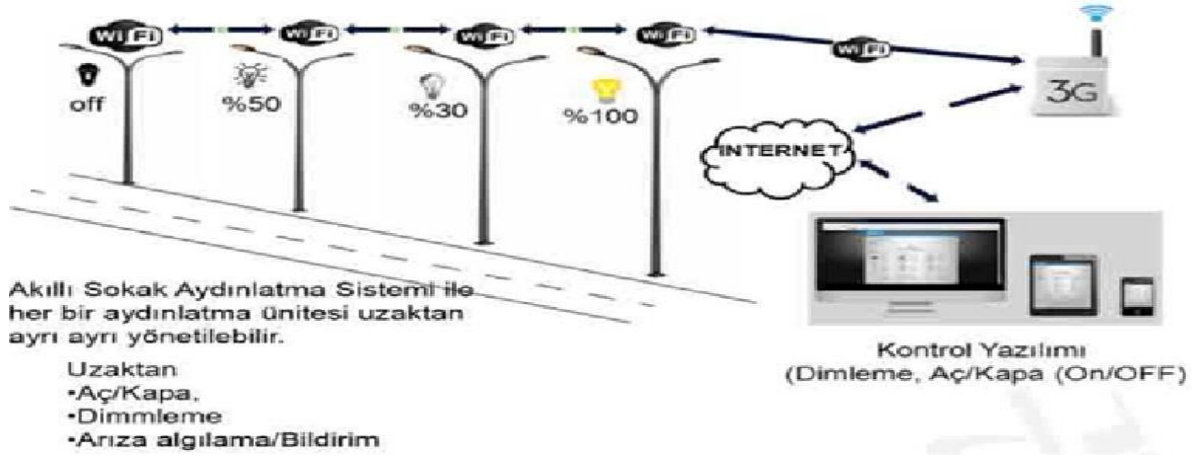
Şekil 3.1 Akıllı Şehir Ortamında Akıllı Aydınlatma Sistemlerine Genel Bakış [6].

4. NESNELERİN İNTERNETİ (INTERNET OF THINGS-IOT)

Günümüzde teknolojinin hızla gelişmesi ile birlikte eski tip manuel sistemlerin yerine otomatik sistemlerin kullanılması insan yaşamını daha da kolaylaştırmıştır. Buradaki sistemler yüksek teknolojiye sahip cihazlar olup bu cihazların çalışması da birbirlerinden bağımsızdır. Günümüzde adından sıklıkla bahsedilen nesnelere interneti (Internet of Things - IoT) teknolojisi sayesinde bu tür cihazlar birbirleri ile haberleşerek akıllı bir haberleşme sistemi oluşturmaktadırlar. Nesnelere interneti kavramı, kendi aralarında etkileşim ve iletişim yeteneğine sahip nesnelere sayesinde, akıllı cihazların birbirleri arasındaki akıllı bağlantısıdır. IoT; algılama, haberleşme, adreslenebilirlik ve veri işleme yeteneklerine sahip cihazların veya nesnelere oluşturmuş olduğu bir sistemdir. IoT ile beraber kablosuz iletişim teknolojisine uyumlu algılayıcı cihazlar kullanarak hem yaşadığımız çevredeki gelişmeleri izleyebilir hem de bu çevre hakkında bilgi toplayabiliriz [7].

5. IOT TABANLI ÇOK AMAÇLI AKILLI ÇEVRE AYDINLATMA SİSTEMİNİN ÇALIŞMA PRENSİBİ:

Söz konusu makalede sodyum ve civa buharlı çevre aydınlatma armatürleri yerine led armatürler kullanılacaktır. Kullanılan direkler prototip büyüklükte 10 adet kullanılacaktır. LDR sensörleri kullanılarak ışık yoğunluğu belli bir değerin altına inince otomatik olarak led armatürlerin %50 kapasitede yanması sağlanacaktır. Gündüzleri ışık yoğunluğu yüksek olduğunda led armatürler kapalı konumda kalacaktır. Akıllı direklerde kullanılacak PIR sensörler sayesinde herhangi bir canlı hareketi algılanınca led armatürlerin %100 kapasitede yanması sağlanacaktır. Led armatürlerdeki karartma işlemi n-tipi kanal mosfetler aracılığı ile yapılacaktır. Aydınlatma direklerin hangi zaman aralığında karartma yapılmasının tespiti için akıllı direklerde RTC (gerçek zamanlı saat) kullanılarak belli bir programa göre karartma işleminin uygulanması sağlanmış oluruz. Sistemin beyni yerine geçen arduino kartıyla zaman programlanması yapılmasına rağmen, arduino kartındaki güç kesinti ve reset gibi durumlarda zaman bilgisinde sapmalar meydana geldiğinden RTC kullanılarak bu sapmaların önüne geçeriz. Arduino kartı kullanılarak RTC entegresine hafıza kaydı yaparak led armatürlerin karartmasında kullanılan saat ve tarihlerin belirlenmesi sağlanmış oluruz. RTC entegresi içine gelen verileri kayıt ederek daha sonra her çağrıldığında pili çıkarılmadığı sürece zaman bilgisine ulaşmış oluruz. Akım-gerilim sensörü kullanılarak; led armatürlerin tükettiği enerji miktarının ölçülmesinde, led panellerdeki arıza durumunda kontrol birimlerine mesaj gönderilmesinde, sistemden fazla akım çekildiğinde veya gerilim dalgalanmaları gibi durumlarda sistemin otomatik kapanması sağlanacaktır. Prototip akıllı direkte sadece 1 adet direğe sıcaklık sensörü ilave edilerek uygulama aşamasında yangın durumu simule edilerek ilgili herhangi bir birime mesaj gönderilmesi test edilecektir. Ayrıca 1 adet direğe de sıvı seviye sensörü kullanılarak sel durumu simule edilecek ve ilgili herhangi bir birime mesaj gönderilmesi sağlanacaktır. Akıllı direklerde kullanılan bütün elektronik elemanların kontrol birimi olarak arduino kartı kullanılacaktır. Arduino kartı kullanılarak sensörlerden gelen verilere göre led armatürün karartma işlemi kontrol edilecektir. Arduino kartı üzerinde bulunan mikroişlemci beyin vazifesi görür, arduino içinde bulunan bootloader ise arduinia kartıyla bağlantılı cihazların kişilik tanımlamasını yapmaktadır. Bootloader arduino kartına bağlı donanımların programlanmasının yapılması için seri port kullanarak yükleme işleminin yapılmasına aracılık eder. Bootloader Arduinio IDE yayılımından kod yüklemesi sağlamaktadır. Arduino kartı (5V) usb portuyla bilgisayardan kolay bir şekilde çalıştırılabileceği gibi (7-12V) adaptör girişi ya da piller kullanılarak çalıştırılabilir. Akıllı direklerin her birinde ESP 8266 wi-fi modülü kullanılacaktır. ESP 8266 kartın programlanması arduino IDE programı üzerinden yapılacaktır. ESP 8266 kartın ESP NOW özelliği kullanarak akıllı direklerin herhangi bir ağa ihtiyaç duymadan 2 yönlü iletişimi sağlanacaktır. Bu iletişim için her bir ESP 8266 kartına MAC adresi tanımlıyoruz. ESP 8266 kartları arasında MQTT haberleşme protokolü kullanılacaktır. Arduino kartının pin dağılımına uygun GSM Modülü eklenerek, 4.5G üzerinden acil durum mesajları gönderilmesi sağlanacaktır. Ayrıca çok uzak mesafelerden 4.5G üzerinden telefon, tablet kullanılarak arduino kartların ara yüzlerine firebase programı kullanılarak girilerek, arduino kartlarının uzaktan manuel olarak kontrol edilmesi ve izlenmesi sağlanacaktır.



Şekil 5.1 Sokak aydınlatmasına akıllı direklerin entegrasyonu [8].

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Sodyum ve civa buharlı armatürler yerine led armatürler kullanılarak: Enerji tasarrufu sağlanmasına, bakım maliyetlerinin azalmasına, CO2 emisyonlarının azalması sağlanarak hem ülke ekonomisine katkı sağlanacak hem de uluslararası alanda çevrenin korunması sağlanacaktır.

Çevre aydınlatmasındaki led armatürlerin, akıllı sistemler sayesinde aydınlatma seviyesi ayarlanarak; ülkeler üzerinde kamu harcamalarının başında gelen çevre aydınlatmasında kullanılan enerjiden tasarruf edilmesi sağlanacaktır.

Akıllı aydınlatmada insan ve araçların yoğunluğu bağlı olarak aydınlık seviyesi ayarlandığı için, insanlar için güvenlik sorunlarının önüne geçmiş olacağız.

Aydınlatma armatürlerinde herhangi bir arıza durumunda, uzaktan arıza mesajı kontrol birimlerine gönderilerek, bakım ve işletme kolaylığı sağlayacaktır.

Akıllı direklerin yönetim birimlerinden bağımsız olarak otonom çalışma modunda çalışması sağlanarak, akıllı direklerin IoT altyapısını kullanarak birbiriyle iletişime geçmesini, belirli aralıklarla alınan canlı yoğunluğuna göre karatma miktarının otomatik belirlenmesi sağlanarak, sistemlerden tam bağımsız olarak çalışmasıyla işletme kolaylığı sağlanmış olacaktır.

Ülkemizde çok fazla etkisi olan yangın ve su baskını gibi doğal afetlerden en az zararla etkilenmemiz için; gerekli görülen yerdeki akıllı direklere su seviye ve sıcaklık dedektörleri eklenerek, doğal afetlerden önce ilgili birimlerin telefonuna mesaj uyarısı gönderilmesi sağlanacaktır.

Akıllı direklere belirli aralıklarla konulacak ikaz butonları sayesinde; herhangi bir acil durumda emniyet, itfaiye, hastane vb. birimlere mesaj olarak anlık bilgi aktarımı sağlanarak, toplumsal problemlere en kısa sürede ulaşılmasına katkı sağlanacaktır.

7. KAYNAKLAR

- [1]. Sikdar, P.L. , Kumar, P. , Thakurta, G. (2020). "An Enhanced Energy-efficiency Street Lighting System," *2020 7th International Conference on Signal Processing and Integrated Networks (SPIN)* , Noida, Hindistan, 2020, s. 372-376, doi: 10.1109/SPIN48934.2020.9071207.
- [2]. Kalaimathi, B. , Charumathi, V.S. , Prasanna, A. M. , Aishwarya, T. (2021) "Efficient Power Generation to Automated Street Lights based on Traffic Density," *2021 5th International Conference on Computing Methodologies and Communication (ICCMC)*, Erode, India, 2021, s. 1006-1010, doi: 10.1109/ICCMC51019.2021.9418389.
- [3]. Özseven, T. , Sağlam, M. N. (2021). IoT Based Street Lighting and Computer Aided Control . *Türk Doğa ve Fen Dergisi* , 10 (2) , s.265-274 . DOI: 10.46810/tdfd.997116
- [4]. Özer, Ş. (2019). Harici Aydınlatma Sistemlerinde Kullanılan Aydınlatma Elemanlarının Ürettiği Harmoniklerin Analizi. Yüksek Lisans Tezi. Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi.
- [5]. Demir, Y. (2020). Yol Aydınlatmasında Kullanılan Lambaların Karşılaştırılmalı Analizi. Yüksek Lisans Tezi. Bitlis Eren Üniversitesi.
- [6]. Aydınlatma Yönetimi. (2017, Temmuz 1). legrand: <http://www.legrand.com.tr/urunler-ve-sistemler/aydinlatma-yonetimi-ve-emniyet-aydinlatma-sistemleri/aydinlatma-yonetim>
- [7]. Ercan, T. , Kutay, M. (2016). Endüstride nesnelere interneti (IoT) uygulamaları. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 16, 599-607.
- [8]. Perdahçı, C. , Ünal, Z. , Bıkmaz, B. (2019). X. Ulusal Aydınlatma Sempozyumu, İzmir, Türkiye, 16 - 17 Ekim 2019, cilt.1, ss.83-88

0.3 KALİBRE PARÇACIK BENZETMELİ MERMİ İLE 7,62x51 MM MÜHİMMATIN PENETRASYON DAVRANIŞLARININ KARŞILAŞTIRILMASI İNCELENMESİ

Şükrü Berkan ŞAHİN

Erciyes Üniversitesi Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi Uçak Mühendisliği Bölümü, -
0009-0004-8371-315X

Doç. Dr., Murat AYDIN

Erciyes Üniversitesi Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi Uçak Mühendisliği Bölümü,–
0000-0003-3713-3029

ÖZET

Günümüzde geçmişte olduğu gibi zırh sistemlerinde yeni gelişmelere ve tasarımlara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu ihtiyaçların karşılanması için farklı koruyucu malzemeler ve farklı kalibre mermilerin ile yapılan testler mevcuttur. Balistik performans değerlendirmesinde, gerçek askeri mühimmatlar ile MIL-DTL-46593B standardı ile tanımlanan parçacık benzetimli mermilerin tahrip gücü kıyaslanması önem arz etmekte olup bu çalışma ile 7.62x51 mm kalibre mermi ile 0.30 kalibre parçacık benzetimli mermilerin ultra yüksek sertliğe sahip ArmoX 600T hedef plakası üzerinde oluşturacağı penetrasyon etkileri sayısal olarak incelenmiştir. Sayısal çalışmalar sonlu elemanlar metodu yazılımı olan ANSYS 2023 R1 Ls-Dyna programı ile gerçekleştirilmiştir. 7.62x51 mm kalibre mermi ve 0.30 kalibre parçacık benzetimli merminin ArmoX 600T hedef çelik malzeme elasto-plastik malzeme davranışının modellenmesi için Johnson-Cook modeli kullanılmıştır. 7.62x51 mm kalibre mermi ve 0.30 kalibre parçacık benzetimli mermi sırasıyla 800 m/s , 900 m/s ve 1000 m/s hızla hedef plaka ArmoX 600T'ye çarptırılmıştır. Yapılan çalışmada kullanılan mermi özellikleri 4340 çeliğine ait olması balistik performans testlerde mermi geometrilerinin plaka üzerinde oluşturduğu penetrasyon derinliği ve hasar mekanizmaları incelenmiştir. Aynı zamanda literatürde balistik performans test araştırması fazla yapılmamış olan ArmoX 600T çeliğinin de elasto-plastik davranışının incelenmesi önemli bir araştırma olmuştur. Yapılan sayısal analizler; STANAG 4569 standardı 3. Seviyede koruma sağladığı gözlemlenmiştir. Kullanılan 2 farklı kalibre ve geometriye sahip mermilerin ise hedef plaka üzerinde etkileri farklı boyutlarda olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Hedef balistiği; Sonlu elemanlar yöntemi, 7.62x51 mm kalibre mermi; 0.30 kalibre parçacık benzetimli mermi (FSP)

1. GİRİŞ

Silah sistemlerinin geliştirilmesi kadar savunma sistemlerinin de geliştirilmesi oldukça önem arz etmektedir. Geçmişte olduğu gibi günümüzde de ülkelerinin gelişmişlik seviyelerini artırmaları için silah sistemleri ve savunma sistemleri rol oynamaktadır. Savunma sistemlerinin geliştirilmesi yaşayan bir süreçtir. Bu konuyla ilgili AR-GE çalışmaları devam etmektedir. Gelişen sistemlerle ve dünyadaki gelişmelerle eş zamanlı olarak sistemlerini geliştirilmesi gerekmektedir. Bu sayede dünya üzerinde bölgesel güç ve küresel güç olmak yolunda adımlar atılabilir. Tarih boyunca da birçok ülkenin yıkılması ve dağılmasında silah sistemleri ve savunma sistemleri çok büyük rol oynamıştır.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

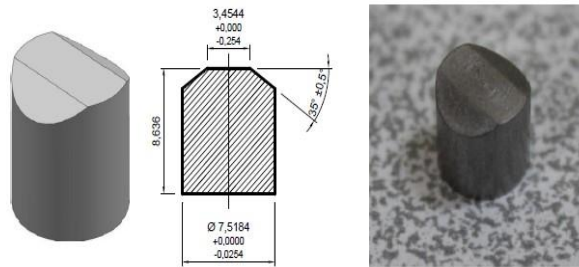
2.1. Sonlu Elemanlar Metodu Ve Yöntemi

Sonlu elemanlar yöntemi ya da sonlu elemanlar metodu (FEM), mühendislik ve matematiksel modellerde sıklıkla kullanılan bir sayısal analiz yöntemidir. FEM, özellikle yapı statiği, ısı aktarımı, akışkanlar mekaniği, kütle aktarımı ve elektrik potansiyeli problemlerinde kullanılır; yöntem, özellikle iki veya üç boyutlu kısmi diferansiyel denklemleri ve sınır değer problemlerinin çözümünde uygulanır [1].

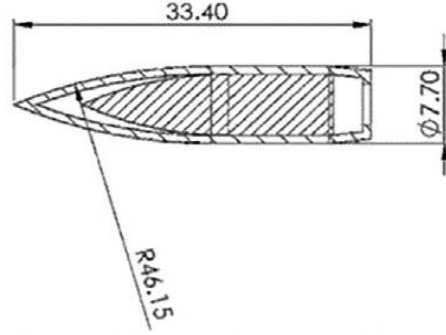
FEM, esasta geniş bir sistemi sonlu eleman adı verilen daha küçük bileşenlere ayırır: bu, denklemin çözüldüğü uzayın ayrıklaştırılarak küçük bölgelere bölünmesi ile gerçekleştirilir. Sınır değer probleminin bu formülasyonu sonucu bir cebirsel denklem sistemi elde edilir. Sonuçlar temel fonksiyonlar (basic function) cinsinden elde edilir: diğer bir deyişle bu fonksiyonlar kullanılarak asıl çözümü yapılır [1,2].

2.2. Kullanılan Mermiler

0.3 mm kalibre parçacık benzetmeli mermi ve 7,62x51 mm mermisinin STANAG ve MIL-DTL standartları da bulunmaktadır. Yapılan testlerde, hedeflerin balistik performansını oluşturmak için STANAG 2920 (NATO STANAG 2920, 2003) ve MIL-DTL-46593B (MR) (MIL-DTL-46593B, 2008) standartlarına göre tanımlanmış 0.30 kalibre FSP (Fragment Simulating Projectiles-Parçacık Benzetimli Mermiler) mermi ve 7,62x51 mm mermisi kullanılmıştır. mermilerin malzemesi 4340H çeliğidir. [3,4].



Görsel 1. 0.3 kalibre benzetmeli mermi boyutları



Görsel 2. 7,62x51 mm mermi boyutları

2.3. Armox 600T Plaka Ve Mermilerin Modellenmesi

Yapılan çalışma kapsamında kullanılan tüm teorik modeller Ansys 2023 R1 versiyon Ls-Dyna sonlu elemanlar programı ile oluşturulmuştur. Oluşturulan sayısal modelde Lagrangian sonlu elemanlar formülasyonu kullanılmıştır. Program açıldıktan sonra analiz modülü Expilicite Dynamics modülü yardımıyla işlem başlatılır. Daha sonra modülde mermi ve hedefin malzeme özellik verilerini girmek amacıyla Engineering Data sekmesi açılır. Engineering Data, programında bazı malzemelerin kendi özellikleri olsa da seçtiğimiz Jonhson-Cook parametre verileri bulunmamaktadır. Seçmiş olduğumuz Armox 600T, 7.62x51 mm kalibre mermi ve 0.30 kalibre parçacık benzetimli mermilerin malzeme dataları ve Jonhson-Cook parametre verileri manuel olarak girilerek malzeme özellikleri tamamlanır. Armox 600T, 7.62x51 mm kalibre mermi ve 0.30 mm kalibre parçacık benzetimli mermilerin veri girişi tamamlandıktan sonra analizde sınır şartı olarak hedef model dairesel bir biçimde tasarlandığından dış çemberden sabitlenir. Hedef model sabitlendikten sonra çarpışma hızı değeri girilir. Mermi ve yüksek sıcaklıklara hedef için analiz ayarları bölümünde çarpışmaya ait veriler girilir. Solution modülü altında istenilen analiz sonuçları seçilerek solve komutu ile çözüm başlatılır. Armox 600T için elde edilen JC yapısal modelindeki parametreler aşağıda verilmiştir [5].

Çizelge 1. Armox 600T Johnson & Cook parametreleri.

Parametreler	Değerler
A/GPa	1.58
B/Gpa	0.958
n	0.175
C	0.00877
m	0.712
R	0.893

Sayısal çalışmalarda, mermi çekirdeği malzemesi 0.3 kalibre benzetmeli mermi ve 7.62x51 mm mermi için 4340 çeliği kullanılmış olup, özellikleri aşağıdaki tablolarda sunulmuştur [5,6].

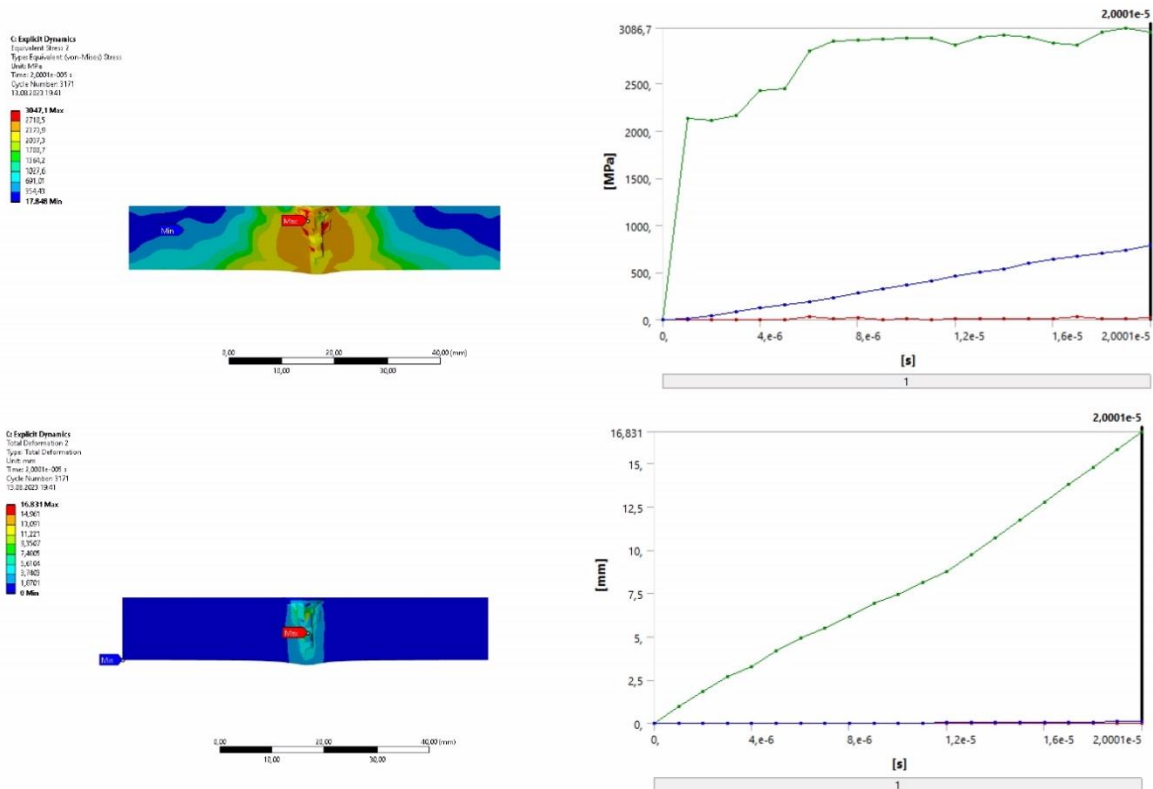
Çizelge 2. SAE AISI 4340 Çelik Johnson-Cook Parametreleri.

Başlangıç Akma Gerilmesi	Sertleşme Sabiti	Sertleşme Üsteli	Gerilme Oranı Sabiti	Termal Yumuşama Üsteli	Ergime Sıcaklığı	Referans Gerilme Oranı
7.92e+008 Pa	5.1e+008 Pa	0.26	1.4e-002	1.03	1519.8 °C	1s ⁻¹

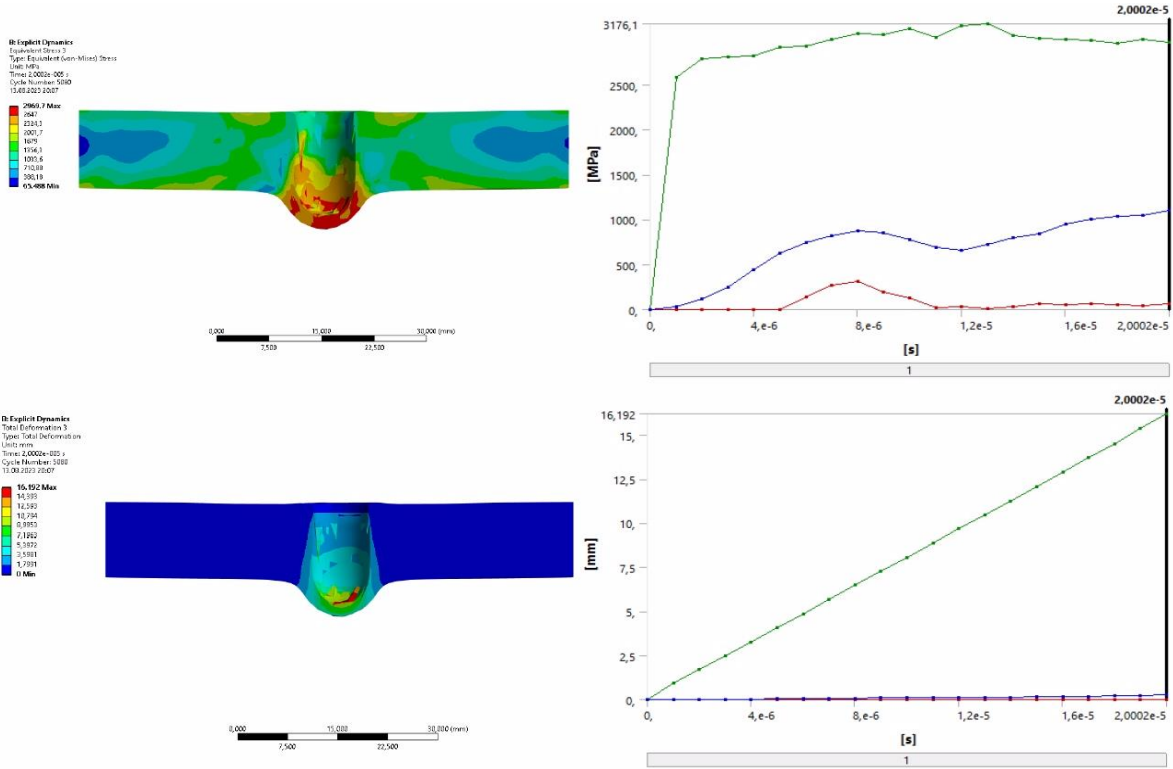
3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Bu kısımda sırasıyla 0.3 kalibre parçacıklı benzetmeli mermi ve 7.62x51 mm mermi Armox 600T olan çarpışma analizi verileri 800 m/s, 900 m/s ve 1000 m/s hızlarla gerçekleştirilecektir.

İlk olarak yapılan incelemede 0.3 kalibre benzetmeli mermi ve 7.62x51 mm mermi için 800 m/s hızla denemeler yapılmıştır.

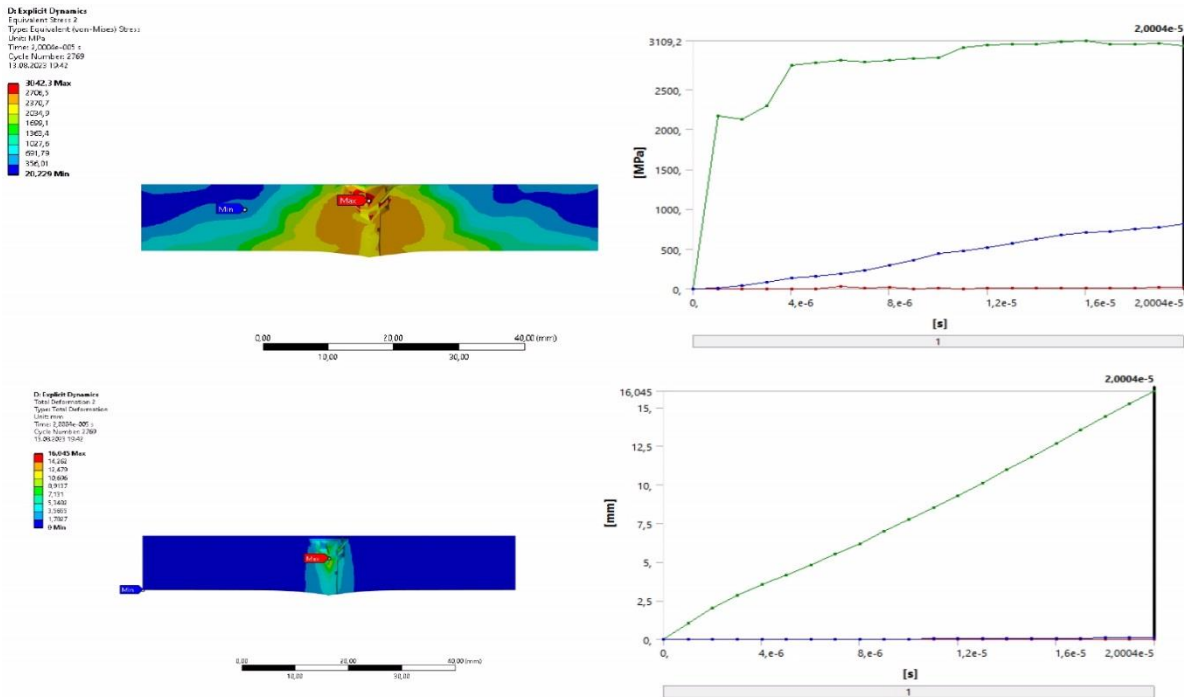


Görsel 3. 7,62x51 mm merminin 800 m/s hızda oluşturduğu toplam deformasyonu ve gerilme zaman grafiği

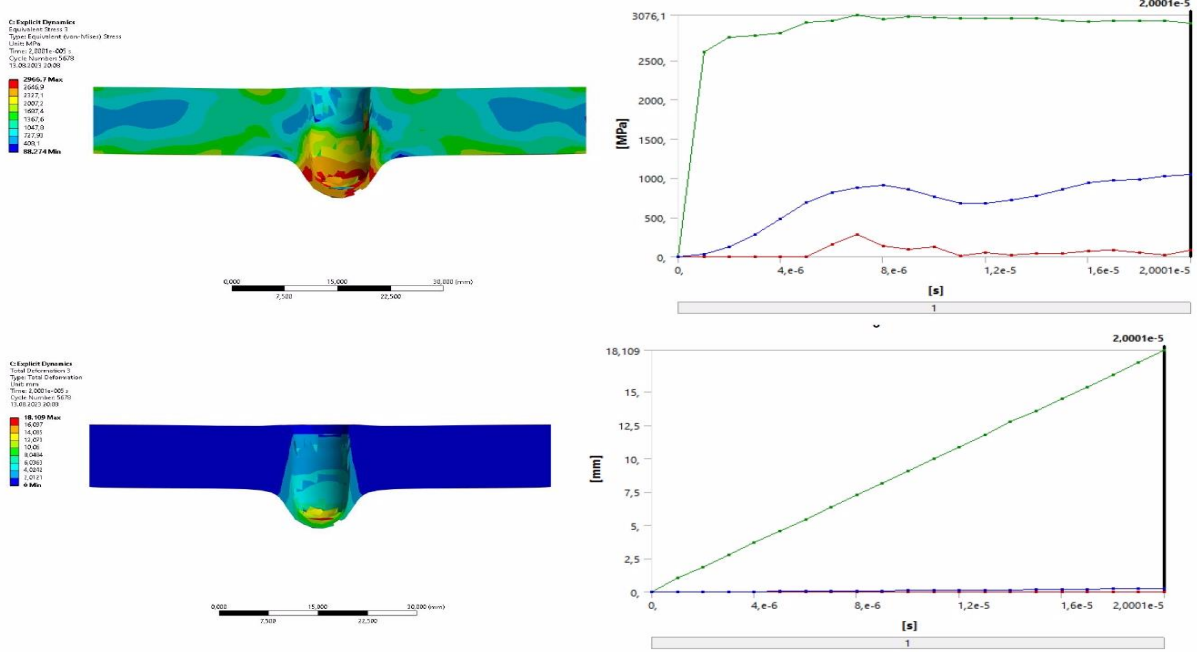


Görsel 4. 0.3 kalibre benzetmeli merminin 800 m/s hızda oluşturduğu toplam deformasyonu ve gerilme zaman grafiği

İkinci olarak yapılan incelemede 0.3 kalibre benzetmeli mermi ve 7.62x51 mm mermi için 900 m/s hızla denemeler yapılmıştır.

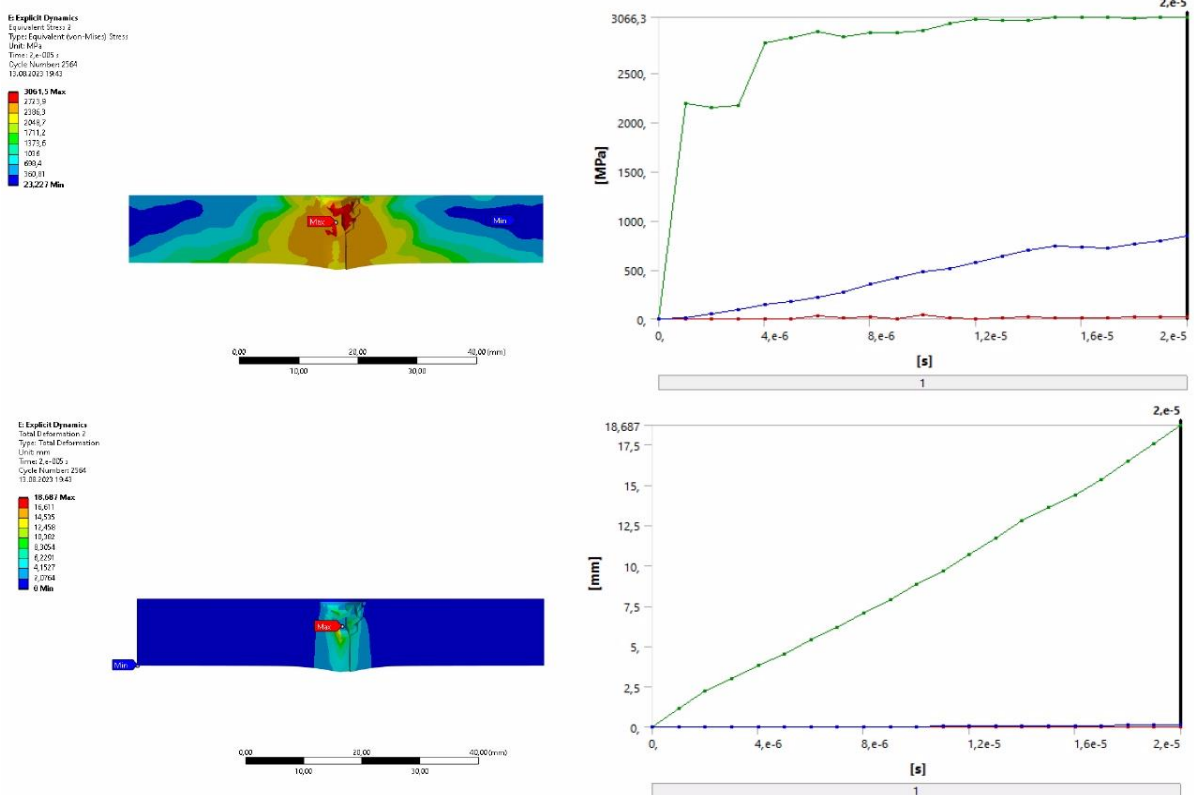


Görsel 5. 7,62x51 mm merminin 900 m/s hızda oluşturduğu toplam deformasyonu ve gerilme zaman grafiği

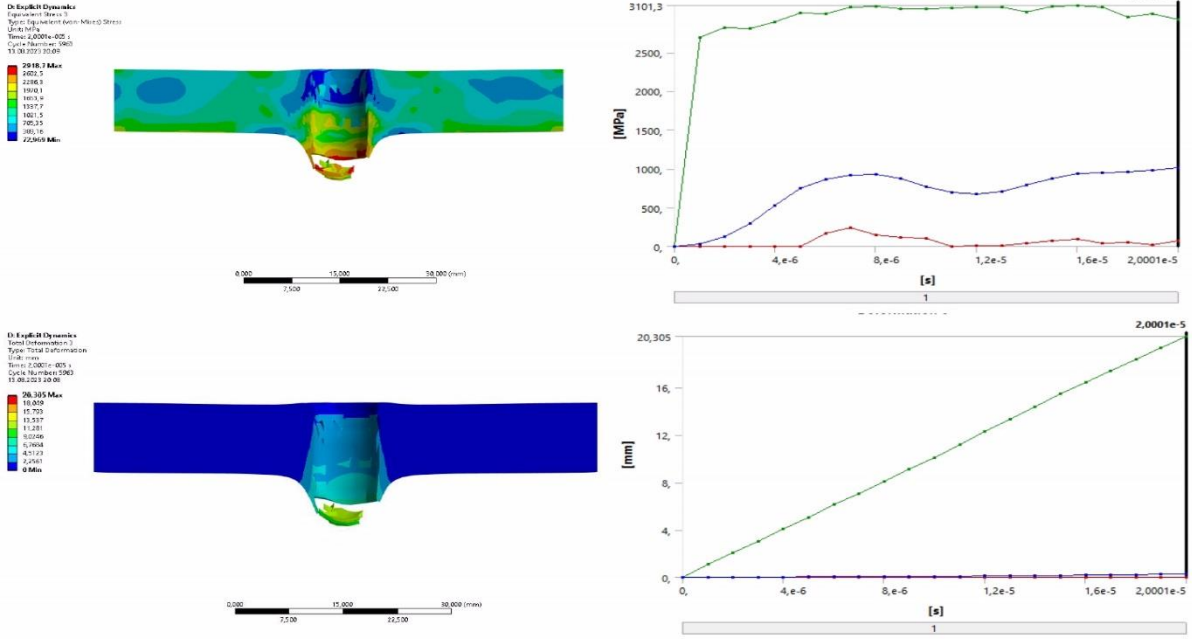


Görsel 6. 0.3 kalibre benzetmeli merminin 900 m/s hızda oluşturduğu toplam deformasyonu ve gerilme zaman grafiği

Son olarak yapılan incelemede 0.3 kalibre benzetmeli mermi ve 7.62x51 mm mermi için 1000 m/s hızla denemeler yapılmıştır.



Görsel 7. 7.62x51 mm merminin 1000 m/s hızda oluşturduğu toplam deformasyonu ve gerilme zaman grafiği



Görsel 8. 0.3 kalibre benzetmeli merminin 1000 m/s hızda oluşturduğu toplam deformasyonu ve gerilme zaman grafiği

Armox 600T zırh çeliği 7,62x51 mm mermi ve 0.3 kalibre benzetmeli mermiye karşı balistik olarak test edilmiştir. En kötü durum senaryosunu gözlemlemek için testler farklı hızlarda gerçekleştirilmiştir. Armox 600T'nin kırılma modlarını ortaya çıkarmayı hedefleyen ayrıntılı mikroyapı gözlemi hasarlı ve hasarsız bölgeler için yapılmıştır. Aşağıdaki sonuç çıkarılabilir.

Yapılan analizler sonucunda görüldüğü üzere farklı geometrili mermilerin hedef plaka üzerinde etkisi farklı olmuştur. Tasarlanması planlanan mermiler için bu konuya dikkat edilmesi merminin penetrasyon etkisini artıracaktır.

Aynı zamanda ultra yüksek sertliğe sahip Armox 600T STANAG 4569 standardı 3. Seviyede koruma sağladığı gözlemlenmiştir. Armox 600T plakası havacılık için özellikle hava savunma sistemlerinde kullanımı önemli olacaktır. Malzeme ağırlığının hafifletilmesi durumunda da uçan platformlarda kullanılması çok faydalı olacaktır.

KAYNAKÇA

- [1] Zienkiewicz, Olek C.; Taylor, Robert L.; Zhu, J. Z. The finite element method: Its basis and Fundamentals, 2013.
- [2] Jin, Jian-Ming . The Finite element method in electromagnetics, 2014
- [3] Recep GÜNEŞ , Junuthula N. Reddy , Murat AYDIN , Kemal ARSLAN. Fonksiyonel Kademelendirilmiş Sandviç Plakaların Balistik Darbe Etkisi Altında Lineer Olmayan Mekanik Analizleri, 2015.
- [4] Zukas, J.A., High Velocity Impact Dynamics, John Wiley & Sons Inc., Chichester.,1990.
- [5] Martin Nilsson, Constitutive Model For Armox 500T and Armox 600T At Low and Medium Strain Rates, 2003.
- [6] İbrahim Uzun , Serhat Sözeri , Selen Salihoğulları, Dilek Durak , Zühtü Onur Pehlivanlı,. Alüminyum Al 7075-T6 için Balistik Davranışın Sayısal Analizi, 2022.

EVALUATING THE KAHRAMANMARAS EARTHQUAKE OF FEBRUARY 6 2023 IN TURKEY BASED ON NEW GENERATION ATTENUATION GROUND MOTION (NGA) MODELS

Asst. Prof. Dr. Adnan KIRAL

Recep Tayyip Erdogan University, The Faculty of Engineering and Architecture
- ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4534-3686>

Asst. Prof. Dr. Zeliha TONYALI

Recep Tayyip Erdogan University, The Faculty of Engineering and Architecture
- ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6637-7949>

ABSTRACT

The study briefly describes the February 6, 2023 Kahramanmaras-Turkiye earthquake region's past and current seismotectonic characteristics and use several New Generation Attenuation (NGA) equations to discuss some big ground motion records that occurred on February 6, 2023. Over 500 different worldwide NGA equations in the literature are reviewed. Only seven of them are selected due to the lack of earthquake data obtained from the AFAD (The Disaster and Emergency Management Presidency of Turkey). The available data are epicentral distance, moment magnitude, focal depth and $V_{s,30}$. The results showed that the most of records did not fit the NGAs and interestingly did not decrease as the epicentre increase. Such figure is not expected because the Peak Ground Acceleration (PGA) is expected to drop as the recording station is further from the fault plane. This study aims to discuss some possible reasons of why the records did not fit the NGA equations and briefly discuss the earthquake region.

Keywords: 6 February 2023 Kahramanmaras-Turkiye earthquakes; New Generation Attenuation (NGA) equations; Seismotectonic characteristics of the region

INTRODUCTION

The Mw 7.7 and 7.6 Kahramanmaras Earthquakes struck South-Eastern (SE) Turkiye on 6th February, 2023 and these were larger and more destructive than what had been expected for the tectonic setting on East Anatolian Fault (EAF) zone. These major earthquakes occurred consecutively at local times of 4:17 and 13:14 on the same day, and the epicenters of those were Pazarcik and Elbistan districts of Kahramanmaras province. The first earthquake occurred on a secondary fault, the transfer of stress from which triggered around 300km northeast-southwest rupture of the EAF zone as shown in **Figure 1**. The second major earthquake, approximately nine hours later, occurred on the Sürgü Çardak fault in around 100km northeast of the epicentre

of the first quake. In the region, several significant aftershocks were recorded at many stations operated by AFAD and the sequence of mainshocks and aftershocks are recognized as the Kahramanmaras Earthquake Sequence. These quakes caused major impacts on superstructures and infrastructure throughout SE Turkiye and North-Western (NW) Syria. **Table 1** shows the five largest magnitudes and the local coordinates of the epicenter of these main earthquakes.

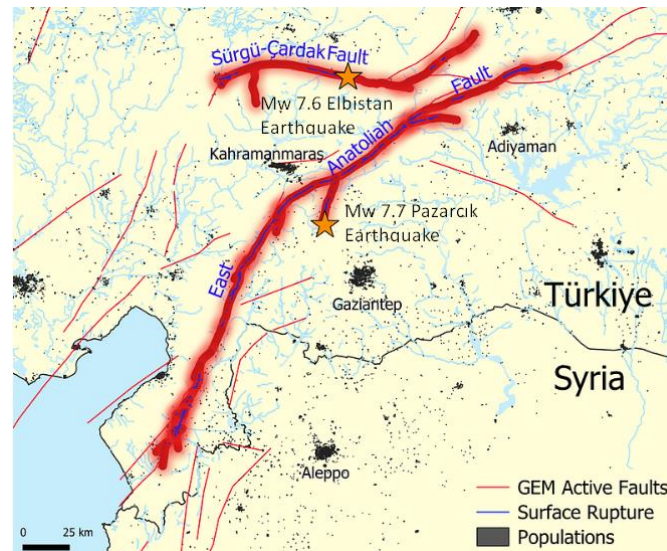


Figure 1. The location of the epicenters of the February 6 earthquakes in Turkey on the EAF zone

Table 1. Important data for the largest magnitude of Kahramanmaras Earthquake [1].

Earthquake ID	Date (m/d/y hour)	City	District	Lat. [°]	Long. [°]	M _w	Depth [km]	Mechanism
543428	02/06/2023 04:17	Kahramanmaras	Pazarcik	37.288	37.043	7.7	8.60	Strike-slip
543431	02/06/2023 04:28	Gaziantep	Nurdagi	37.304	36.920	6.6	6.20	Strike-slip
543430	02/06/2023 04:36	Gaziantep	Islahiye	37.128	36.639	5.7	11.19	Strike-slip
543593	02/06/2023 13:24	Kahramanmaras	Elbistan	38.089	37.239	7.6	7.00	Strike-slip
551067	02/20/2023 20:04	Hatay	Yayladagi	36.037	36.021	6.4	21.73	Strike-slip

According to AFAD [2], total loss of life is over 50000. This event is regarded as one of the worst catastrophes known to modern Turkish history, exceeding the devastation of the Mw7.8 Erzincan earthquake in 1939. As a result of the damage assessment studies carried out in 11 provinces of Turkiye affected, 1895348 buildings were identified, of which 303455 were to be destroyed, heavily damaged or moderately damaged [3].

This study reviews over 500 different NGA equations employed for around the world in the literature. Due to limited number of earthquake data (which is epicentral distance, moment magnitude M_W , focal depth and $V_{s,30}$) obtained from the AFAD (Disaster and Emergency Management Presidency of Turkey), only seven of NGAs shown in **Table 2** (Yu and Wang [4]; Herak, Markušić [5]; Güllü, Ansal [6]; Ulusay, Tuncay [7]; Segou and Voulgaris [8]; Bindi, Luzi [9]; Akkar, Sandıkkaya [10]) were selected. The ground motion data, which ranges

between $300\text{m/s} < V_{s,30} < 500\text{ m/s}$ and $500\text{m/s} < V_{s,30} < 700\text{m/s}$, was taken into consideration for reasonable comparisons between the NGAs. All of the chosen NGAs are for faults with strike-slip, which account for most earthquakes in Turkey [3]. Additionally, two studies that do not take into account soil locations are also plotted separately for records (Yu and Wang [4] and Herak, Markušić [5]).

Table 2. Showing horizontal New Generation Attenuation (NGA) equations of seven studies adopted in this study.

Author	Region	Ground-motion models (PGA: maximum of two components)
<u>Yu and Wang</u> [4]	Western North USA	No $V_{s,30}$ limit (or no soil site classes in model) $\log \text{PGA} = 0.617 + 1.163M_s - 0.046M_s^2 - 2.207\log [R_{\text{epi}} + 1.694\exp(0.446M_s)]$
<u>Herak, Markušić</u> [5]	Southern Europe	No $V_{s,30}$ limit (or no soil site classes in model) $\log \text{PGA} = -1.300 + 0.331M_L - 1.152\log \sqrt{R_{\text{epi}}^2 + 11.8^2} + 0.311$
<u>Güllü, Ansal</u> [6]	Turkiye	for $V_{s,30} < 500\text{m/s}$ (S=1) and $V_{s,30} > 500\text{m/s}$ (S=0) $\ln \text{PGA} = 0.192 + 0.867M_w - 0.294\ln R_{\text{epi}} - 0.008R_{\text{epi}} + 0.113S$
<u>Ulusay, Tuncay</u> [7]	Turkiye	for $300\text{m/s} < V_{s,30} < 700\text{m/s}$ $\text{PGA} = 2.18e^{0.0218(33.3M_w - R_{\text{epi}} + 7.8427)}$
<u>Segou and Voulgaris</u> [8]	Europe and Middle East	for $360\text{m/s} < V_{s,30} < 760\text{m/s}$ and strike-slip fault $\log \text{PGA} = 1.92909 + 0.21829M_w + 0.00328M_w^2$ $+ (-1.0675 + 0.01016M_w)\log \sqrt{R_{\text{epi}}^2 + (H - 0.01005)^2}$ $+ 0.08438 + 0.12297$ H=focal depth
<u>Bindi, Luzi</u> [9]	Italy	for $400\text{m/s} < V_{s,30} < 800\text{m/s}$ $\log_{10} \text{PGA} = 1.344 + 0.328M_w - 1.09\log_{10} \sqrt{R_{\text{epi}}^2 + 5^2} + 0.262$
<u>Akkar, Sandikkaya</u> [10]	Europe and Middle East	for $180\text{m/s} < V_{s,30} \leq 800\text{m/s}$ and strike-slip fault. Fixed to $V_{s,30} = 400\text{m/s}$ and $V_{s,30} = 600\text{m/s}$ for only comparison with others $\ln Y = \ln Y_{\text{REF}} + \ln S$ $\ln Y_{\text{REF}} = 2.52977 + 0.0029(M_w - 6.75) - 0.05496(8.5 - M_w)^2$ $+ [-1.31001 + 0.2529(M_w - 6.75)] \ln \sqrt{R_{\text{epi}}^2 + 7.5^2}$ for $M_w \leq 6.75$

	$\begin{aligned} \text{Ln}Y_{\text{REF}} &= 2.52977 - 0.5096(M_w - 6.75) - 0.05496(8.5 - M_w)^2 \\ &+ \left[-1.31001 + 0.2529(M_w - 6.75) \right] \ln \sqrt{R_{\text{epi}}^2 + 7.5^2} \quad \text{for } M_w > 6.75 \end{aligned}$ $\text{PGA}_{\text{REF}} = \exp(\text{Ln}Y_{\text{REF}})$ $\begin{aligned} \text{Ln}S &= -0.41997 \ln(V_{s,30} / 750) \\ &- 0.288461 \ln \left[\frac{\text{PGA}_{\text{REF}} + 2.5(V_{s,30} / 750)^{3.2}}{(\text{PGA}_{\text{REF}} + 2.5)(V_{s,30} / 750)^{3.2}} \right] \quad \text{for } V_{s,30} \leq 750 \end{aligned}$ $\text{Ln}S = -0.41997 \ln \left(\frac{\min(V_{s,30}, 1000)}{750} \right) \quad \text{for } V_{s,30} > 750$
--	--

DISCUSSION FOR RECORDED EARTHQUAKES

In **Figure 2**, the biggest horizontal earthquake records are plotted with the NGAs after the classifications. A few records shown in **Figure 2** align between 10 and 35 km, but most of the data does not match the curve beyond the epicentral (R_{epi}) distance of 35 km. As the recording station gets farther from the fault plane (as $R_{\text{epi}} > 35\text{km}$ for this investigation), the PGA is generally expected to decline. The nature of the earthquakes or the presence of several fault breaks may be to blame for such unusual records. As shown from **Figure 2a** and **Figure 2b**, the earthquake with magnitude of $M_w 7.7$ had a maximum horizontal acceleration of approximately 2.2g and the vertical acceleration close to 2g. When compared to previous earthquakes in the area, such massive accelerations are never seen before.

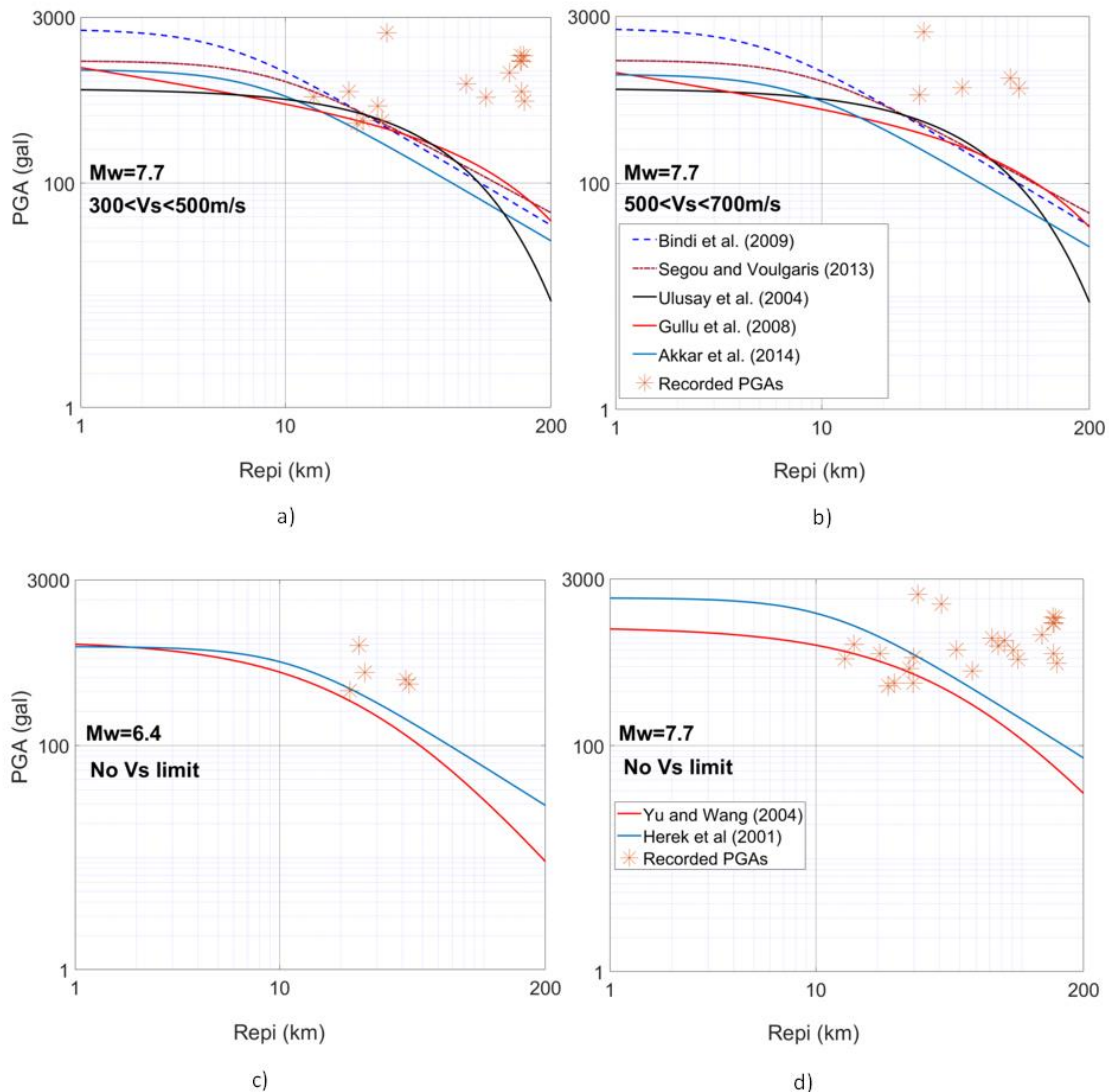


Figure 2. Comparison of the New Generation Attenuation (NGA) equations for **a)** Mw=7.7 and 300<Vs<500m/s, **b)** Mw=7.7 and 500<Vs<700m/s, **c)** Mw=6.4 and no Vs limit and **d)** Mw=7.7 and no Vs limit

CONCLUSION

In this study, seven New Generation Attenuation (NGA) equations based on a worldwide database were used for the February 6, 2023, Kahramanmaras earthquakes in Turkiye. An attempt was made to use these NGAs to evaluate the records of the earthquake. It showed that the earthquake records did not match the equations as expected. Therefore, there is a need to investigate why Peak Ground Acceleration (PGA) did not decrease as epicentre distance increased. In the authors' opinion, this may be due to more than one fault break in EAF zone or the nature of the earthquake.

REFERENCES

- [1] Kiral, A. and Z. Tonyali, *The February 6, 2023, Kahramanmaras-Turkiye Earthquakes: Seismo-Tectonic Evaluations and Effects on RC Buildings*. Ege 8th International Conference on Applied Sciences, 2023: p. 381-392.
- [2] AFAD, *Disaster and Emergency Management Presidency of Turkey*. "Kahramanmaraş'ta Meydana Gelen Depremler Hk. – Basın Bülteni 36", 2023. **Available From:** <https://www.afad.gov.tr/kahramanmarasta-meydana-gelen-depremler-hk-36>.
- [3] Karalar, B., "AFAD Başkanı Sezer: Depremde can kaybı 50 bin 96, yaralanan sayısı ise 107 bin 204 ". DHA. 20 March 2023, 2023. **Available from:**<https://www.dha.com.tr/gundem/afad-baskani-sezer-depremdede-can-kaybi-50-bin-96-yaralanan-sayisi-ise-107-bin-204-2224110>.
- [4] Yu, Y.-x. and S.-y. Wang, *Attenuation relations for horizontal peak ground acceleration and response spectrum in northeastern Tibetan Plateau region*. J Acta Seismologica Sinica, 2004. **17**(6): p. 651-661.
- [5] Herak, M., S. Markušić, and I. Ivančić, *Attenuation of peak horizontal and vertical acceleration in the Dinarides area*. J Studia Geophysica et Geodaetica, 2001. **45**: p. 383-394.
- [6] Güllü, H., A.M. Ansal, and A. Özbay, *Seismic hazard studies for Gaziantep city in South Anatolia of Turkey*. J Natural Hazards, 2008. **44**: p. 19-50.
- [7] Ulusay, R., et al., *An attenuation relationship based on Turkish strong motion data and iso-acceleration map of Turkey*. J Engineering Geology, 2004. **74**(3-4): p. 265-291.
- [8] Segou, M. and N. Voulgaris, *The use of stochastic optimization in ground motion prediction*. J Earthquake spectra, 2013. **29**(1): p. 283-308.
- [9] Bindi, D., et al., *Towards a new reference ground motion prediction equation for Italy: update of the Sabetta–Pugliese (1996)*. J Bulletin of Earthquake Engineering, 2009. **7**: p. 591-608.
- [10] Akkar, S., M.A. Sandıkkaya, and J.J. Bommer, *Empirical ground-motion models for point-and extended-source crustal earthquake scenarios in Europe and the Middle East*. J Bulletin of earthquake engineering, 2014. **12**: p. 359-387.

İÇME SULARINDA MİKROPLASTİKLERİN VARLIĞI VE MUHTEMEL SAĞLIK RİSKLERİ

Prof. Dr. Senar AYDIN

Necmettin Erbakan Üniversitesi, 0000-0002-0960-480X

Prof. Dr. Mehmet Emin AYDIN

Necmettin Erbakan Üniversitesi, 0000-0001-6665-198X

ÖZET

Arıtılmış içme sularında ve şişelenmiş sularda mikroplastiklerin tespit edilmesi içme sularındaki mikroplastiklerin insan sağlığı üzerine olan muhtemel sağlık risklerini gündeme getirmiştir. Şişelenmiş mineral sularda cam şişelerde (3074-6296 MP/L), tek kullanımlık PET şişelerde (2649 MP/L), tekrar kullanılabilen PET şişelerde (4889 MP/L), yeraltı su kaynağından gelen musluk suyunda (0.2-0.8 MP/L), şişe suyunda (10.4-315 MP/L) farklı konsantrasyonlara mikroplastikler tespit edilmiştir. Tespit edilen mikroplastiklerin polimer türünün PET, PP, PE, PS, PVC, polyacrylamide olduğu belirlenmiştir. Fiber ve fragment türü mikroplastiklerin baskın olduğu ve tespit edilen mikroplastik parçacıklarının ise 1 µm'den düşük olduğu belirlenmiştir. İçme suyundaki mikroplastiklerden kaynaklanan potansiyel tehlike; (i) mikroplastik parçacıklarının fiziksel tehlikesi, (ii) mikroplastik içeriğindeki kimyasallar ve çevreden adsorplanan kirleticiler (iii) mikroplastiklere bağlanan mikroorganizmalar açısından değerlendirilebilir. (i) Mikroplastik parçacıklarının toksisitesi parçacığın kimyasal bileşimine, boyutuna, yüzey alanına, şekline, yüzey karakteristiğine ve kimyasal kompozisyonuna bağlıdır. Nanoplastikleri içeren küçük mikroplastik parçacıkların absorpsiyon ve dağılımı daha yüksektir. (ii) 1,3-butadiene, ethylene oxide and vinyl chloride gibi monomerler plastiklerden biyolojik ayrışma ve bozunma sonucunda çevreye sızabilir. Plastikleştirici olarak kullanılan fitalatlar, bisphenol A ve alev geciktirici maddeler çevreye kolaylıkla yayılabilir. Ayrıca mikroplastiklerin hidrofobik özelliği kalıcı organik kirleticileri (POPs) yüzeyinde biriktirmesine neden olur. (iii) İçme suyu borularında ve diğer yüzeylerde mikroorganizmaların büyümesi sonucu biyofilmler oluşabilir. Biyofilm içerisinde patojen organizmalar içerebilir. Biyofilm oluşturan mikroorganizmalar hidrofobik plastik yüzeylere tutunurlar. Çalışmalar mikroplastiklerin patojenleri uzun mesafelere taşıyabildiği göstermiştir. İçme suyunda mikroplastiklerin rutin izlemesi yapılmamaktadır. İnsanların içme suyu dışında diğer gıdalar ve hava yoluyla maruz kaldığı mikroplastik maruziyeti de göz önüne alınarak potansiyel sağlık riskleri değerlendirilmelidir.

Anahtar Kelimeler: İçme suyu, mikroplastik, sağlık riski.

1. GİRİŞ

Plastiklerin maliyetinin düşük olması, hafifliği, kolay işlenebilmesi sebepleriyle günümüzde kullanımı artmıştır. Plastik atıkların kötü yönetimi çevrede plastik kirliliğinin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. 1 µm ile 5 mm arasındaki plastikler mikroplastik olarak tanımlanmaktadır. Çevrede bulunan mikroplastiklerin iki kaynağı vardır. Birincil kaynağı kişisel bakım ve kozmetik ürünlerinde kullanılan mikroküreler ve plastik ürünlerin hammaddesi olarak kullanılan plastik peletlerdir. Bu maddelerin polimeri genellikle polietilen (PE), polipropilen (PP) ve polistiren (PS) içerir. Mikroplastiklerin ikincil kaynağı ise büyük plastiklerin parçalanmasından kaynaklanan mikroplastiklerdir. Plastik poşetler, şişeler, ip ve ağlar, otomobil lastikleri ve sentetik giysilerden kaynaklanan mikroplastikler PE, PP, PS, polietilen terfitalat (PET), polivinil klorür (PVC) gibi polimerlerden kaynaklanır ve fiber, foam, film, pellet ve fragment şekillerinde bulunabilir. İkincil mikroplastikler çoğunlukla transparan ve beyaz olmak üzere çevre numunelerinde mavi, siyah, yeşil, sarı, kahverengi, pembe ve gri renklerinde tespit edilmiştir [1,2]. Mikroplastikler boyutlarının küçük olması, geniş yüzey alanına sahip olmaları ve hidrofobik özellikleri sebebiyle yüzeylerinde bir çok zararlı kirleticiyi (ağır metaller, farmasötikler, poliaromatik hidrokarbonlar, poliklorlu bifeniller, klorlu pestisitler, bisphenol A) adsorbe edebilirler. Suda yaşayan organizmalar tarafından mikroplastiklerin yutulması sonucu gerek mikroplastik maddenin içeriğindeki polimer, plastikleştirici, renklendirici gibi katkı maddesi kirleticiler gerekse üzerindeki adsorbe olan kirleticiler organizmalara taşınır. Bu durum organizmalara üzerindeki toksik etkiye sebep olabileceği gibi mikroplastiklerin besin zinciri yoluyla diğer canlılara taşınmasına da sebep olur. Mikroplastikler yapılan araştırmalarda hava, su (deniz suyu, atıksu, yerüstü suyu, içme suyu, arıtılmış musluk suyu ve şişelenmiş su), toprak gibi çevre ortamlarında ve gıdalarda (bal, tuz, çay) tespit edilmiştir. Bu durum plastiklerin insan ve diğer canlıların sağlığı üzerine olumsuz etkileri ile ilgili endişe yaratmaktadır [3-5].

Kaynaktan alınan suların içme suyu kalitesine getirilmesi amacıyla içme suyu arıtma tesisleri kullanılmaktadır. Arıtma tesislerinde renksiz, kokusuz, berrak, patojen mikroorganizmalar içermeyen, suda sağlığa zararlı kimyasal maddelerden arındırılmış içme suyu elde edilmektedir. Konvansiyonel içme suyu arıtma tesisleri havalandırma, koagülasyon, flokülasyon, çöktürme, filtrasyon ve dezenfeksiyon arıtma proseslerini içermektedir. Ayrıca bazen adsorpsiyon gibi ileri arıtım teknikleri de kullanılmaktadır. Kaynaktan alınan suda bulunan mikroplastikler arıtma proseslerinde kısmen giderilmektedir. Giderilmeyen mikroplastikler ise şebekeye verilen su içerisinde tüketiciye ulaşmaktadır. Şebeke suyundan daha kaliteli olduğu düşünülen şişelenmiş sularda genellikle plastik şişe ve kapak kullanılması da suyun mikroplastik ile kontaminasyonunu artırmaktadır [6-7].

İçme suyundaki mikroplastiklerden kaynaklanan potansiyel tehlike; (i) mikroplastik parçacıklarının fiziksel tehlikesi, (ii) mikroplastik içeriğindeki kimyasallar ve çevreden adsorplanan kirleticiler ve (iii) mikroplastiklere bağlanan mikroorganizmalar açısından değerlendirilebilir [8]. Mikroplastik parçacıklarının toksisitesi parçacığın kimyasal bileşimine, boyutuna, yüzey alanına, şekline, yüzey karakteristiğine ve kimyasal kompozisyonuna bağlıdır. Literatürde içme suyuyla yutulan mikroplastiklerin akıbeti, taşınması ve sağlık riskleri ile ilgili epidemiyolojik ve insan çalışması henüz yapılmamıştır. Nanoplastikleri içeren küçük

mikroplastik parçacıkların absorpsiyon ve dağılımı daha yüksektir. Plastik üretiminden polimerizasyon reaksiyonları tam olarak tamamlanmadığından 1,3-butadiene, ethylene oxide and vinyl chloride gibi monomerler plastiklerden biyolojik ayrışma ve bozunma sonucunda çevreye sızabilir. Plastikleştirici olarak kullanılan ftalatlar ve alev geciktirici olarak kullanılan polibromlu difenil eterlerde çevreye kolaylıkla yayılabilir. Ayrıca mikroplastiklerin hidrofobik özelliği poliklorlu bifeniller (PCBs), poliaromatik hidrokarbonlar (PAHs) ve organoklorlu pestisitler (OCPs) gibi kalıcı organik kirleticileri (POPs) yüzeyinde biriktirmesine neden olur. İçme suyuyla alınan mikroplastikler içeriğindeki kimyasal ve üzerindeki sorplanan pek çok kirleticiye maruz kaldığını göstermektedir [9]. İçme suyu borularında ve diğer yüzeylerde mikroorganizmaların büyümesi sonucu biyofilmler oluşabilir. Biyofilm içerisinde patojen organizmalar içerebilir. Biyofilm oluşturan mikroorganizmalar hidrofobik plastik yüzeylere tutunurlar. Çalışmalar mikroplastiklerin patojenleri uzun mesafelere taşıyabildiği göstermiştir. Düşük ve orta gelirli ülkelerde atıksu yönetim ve arıtımının tamamlanamaması tatlı su kaynaklarında mikroplastik miktarının artmasına ve ayrıca patojenlere maruziyet ile ilgili sağlık riskleri oluşturur [8]. Konvansiyonel içme suyu arıtma tesisleri mikroplastik giderimi için modifiye edilmemiştir.

Çalışma içeriğinde içme suyu kaynaklarındaki mikroplastiklerin kaynakları, sudaki miktarları, arıtma tesislerindeki giderimleri, musluk suyu ve şişe sularındaki konsantrasyonları ve insan sağlığına etkileri değerlendirilmiştir.

2. İÇME SUYU KAYNAKLARINDA MİKROPLASTİKLERİN KAYNAKLARI

İçme suyu kaynakları yeraltı suyu kaynakları ve yüzeysel su kaynaklarıdır. Yeraltı suyu kaynaklarından alınan suların kalitesi zaman içerisinde çok değişim göstermez, bulanıklığı düşüktür. Sertlik ve çözünmüş madde miktarları yüksektir. Nehir, göl, baraj gibi yüzeysel su kaynaklarından alınan suları kalitesi değişken olup renk ve bulanıklığı yüksektir. Yüzeysel sular evsel ve endüstriyel atıksu deşarjları, yüzeysel akışlar, atmosferik taşınım ile kirlenmeye açıktır. Mikroplastikler yüzeysel su kaynaklarına yüzeysel akışlar, arıtılmış/arıtılmamış atıksu deşarjları, endüstriyel deşarjlar, parçalanmış plastik atıklar ve atmosferik çökeltme yoluyla taşınabilirler. Yüzeysel sulardaki mikroplastiklerin en önemli kaynağı evsel ve endüstriyel atıksulardır [10-12]. Izgara, kum ve yağ tutucu, ön çökeltim, biyolojik arıtım, son çökeltim, dezenfeksiyon ünitelerini içeren konvansiyonel arıtma prosesleri mikroplastikleri tamamen gidermemektedir. Arıtılmış atıksuların alıcı ortam olarak yüzeysel su kaynaklarına deşarj edilmesi ile milyonlarca mikroplastik sürekli olarak akuatik ortama verilmektedir. Atıksu arıtımının yan ürünü olarak ortaya çıkan arıtma çamurları yüksek miktarlara mikroplastik içermektedir. Arıtma çamurlarının tarım alanlarında gübre olarak kullanılması bu alanlara yayılan mikroplastiklerin yüzeysel akışlarla yüzeysel sulara taşınmasına, şiddetli yağış ve sulama faaliyetleriyle zamanla toprak içerisine süzülme ve yeraltı suyuna karışmasına neden olur. Kanalizasyon sistemindeki sızıntılar, katı atık depolama sahalarında biriken plastik atıklar, sızıntı suları yüzeysel sulara mikroplastik taşınımına sebep olurken yüzeysel sularla etkileşim sağlayan yer altı sularının da mikroplastikler ile kirlenmesine neden olurlar. Fiziko-kimyasal kirleticiler de olduğu gibi yüzeysel sular mikroplastik kirliliğine yeraltı sularına göre daha fazla maruz kalırlar [13,14].

3. İÇME SUYU KAYNAKLARINDA MİKROPLASTİKLER

Çizelge 1'de çalışmalarda içme suyu kaynaklarında tespit edilen mikroplastik konsantrasyonları verilmiştir. Genellikle yüzeysel sular ve nehirlerde daha çok çalışma gerçekleştirildiği görülmektedir. Sonuçlara bakıldığında yeraltı suyunda tespit edilen konsantrasyonu yüzeysel suların daha düşük tespit edilmiştir. Yüzeysel su kaynaklarında tespit edilen konsantrasyon değerlerinin ise çok değişken olduğu görülmektedir. Su kaynaklarında tespit edilen mikroplastiklerin miktarı, türü, şekli ve rengi su kaynağının alındığı bölgedeki nüfus yoğunluğuna, mevsimsel şartlara, plastik atıkların yönetimine, atıksu deşarjlarına, tarımsal çamur uygulamalarına bağlı olarak değişiklik gösterebilir. Ayrıca sudaki fiziko-kimyasal analizlerinde olduğu gibi mikroplastik analizinde standardize edilmiş bir mikroplastik analiz yöntemi bulunmamaktadır. Araştırmacıların farklı numune alma yöntemi, numune hacmi farklılıkları, analiz yöntemlerinde kullanılan ön işlemler (filtreleme, organik bileşiklerin oksidasyonu, yoğunluk ayırma) ve sayım yöntemlerinin farklı özelliklerdeki mikroskoplar ile gözle yapılması bu farklı sonuçları etkileyen faktörlerdir.

Çizelge 1. İçme suyu kaynaklarında tespit edilen mikroplastik konsantrasyonları

Su kaynağı	Mikroplastik konsantrasyonu (MP/L)	Kaynakça
Göl, İsviçre	0.0382 ± 0.0155	[15]
Göl, Güney Kore	2.28	[16]
Nehir, Fransa	7.8-45.0	[17]
Nehir, Güney Kore	2.13-2.37	[16]
Nehir, Çin	134.79	[6]
Nehir, Çin	2753	[18]
Nehir, Çin	6614 ± 1132	[19]
Nehir, İspanya	4.2 ± 1.2	[20]
Nehir, İspanya	0.96 ± 0.46	[21]
Nehir, İran	1996 ± 268 - 2808 ± 80	[22]
Nehir, Tayland	1385.0	[23]
Nehir, Hindistan	17.86	[24]
Nehir, Çek Cumhuriyeti	3605 ± 497	[25]
Baraj, İran	2172 ± 119	[22]
Su rezervuarı, Çek Cumhuriyeti	1473 ± 34 - 1812 ± 35	[25]
Yüzeysel su, İran	1597.7 ± 270.3	[26]
Yeraltı suyu, Almanya	0-0.007	[14]

4. İÇME SUYU ARITMA TESİSLERİNDE MİKROPLASTİKLERİN GİDERİMLERİ

Çizelge 2'de içme suyu arıtma tesislerinde mikroplastik giderim verimleri verilmiştir. Farklı ülkelerde yüzeysel su kaynaklarından alınan suların genellikle konvansiyonel içme suyu arıtım prosesleri ön dezenfeksiyon, koagülasyon, flokülasyon, çöktürme, kum filtresi ve dezenfeksiyon proseslerini içerdiği görülmektedir. Farklı arıtma ünitelerinin kullanıldığı arıtma tesislerinde çok farklı giderim verimleri tespit edilmiştir. Giderim verimlerine bakıldığında İran ve Tayland'da göl ve nehir sularında konvansiyonel arıtma prosesleri ile %50 mikroplastik

giderim verimi elde edilmiştir. Yapılan çalışmalarda ileri arıtım proseslerinin kullanıldığı çalışmalarda bile %100 giderim sağlanamadığı ve şebekeye verilen suların mikroplastik içerdiği tespit edilmiştir. Aynı arıtma proseslerinin kullanıldığı tesislerde bile mikroplastik giderimindeki bu farklılık suyun özelliklerinden, sudaki mikroplastik konsantrasyonu ve özelliklerinden, tesisin işletilme koşullarından, mevsimsel değişimden kaynaklanabilir. Günümüzde yeni bir kirletici olarak ortaya çıkan mikroplastiklerin içme suyu ile insanlara ulaşmasını önlemek için konvansiyonel arıtma prosesleri membran teknolojileri (mikrofiltrasyon, ultrafiltrasyon, ters osmoz) ile modifiye edilebilir.

Çizelge 2. İçme suyu arıtma tesislerinde mikroplastiklerin giderimleri

Su kaynağı	Arıtma tesisi üniteleri	Giderim verimi (%)	Kaynakça
Göl, İsviçre	Ön arıtım, koagülasyon, kum filtresi, ozonlama, GAC filtrasyonu, dezenfeksiyon	95	[15]
Nehir, Fransa	Ön ozonlama, koagülasyon-flokülasyon, çöktürme, kum filtresi, ozonlama, GAC filtrasyonu, UV, klorlama	99	[17]
Nehir, Güney Kore	Ön ozonlama, koagülasyon, çöktürme ve kum filtresi.	99.7	[16]
Nehir, Çin	Koagülasyon, çöktürme, membran filtrasyon.	29.0	[6]
Nehir, Çin	Koagülasyon, flokülasyon, çöktürme, kum filtresi, ozonlama, GAC filtrasyonu.	82.1-88.6	[19]
Nehir, İran	Koagülasyon, flokülasyon, durultucu, kum filtresi.	83.7	[26]
Nehir, İspanya	Izgara, ön oksidasyon, koagülasyon, flokülasyon, durultucu, kum filtresi, GAC filtrasyonu, mikrofiltrasyon, elektrodializ	98.3	[20]
Nehir, göl, İran	Izgara, koagülasyon, flokülasyon, kum filtresi, dezenfeksiyon.	48.4-55.2	[22]
Nehir, Hindistan	Ön dezenfeksiyon, koagülasyon, flokülasyon, durultucu, kum filtresi	84.6	[24]
Nehir, Çin	Ön arıtım, havalandırma, koagülasyon, çöktürme, filtrasyon, dezenfeksiyon	85.0-90.0	[18]
Nehir, Tayland	Izgara, koagülasyon, flokülasyon, çöktürme, filtrasyon, klorlama.	57.2-67.6	[23]
Su rezervuarı, Çek Cumhuriyeti	Koagülasyon, flokülasyon, çöktürme, kum filtresi, GAC filtrasyonu.	81.0	[25]

İçme suyunda tespit edilen mikroplastiklerin polimer yapısı bize mikroplastığın kaynağı ile ilgili bilgi verir. İçme suyu arıtma tesislerinde tespit edilen mikroplastikler genellikle PE, PP, PS, PET, PVC, polyamide (PA), politetrafloroetilen (PTFE), polyester ve naylon polimerleri içermektedir. PE genellikle plastik poşetlerde, kişisel bakım ürünlerinden kaynaklanırken PE, PP, PS, PET, PVC, PA ve polyamide yiyecek ve içecek paketlenmede, temizlik ve kişisel bakım ürünlerinde ve sentetik kıyafetlerden kaynaklanmaktadır.

İçme suyu arıtma tesisi giriş ve çıkış sularında fiber ve fragment şekilli mikroplastikler daha baskın tespit edilmiştir. Fiber şekilli mikroplastikler sentetik kıyafetlerin çamaşır makinesinde yıkanması sonucu oluşan atıksudan kaynaklanmaktadır. Yapılan araştırma da 6 kg sentetik elyafın yıkanması sonucu atıksuda ortalama 18000000 fiber mikroplastik tespit edilmiştir [27]. Çamaşır makinelerinden çıkan atıksu içerisindeki mikroplastikler atıksu arıtma tesislerindeki birincil, ikincil ve ileri arıtma prosesleri ile tamamen giderilmez. Atıksu arıtma tesisi çıkış sularında fiber türü mikroplastikler baskın olarak tespit edilmiştir. Ayrıca atmosferik taşınımlar fiber mikroplastiklerin su kaynaklarına ulaşmasına katkı sağlamaktadır. Dris ve ark. [28] atmosferde ortalama 110 ± 96 MP/m²/gün taşınımın olduğunu tespit etmişlerdir. Günlük yaşamda sıklıkla kullandığımız poşet, paket, balıkçılıkta kullanılan ağ ve ipler, araç lastikleri gibi büyük plastiklerin rüzgar, sürtünme kuvveti ve UV ışığı etkisiyle parçalanması sonucu oluşan fragment şekilli mikroplastiklerde su kaynaklarına ulaşabilmektedir.

Ayrıca içme suyu arıtma tesisi giriş ve çıkış suyunda yapılan analizlerde bazen giriş suyunda tespit edilen polimerlerden farklı olarak çıkış suyunda polimerlerin tespit edilmiştir. Bu sonuç bize içme suyundaki mikroplastiklerin sadece su kaynağından gelmediğini ayrıca içme suyu arıtma tesislerinde de suya mikroplastik karışabildiğini göstermektedir. Chu ve ark. [6] yapmış oldukları çalışmada su kaynağında polyester ve naylon tespit ederken koagülasyon ve flokülasyon ünitesi çıkışında PVDF (kaplamalarda ve korozyona dayanıklı ekipmanlarda, sızdırmazlık halkalarında kullanılır) ve içme suyu arıtma tesisi çıkış suyunda ise PVC ve PP tespit etmişlerdir. Dronjak ve ark. [20] PVC ve silikon içeren Tygon B 44-4 polimerini arıtma tesisi giriş suyunda tespit etmemelerine rağmen çıkış suyunda tespit etmişlerdir. Dalmou-Soler ve ark. [21] ham suda tespit edilmediği halde çıkış suyunda PTFE tespit etmişlerdir.

İçme suyu dağıtım sistemi arıtılmış suyun kullanıcıya ulaştırılması sağlar. Depolama tankından alınan su pompalar kullanılarak borularla kullanıcının musluklarına ulaştırılır. Su dağıtım sisteminde yaygın olarak çelik, font, PVC ve HDPE (yüksek yoğunluklu polietilen) tipi borular kullanılmaktadır. Gomiero ve ark. [29] içme suyu arıtma tesisi giriş, çıkış, pompa istasyonu, şebeke ve musluk suyunda PE, PA, PET polimerlerini tespit etmişlerdir. Şebekedeki PE artışının diğer paslanmaz çelik, çimento türü borulardan fazla olması PE boruların mekanik aşınması sonucu içme suyuna mikroplastik taşınımının olduğunu doğrulamaktadır. Su sayaçlarında kullanılan PA ve PEST türü mikroplastiklerin aşınma sonucu içme suyuna geçebileceği ön görülmektedir [14]. Polietilen borunun 24 saat boyunca saf suda karıştırılması sonucunda suya PE fragmentlerinin geçtiği tespit edilmiştir [21]. Özellikle içme suyu arıtımında oksidant yada dezenfeksiyon amacıyla kullanılan yüksek oksidasyon kapasitesine sahip kimyasallar ve suyun pH değişimi plastik borularda aşınmalara ve içme suyuna plastik taşınımına sebep olabilir.

5. MUSLUK SUYU VE ŞİŞE SULARINDA MİKROPLASTİKLER

Çizelge 3'de musluk suyu ve farklı şişe sularında tespit edilen mikroplastik konsantrasyonları verilmiştir. Çalışmalarda elde edilen sonuçları insanların içme suyu yoluyla mikroplastiklere maruz kaldığını göstermektedir. Amerika ve Avrupa Birliği üyesi gibi gelişmiş ülkelerde bile musluk ve şişe sularında mikroplastiklerin yüksek konsantrasyonlarda tespiti yapılmıştır. Tong ve ark. [30] musluk sularında ortalama litrede 440 mikroplastik tespit etmişler ve bir kişinin günlük 1.5

L su tükettiği kabul edilirse günde 660 mikroplastik parçacığın vücuda alındığını rapor etmişlerdir. Burada vücuda alınan mikroplastiklerle birlikte alınan katkı ve kimyasallar, mikroplastik üzerine adsorplanan zararlı bileşikler insan sağlığı için toksik etkilere sebep olabilir. Bu nedenle içme suyu arıtma tesisleri mikroplastik kirliliğini giderecek şekilde modifiye edilmeli ve su dağıtım şebekesinden kaynaklanan mikroplastik kontaminasyonunu azaltacak önlemler alınmalıdır.

Çizelge 3. Musluk suyu ve şişe sularında mikroplastikler

Su türü	Mikroplastik konsantrasyonu (MP/L)	Kaynakça
Musluk suyu, Danimarka	0.31 ± 0.14	[31]
Musluk suyu, Japonya	1.9-225	[32]
Musluk suyu, Amerika	11-80, 66-472, 0-60.9	[32-34]
Musluk suyu, Fransa	46-131	[32]
Musluk suyu, Almanya	22-79, 0-1.82	[32]
Musluk suyu, Çin	0-1247, 0.3-1.6	[30,35]
Musluk suyu, İngiltere	3.66-13.0	[34]
Musluk suyu, Hindistan	0-20	[34]
Musluk suyu, İsviçre	0-5.47	[34]
Musluk suyu, Suudi Arabistan	25-500	[36]
Musluk suyu, Finlandiya	25-61	[32]
Tek kullanımlık PET, Almanya	2-44	[37]
Tek kullanımlık PET, İtalya	148	[38]
Tek kullanımlık PET, Suudi Arabistan	0.99-26	[39]
Cam şişe, Almanya	4-156	[37]
Depozitolu şişe, Almanya	28-241, 317 ± 257	[37,39]
PET ve cam şişe, Amerika	49-166	[36]

İçme sularının satışa sunulmadan önce ambalajlanması için cam ve plastik şişeler kullanılabilir. Maliyetinin düşük kullanımının kolay olması sebebiyle plastik şişeler daha çok tercih edilmektedir. Şişelerin kapatılması için PE ve PP polimelerden yapılmış plastik kapaklar kullanılmaktadır. Şişelenmiş sularda şişe ve kapak içeriğindeki polimer türünün baskın olarak tespit edilmesi suya mikroplastik kontaminasyonunun olduğunu göstermektedir. Ayrıca tekrar dolum yapılan plastik şişelerde tek kullanımlık plastik şişelere göre sekiz kat daha yüksek mikroplastik tespit edilmiştir [37]. Şişe kapaklarının açılma, kapanma veya taşınırken deforme olması da kapaktan suya plastik taşınımını artırmaktadır. Ayrıca cam şişelerde plastik şişelerden daha yüksek plastik tespiti cam şişe ağızlarının plastik kapakları daha fazla aşındırması ile açıklanabilir [7]. Şişe suları ile insanların mikroplastiklere maruz kalmasının önlenmesi için özellikle yeniden dolum yapılarak kullanılan şişelerin temizleme ve doldurma süreçlerinde gerekli önlemler alınmalı, kapakların mekanik aşınmaya karşı dirençli hale getirilmesi sağlanmalıdır.

6. MİKROPLASTİKLERİN İNSAN SAĞLIĞINA ETKİLERİ

Mikroplastiklere maruziyet ile ilgili ortaya çıkabilecek potansiyel sağlık riskleri (i) mikroplastik partiküllerine maruziyet ve vücutta birikim sonucu oluşan toksisite, (ii) mikroplastiklerin yapımında kullanılan polimer ve katkı maddeleri (fitalatlar, bisphenol A, alev geciktiriciler, nonilphenoller) ve adsorpladığı kirleticiler, (iii) mikroplastiklerin taşıdığı mikrobiyal etkiler şeklinde sıralanabilir. Mikroplastikler üreme, endokrin (diabet, obezite, troid, metabolik sendrom) bozukluğu, bağışıklık, kardiyovasküler ve akciğer rahatsızlıklarına sebep olabilirler.

6.1. Parçacık Etkisi

Mikro ve nano boyuttaki plastikleri insanlar oral, solunum ve dermal yollarla alabilirler. İçme suyunda, deniz ürünlerinde, tuz, bal, çay, şeker gibi gıdalarda mikroplastikler tespit edilmiştir. Oral yolla maruziyet gıdalar dışında diş macunu gibi kişisel bakım ürünleri yoluyla da olabilir. İnsan çalışmaları farklı boyutlardaki mikropartiküllerin bağırsaklardan geçerek lenfatik (dolaşım ve bağışıklık sistemi) sisteme girebileceğinin göstermektedir [40]. Partikülün boyutu, yüzey yükü, hidrofobik özelliği gibi faktörler kan ve lenf dolaşımına translokasyonu belirlemektedir [41]. Alınan partiküller karaciğer, dalak, böbrekler ve kalpe ulaşabilir. Nano boyuttaki parçacıkların kan-beyin bariyeri aşması ve kimyasalların doğrudan beyine ulaşımı mümkündür [42]. PVC partiküllerinin plasenta yoluyla fetal dolaşıma geçtiği belirlenmiştir. Enflamasyon, genotoksisite, hücre apoptozu ve nekroz, devam etmesi halinde doku hasarına, fibroza ve karsinojeneze neden olabilen partiküllerin sitotoksitesinden kaynaklanan biyolojik tepkilerden bazılarıdır [43]. Ayrıca partiküle bağlanmamış kimyasalların, kalıntı monomerlerin ve mikropların desorpsiyonu toksik etkiye sebep olabilir. PCBs, PAHs, metal gibi kirleticilerin kanserojen, mutajenetik ve teratojenetik özelliklere sahip olduğu bilinmektedir [44].

6.2. Kimyasal Etkisi

Mikro ve nanoplastik katkı maddelerinin kimyasal etkisi üreme toksisitesi (fitalatlar, bisphenol A), kanserojenlik (butadien, vinili klorür), mutajenite (phenol, benzen) olarak ortaya çıkabilir. Ayrıca PVC, poliüretan, epoksi reçine ve stirenik polimer gibi kalıntı monomerler kanserojen ve mutajenik etkiye neden olabilirler [43].

Yapılan pek çok çalışmada plastik endüstrisinde kullanımı 1950’li yıllarda başlayan polikarbonat plastik ve epoksinin ana maddesi olan bisphenol A’nın östrojen hormonunu etkilediği ispatlanmıştır. Rahimde veya ergenlikten önce bisphenol A’ya maruz kalan çocuklarda nöro davranışsal sorunlarla (hiperaktivite, saldırganlık, zeka, hafıza) güçlü bir şekilde ilişkili olduğu rapor edilmiştir [45]. Obezite, metabolik sendrom ve diyabet, bisphenol A’ya maruziyetiyle bağlantılı bozukluklardan bazılarıdır. Yüksek üriner bisphenol A ile koroner kalp hastalığı, diyabet ve ayrıca yetişkinlerde değişmiş karaciğer fonksiyonu arasında önemli ilişkiler tespit edilmiştir [46,47]. Tiroid reseptörü ile hem agonistik hem de antagonistik etkileşimler insan çalışmalarında gösterildiğinden bisphenol A’ya maruz kalma tiroid fonksiyonunu da bozabileceği düşünülmektedir [48].

Fitalatlar plastiklere esneklik kazandırmak amacıyla kullanılan plastikleştiricilerdir. Pek çok endüstriyel üründe, tıbbi cihazlarda, kozmetik, kişisel bakım ürünleri (saç spreyi, jöle, deodorant, parfüm), plastik oyuncaklar gibi pek çok alanda kullanılmaktadır. Plastik matris

kovalent bağ oluşturmadığında özellikle ısının artmasıyla birlikte kolayca salınırlar. Fitalatlara maruz kalmak üreme gelişimi, endokrin fonksiyonlarının bozulması, östrojenik etkilere sebep olabilir. Fitalat maruziyeti ile erken ergenlik arasındaki ilişkiyi doğrulayan çalışmalar gerçekleştirilmiştir [49,50]. Artan fitalat konsantrasyonlarının koroner kalp hastalığı, ateroskleroz, artmış diyastolik kan basıncı ve gebeliğin neden olduğu hipertansif hastalıklar riskindeki artışla ilişkili olduğu rapor edilmiştir [51]. Ayrıca fitalat maruziyeti alerjiler, rinit, astım reaksiyonları ve doğrudan toksisite gibi pulmoner sistem etkilerini içerebilir [52].

Plastiklerin üretiminde kullanılan antioksidanlar, UV stabilizatörleri, yüzey aktif maddeler, pigmentler, dağıtıcılar, yağlayıcılar, anti-statikler, nano lifler, biyositler ve kokular gibi çok sayıda madde ve katkı maddesi kullanılmaktadır. PVC üretim sırasında polimeri sabit tutmak için ısı dengeleyici katkı maddelerine ve esneklik sağlamak için fitalatlar gibi plastikleştiricilere sahiptir [53]. PBDE ve tetrabromobisfenol A gibi bromlu alev geciktiriciler, elektronik cihazlarda, cihazlarda ve kumaşlarda kullanılan akrilonitril-bütadienstirenden sızabilir; her iki bileşiğin de tiroid hormonu homeostazını bozduğu, PBDE'lerin de anti-androjen etkisi gösterdiği rapor edilmiştir [41].

6.3. Mikrobiyal Transfer

Mikro ve nano plastikler potansiyel patojenler için vektör görevi görebilirler. Mikroplastiklerin yüzeyi mikrobiyal kolonizasyon için idealdir ve iyi gelişmiş biyofilmler, PE ve PET gibi farklı plastik türlerinin yüzeyinde birikirler. Dirençleri göz önüne alındığında, mikroorganizmalar doğrudan insan dokusuna (gastrointestinal sistem veya akciğerde) taşınabilir ve doku mikrobiyomunun fizyolojik topluluğunu değiştirebilir. Bu nedenle zayıflamış bölgelerde enfeksiyon ve diğer bağışıklık tepkileri meydana gelebilir [45]. PE, PP ve PS'den yapılan mikroplastiklerde potansiyel olarak patojenik *Vibrio parahaemolyticus* tanımlanmıştır [54].

7. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Mikroplastikler içme suyu kaynaklarında bulunmaktadır. Konvansiyonel içme suyu arıtma tesisleri mikroplastikleri tamamen gidermek için yeterli değildir. İçme suyu arıtma tesisi giriş ve çıkış sularında gerçekleştirilen literatür çalışmaları incelendiğinde fiber ve fragment şekilli ve PE, PP, PS, PVC, PA ve PET polimerli plastikler baskın olarak tespit edilmiştir. Yapılan araştırmalar bazı arıtma tesislerinde arıtma sürecinde suya mikroplastik geçişinin olduğunu da göstermektedir. Arıtma tesisi çıkışında mikroplastik içermeyen suların kullanıcılara ulaşması sürecinde dağıtım şebekesinde mikroplastik kirlenmesine maruz kalabildiği tespit edilmiştir. Mikroplastikleri gidermek için ileri su arıtım teknikleri kullanılsa dahi suların paketlenmesi ve kullanım sürecinde şişe ve kapaktan mikroplastik kontaminasyonu olabilir. Bu nedenle sadece arıtım değil, dağıtım sürecinde de mikroplastik kirliliğini önleyecek tedbirler alınmalıdır.

KAYNAKÇA

[1] Ju, S., Shin, G., Lee, M., Koo, J.M., Jeon, H., Ok, Y.S., Hwang, D.S., Hwang, S.Y., Oh, D.X., Park, J., Biodegradable chito-beads replacing non-biodegradable microplastics for cosmetics. *Green Chem.* 23, 6953, 2021.

- [2] Koelmans, A.A., Redondo-Hasselerharm, P.E., Mohamed Nor, N.H., de Ruijter, V.N., Mintening, S.M., Kooi, M., Risk assessment of microplastic particles. *Nat. Rev. Mater.* 7, 138–152, 2022.
- [3] Ma, Y., You, X., Modelling the accumulation of microplastics through food webs with the example Baiyangdian Lake, China. *Science of the Total Environment* 762, 144110, 2021.
- [4] Han, X., Vogt, R.D., Zhou, J., Zheng, B., Yu, X., Feng, J., Lu, X., Increased cu (II) adsorption onto UV-aged polyethylene, polypropylene, and polyethylene terephthalate microplastic particles in seawater. *Front. Mar. Sci.* 8, 770606, 2021.
- [5] Ta, A.T., Babel, S., Microplastic contamination on the lower Chao Phraya: abundance, characteristic and interaction with heavy metals. *Chemosphere* 257, 127234, 2020.
- [6] Chu, X., Zheng, B., Li, Z., Cai, C., Peng, Z., Zhao, P., Tian, Y., Occurrence and distribution of microplastics in water supply systems: in water and pipe scales. *Sci. Total Environ.* 803, 150004, 2022.
- [7] Oßmann, B.E., Sarau, G., Holtmannspötter, H., Christiansen, S.H., Dicke, W., Small sized microplastics and pigmented particles in bottled mineral water. *Water Res.* 141, 307–316, 2018.
- [8] Sazakli, E., Leotsinidis, M., Possible effects of microplastics on human health, IWA Publishing, *Microplastics in Water and Wastewater* Editors: Hrissi K. Karapanagioti and Ioannis K. Kalavrouziotis 2019.
- [9] Lithner, D., Larsson, A., Dave G. Environmental and health hazard ranking and assessment of plastic polymers based on chemical composition. *Science of the Total Environment*, 409(18), 3309–3324, 2011.
- [10] Franco, A.A., Arellano, J.M., Albendín, G., Rodríguez-barroso, R., Quiroga, J.M., Coello, M.D., Microplastic pollution in wastewater treatment plants in the city of Cádiz: abundance, removal efficiency and presence in receiving water body. *Sci. Total Environ.* 776, 145795, 2021.
- [11] He, L., Ou, Z., Fan, J., Zeng, B., Research on the non-point source pollution of microplastics. *Front. Chem.* 10, 2022.
- [12] Dris, R., Gasperi, J., Rocher, V., Saad, M., Renault, N., Tassin, B., Microplastic contamination in an urban area: a case study in greater Paris. *Environ Chem.*, 2015.
- [13] Re, V., Shedding light on the invisible: addressing the potential for groundwater contamination by plastic microfibers. *Hydrogeol. J.* 27, 2019.
- [14] Mintenig, S.M., Löder, M.G.J., Primpke, S., Gerdts, G., Low numbers of microplastics detected in drinking water from ground water sources. *Sci. Total Environ.* 648, 631–635, 2019.
- [15] Negrete Velasco, A., Ramseier Gentile, S., Zimmermann, S., Stoll, S., Contamination and removal efficiency of microplastics and synthetic fibres in a conventional drinking water treatment plant. *Front. Water* 4, 1–17, 2022.
- [16] Jung, J., Kim, S., Kim, Y., Jeong, S., Lee, J., Tracing microplastics from raw water to drinking water treatment plants in Busan, South Korea. *Sci. Total Environ.* 825, 154015, 2022.

- [17] Barbier, J.S., Dris, R., Lecarpentier, C., Raymond, V., Delabre, K., Thibert, S., Tassin, B., Gasperi, J., Microplastic occurrence after conventional and nanofiltration processes at drinking water treatment plants: preliminary results. *Front. Water* 4, 2022.
- [18] Shen, M., Zeng, Z., Wen, X., Ren, X., Zeng, G., Zhang, Y., Xiao, R., Presence of microplastics in drinking water from freshwater sources: the investigation in Changsha, China. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 28, 42313–42324, 2021.
- [19] Wang, Z., Lin, T., Chen, W., Occurrence and removal of microplastics in an advanced drinking water treatment plant (ADWTP). *Sci. Total Environ.* 700, 134520, 2020.
- [20] Dronjak, L., Exposito, N., Rovira, J., Florencio, K., Emiliano, P., Corzo, B., Schuhmacher, M., Valero, F., Sierra, J., Screening of microplastics in water and sludge lines of a drinking water treatment plant in Catalonia, Spain, 2022.
- [21] Dalmau-Soler, J., Ballesteros-Cano, R., Boleda, M.R., Paraira, M., Ferrer, N., Lacorte, S., Microplastics from headwaters to tap water: occurrence and removal in a drinking water treatment plant in Barcelona metropolitan area (Catalonia, NE Spain). *Environ. Sci. Pollut. Res.* 28, 59462–59472, 2021.
- [22] Adib, D., Mafigholami, R., Tabeshkia, H., Identification of microplastics in conventional drinking water treatment plants in Tehran Iran. *Journal of Environmental Health Science and Engineering* 19, 1817–1826, 2021.
- [23] Kankanige, D., Babel, S., Contamination by ≥ 6.5 μm -sized microplastics and their removability in a conventional water treatment plant (WTP) in Thailand. *Journal of water. Process. Eng.* 40, 101765, 2021.
- [24] Sarkar, D.J., Ph, D., Sarkar, S., Das, Ph, D., Das, B.K., Ph, D., Krushna, J., Kumar, D., Purokait, B., Rani, T., Mohanty, D., Gogoi, P., V., S.K., Kumar, B., Kumar, R., Samanta, S., Microplastics removal efficiency of drinking water treatment plant with pulse clarifier. *Journal of Hazardous Materials* 413, 125347, 2021.
- [25] Pivokonsky, M., Cermakova, L., Novotna, K., Peer, P., Cajthaml, T., Janda, V., Occurrence of microplastics in raw and treated drinking water. *Sci. Total Environ.* 643, 1644–1651, 2018.
- [26] Sharifi, H., Movahedian Attar, M., Identification, quantification, and evaluation of microplastics removal efficiency in a water treatment plant (A case study in Iran). *Air, Soil Water Res.* 15, 1-7, 2022.
- [27] Galvão, A., Aleixo, M., Pablo, H., De, Lopes, C., Raimundo, J., Microplastics in wastewater: microfiber emissions from common household laundry. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 27, 26643–26649, 2020.
- [28] Dris, R., Gasperi, J., Rocher, V., Saad, M., Renault, N., Tassin, B., Microplastic contamination in an urban area: a case study in greater Paris. *Environ. Chem.* 12, 592–599, 2015.
- [29] Gomiero, A., Øysæd Birger, K., Palmas, L., Skogerbø, G., Application of GCMS-pyrolysis to estimate the levels of microplastics in a drinking water supply system. *J. Hazard. Mater.* 416, 125708, 2021.

- [30] Tong, H., Jiang, Q., Hu, X., Zhong, X., Occurrence and identification of microplastics in tap water from China. *Chemosphere* 252, 126493, 2020.
- [31] Feld, L., Hugo, V., Murphy, F., Hartmann, N.B., Strand, J., A study of microplastic particles in danish tap water. *Water* 13, 2097, 2021.
- [32] Mukotaka, A., Kataoka, T., Nihei, Y., Rapid analytical method for characterization and quanti fi cation of microplastics in tap water using a fourier-transform infrared microscope. *Sci. Total Environ.* 790, 148231, 2021.
- [33] Abdulmalik Ali, M.G., Theses and Dissertations Presence and characterization of microplastics in drinking (tap/bottled) water and soft drinks, p. 2832, 2019.
- [34] Kosuth, M., Mason, S.A., Wattenberg, E.V., Anthropogenic contamination of tap water, beer, and sea salt. *Plos One* 13, e0194970, 2018.
- [35] Zhang, M., Li, J., Ding, H., Ding, J., Jiang, F., Xiangyu, N., Distribution characteristics and influencing factors of microplastics in urban tap water and water sources in Qingdao, China distribution characteristics and influencing factors sources in Qingdao, China. *Anal. Lett.* 53, 1312–1327, 2019.
- [36] Almainan, L., Aljomah, A., Bineid, M., Aljeldah, F.M., Aldawsari, F., Liebmann, B., Lomako, I., Sexlinger, K., Alarfaj, R., The occurrence and dietary intake related to the presence of microplastics in drinking water in Saudi Arabia. *Environ. Monit. Assess.* 193, 1–13, 2021.
- [37] Schymanski, D., Goldbeck, C., Humpf, H., Fürst, P., Analysis of microplastics in water by micro-raman spectroscopy: release of plastic particles from different packaging into mineral water. *Water Res.* 129, 154–162, 2018.
- [38] Winkler, A., Santo, N., Aldo, M., Bolzoni, E., Bacchetta, R., Tremolada, P., Does mechanical stress cause microplastic release from plastic water bottles? *Water Res.* 166, 115082, 2019.
- [39] Weisser, J., Beer, I., Hufnagl, B., Hofmann, T., Lohninger, H., Ivleva, N.P., Glas, K., From the well to the bottle: identifying sources of microplastics in mineral water. *Water* 13, 841, 2021.
- [40] Hussain N., Jaitley V., Florence A. T. Recent advances in the understanding of uptake of microparticulates across the gastrointestinal lymphatics. *Advanced Drug Delivery Reviews*, 50(1–2), 107–142, 2001.
- [41] Rist S., Carney Almroth B., Hartmann N.B., Karlsson T.M., A critical perspective on early communications concerning human health aspects of microplastics. *Science of the Total Environment*, 626, 720–726, 2018.
- [42] Lockman, P.R., Koziara, J. M., Mumper, R.J., Allen, D.D., Nanoparticle surface charges alter blood-brain barrier integrity and permeability. *Journal of Drug Targeting*, 12(9–10), 635–641, 2004.
- [43] Wright, S.L., Kelly, F.J., Plastic and human health: a micro issue? *Environmental Science & Technology*, 51(12), 6634–6647, 2017.

- [44] Revel, M., Châtel, A., Mouneyrac, C., Micro(nano)plastics: a threat to human health? *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 1, 17–23, 2018.
- [45] Mustieles, V., Pérez-Lobato, R., Olea, N., Fernández, M.F., Bisphenol A: human exposure and neurobehavior. *Neurotoxicology*, 49, 174–184, 2015.
- [46] Lang, I.A., Galloway, T.S., Scarlett, A., Henley, W.E., Depledge, M., Wallace, R.B., Melzer, D., Association of urinary bisphenol A concentration with medical disorders and laboratory abnormalities in adults. *JAMA*, 300(11), 1303–1310, 2008.
- [47] Melzer, D., Rice, N.E., Lewis, C., Henley, W.E., Galloway, T.S., Association of urinary bisphenol A concentration with heart disease: evidence from NHANES 2003/06. *PLOS ONE*, 5(1), e8673, 2010.
- [48] Rochester, J.R., Bisphenol A and human health: a review of the literature. *Reproductive Toxicology*, 42:132–155, 2013.
- [49] Frederiksen, H., Sorensen, K., Mouritsen, A., Aksglaede, L., Hagen, C. P., Petersen, J. H., Skakkebaek, N.E., Andersson, A.M., Juul, A., High urinary phthalate concentration associated with delayed pubarche in girls. *International Journal of Andrology*, 35(3), 216–226, 2012.
- [50] Wolff, M.S., Teitelbaum, S.L., Pinney, S.M., Windham, G., Liao, L., Biro, F., Kushi, L.H., Erdmann, C., Hiatt, R.A., Rybak, M.E., Calafat, A.M., Investigation of relationships between urinary biomarkers of phytoestrogens, phthalates, and phenols and pubertal stages in girls. *Environmental Health Perspectives*, 118(7), 1039–1046, 2010.
- [51] Mariana, M., Feiteiro, J., Verde, I., Cairrao, D., The effects of phthalates in the cardiovascular and reproductive systems: a review. *Environment International*, 94, 758–776, 2016.
- [52] Meeker, J. D., Sathyanarayana, S., Swan, S.H., Phthalates and other additives in plastics: human exposure and associated health outcomes. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B Biological Sciences*, 364, 2097–2113, 2009.
- [53] Lithner, D., Larsson, A., Dave, G., Environmental and health hazard ranking and assessment of plastic polymers based on chemical composition. *Science of the Total Environment*, 409(18), 3309–3324, 2011.
- [54] Revel, M., Châtel, A., Mouneyrac, C., Micro(nano)plastics: a threat to human health? *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 1, 17–23, 2018.

ATIKSULAR İLE SULANAN TOPRAKLARDA MİKROPLASTİK KİRLİLİĞİ

Prof. Dr. Senar AYDIN

Necmettin Erbakan Üniversitesi, - 0000-0002-0960-480X

Prof. Dr. Mehmet Emin AYDIN

Necmettin Erbakan Üniversitesi, - 0000-0001-6665-198X

ÖZET

Plastik atıkların sınırlı ve uygun olmayan geri kazanımları çevresel ortamlarda gözle görülebilir bir polimer kalıntısı birikmesine yol açmaktadır. Plastiklerin parçalanması sonucu oluşan 5 mm boyutundan daha küçük plastik parçacıklar yani mikroplastikler ekolojik sistem üzerindeki yaygın ve potansiyel riskleri nedeniyle küresel olarak toprakta ortaya çıkan endişe verici kirleticilerdir. Mikroplastiklerin toprağa karışmasının potansiyel yolları atıksular ile tarımsal sulama, arıtma çamuru ve kompost uygulamaları, plastik malçlama, çöpler ve atmosferik çöküntüler olarak sıralanabilir. Toprağa atıksu ve arıtma çamuru uygulaması toprakta mikroplastik kirliliğinin oluşmasına yol açar ve tekrarlanan uygulamalar ile mikroplastikler toprakta birikebilir. Tekstil kumaşlarının yıkanması sırasında açığa çıkan polimer lifler ile kişisel temizlik ve bakım ürünlerinin kullanımından elde edilen mikro boncuklar ve otomobil lastiklerinden kaynaklanan mikroplastikler kanalizasyon sistemi ile arıtma tesisine ulaşırlar. Arıtılmamış atıksular yüksek miktarda mikroplastik içerir. Tarımsal alanların sulanması için arıtılmamış atıksuların doğrudan kullanımı topraktaki en önemli mikroplastik kaynağı olup tarımsal arazilerde mikroplastik kirliliği ile sonuçlanır. Çalışma sonuçları tarımsal sulamada kullanılan atıksuların 164-327 µm arasında çok sayıda küçük plastik parçacıklar içerdiğini göstermektedir. Evsel atıksularda 627000 MP/m³ değerine varan konsantrasyonlarda tespitler yapılmıştır. Atıksudaki PE ve PP miktarı 80-260 mg/m³ aralığında tespiti yapılmıştır. Konvansiyonel atıksu arıtma prosesleri atıksu içerisindeki mikroplastikleri tamamen gidermez. Yapılan çalışmalarda mikroplastiklerin toprak sağlığı ve işlevi üzerine olumsuz etkileri, üzerinde taşıdığı birçok kirletici ile bitkiler için oluşturduğu olumsuz etkileri olduğu kanıtlanmıştır. Besin zinciri yoluyla mikroplastiklerin taşınımının söz konusu olduğu ve insan dokusunda dahi mikroplastiklerin varlığı kanıtlanmıştır. Bildiri kapsamında atıksudaki mikroplastik kaynakları, arıtılmış/arıtılmamış atıksular ile sulanan topraklarda mikroplastik kirliliği, toprak ve insan sağlığı açısından riskler değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Atıksu, mikroplastik, toprak kirliliği.

2. GİRİŞ

Plastiklerin maliyetinin düşük ve kullanımının kolay olması sebebiyle günümüzde her sektörde kullanılan polietilen (PE), polipropilen (PP), polyamid (PA), polistiren (PS), polivinil klorür (PVC) ve naylon gibi polimelerden oluşan malzemedir [1]. Kullanılan mikroplastiklerin uygun bertaraf edilmemesi sebebiyle her yıl plastik atıkların %10 su ortamına ulaşmaktadır [2]. Çevreye bırakılan plastik atıklar mikrobiyal bozunmaya karşı dirençli olduklarından uzun zaman çevrede bulunurlar. Ağır metaller ve organik kirleticiler gibi kimyasalları yüzeylerinde adsorbe eden plastiklerin toksik etkileri artar [3].

Plastikler genel olarak boyutuna göre sınıflandırılmakta olup 25 mm ile 100 mm arasında olanlar makroplastikler, 5 mm ile 25 mm arasında olanlar mezoplastikler, 1 µm ile 5 mm arasında olanlar mikroplastikler ve 1 nm ile 1 µm arasında boyuta sahip olan plastikler nanoplastikler olarak sınıflandırılmaktadır [4]. Çevrede bulunan mikroplastiklerin iki kaynağı vardır. Bunlardan birincisi doğrudan boyutu 5 mm altında üretilen plastikler. Kişisel bakım ürünleri, diş macunu ve plastik yapımında hammadde olarak kullanılan peletlerdir. İkincisi ise mikroplastikler çevredeki plastik atıkların fiziksel, kimyasal ve biyolojik ayrışmanın etkisiyle parçalanması sonucunda oluşmaktadır [5]. Tekstil ürünlerinin yıkanması sonucunda fiber türü mikroplastikler atıksu ortamına karışır. Atıksuya ulaşan mikroplastikler arıtma tesisine gelir [6]. Büyük plastiklerin parçalanması sonucu oluşan mikroplastikler yüzeysel akışlar rüzgar etkisiyle birleşik kanalizasyon sistemi vasıtasıyla arıtma tesislerine ulaşırlar. Konvansiyonel arıtma prosesleri atıksudaki mikroplastikleri gidermek üzere dizayn edilmediğinden tamamen giderim sağlamazlar. Bu nedenle atıksu arıtma tesisi çıkış suları ile alıcı ortama deşarj edilirler [7,8]. Son yıllarda atıksular ile çevreye deşarj edilen mikroplastik miktarının artması alıcı ortamda yaşayan canlılar tarafından mikroplastiklerin besin sanılarak tüketilmesi ve sonunda besin zincirine giren mikroplastiklerin suda yaşayan organizmalar ve insanlar için potansiyel sağlık risklerine yol açabileceği öngörülmektedir.

Nüfus artışı, kişisel su tüketiminin artması, mevcut su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımının sağlanamaması, iklim değişimi sebebiyle su kaynaklarının yetersiz hale gelmesi gibi sebeplerle özellikle kurak ve yarı kurak ülkeler için su çok daha önemli hale gelmiştir. Ülkemizde mevcut su kaynaklarının %70'i Konya bölgesinde ise yaklaşık %90'ı tarımsal sulamada kullanılmaktadır. Geri kazanılmış atıksuların tarım alanlarının sulanmasında kullanılması tatlı su kaynaklarının korunması ve atıksular ile alıcı ortamın kirlenmesinin önüne geçilmesini sağlamaktadır. Atıksuyun azot ve fosfor gibi nutrientler içermesi tarım açısından da fayda sağlamaktadır [9]. Atıksuların tarımsal sulamada kullanımı ile ilgili teknik usul ve uygulamalar Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği [10] kapsamında düzenlenmiştir. Ancak tebliğ kapsamında mikroplastikler ile ilgili bir sınırlama bulunmamaktadır.

Bildiri kapsamında, atıksuda mikroplastikler, atıksu arıtma tesislerinde giderimleri, atıksular ile sulanan topraklarda mikroplastik kirliliği ve çevre sorunları değerlendirilmiştir.

2. ATIKSUDA MİKROPLASTİKLERVE GİDERİMLERİ

Evlerden, okullardan, ofislerden, hastanelerden, ticari ve endüstriyel tesislerden kanalizasyon sistemine verilen sular evsel atıksuyu oluşturur. Birleşik kanalizasyon sistemlerinde evsel

atıksu dışında kentsel yağmur suyu debisinde arıtma tesisine ulaşır. Evsel atıksu içerisindeki mikroplastik kaynakları kişisel bakım ürünleri içerisindeki birincil mikroplastiklerin yanı sıra özellikle çamaşır makinesi çıkış sularıyla yüksek miktarlarda atıksuya karışan tekstil ürünlerinden kopan fiber mikroplastiklerdir. 5-6 kg bir çamaşırın yıkanması sonucu atıksuda polyester kumaştan 6 milyon fiber, akrilik kumaştan ise 700 bin fiber tespit edilmiştir [11,12]. Yağmur suyu içerisinde ise atmosferden ıslak çökeltme ile sürüklenen, araç lastiklerinden kopan parçaların yüzeysel akışlar ile yağmur suyuna karışması ve çevreye düzensiz bir şekilde atılan pek çok plastik atığın parçalanması sonucu oluşan mikroplastiklerin yağmur suyu içerisinde atıksu arıtma tesisine ulaşması söz konusudur. Bu nedenle atıksu farklı kaynaklardan gelebilecek yüksek konsantrasyonda mikroplastik içerir. Kanalizasyon sistemi ile toplanan bu sular tipik bir atıksu arıtma tesisine geldiğinde ızgara, kum tutucu, ön çöktürme fiziksel arıtma prosesleri, aktif çamur prosesi ve son çöktürme içeren biyolojik arıtma ve dezenfeksiyon işleminden sonra alıcı ortama deşarj edilir. Bazen filtrasyon, adsorpsiyon ve UV dezenfeksiyon gibi ileri arıtım prosesleri ile atıksu geri kazanılarak yeniden kullanılabilir. Su arıtımının bir yan ürünü olarak ortaya çıkan arıtma çamurları ise çamur yoğunlaştırma, anaerobik/aerobik çürütme ve çamur susuzlaştırma üniteleri sonucunda tarım alanlarında çamurun bertaraf edilmesi yaygın bir uygulamadır [13,14].

Yapılan çalışmalar da arıtılmış atıksu ve çamurda konvansiyonel arıtma prosesleri ile mikroplastiklerin tamamen giderilmediği, arıtma tesisi çıkış suyu ve arıtma çamuru ile mikroplastiklerin çevreye salındığı rapor edilmiştir. Çizelge 1’de dünyanın farklı ülkelerinde atıksu arıtma tesisi giriş atıksuyunda tespit edilen mikroplastik konsantrasyonları, atıksu arıtma ünitesinde kullanılan arıtma prosesleri ve mikroplastik giderim verimleri sunulmuştur. Atıksu arıtma tesisinde giriş suyunda tespit edilen mikroplastik konsantrasyonlarının farklılık gösterdiği ve mikroplastik gideriminin söz konusu olduğu görülmüştür. Farklı konsantrasyon tespiti atıksu karakterizasyonu ve mikroplastik analiz yönteminin standart olmaması ile açıklanabilir. Mikroplastik analizi için numune alma yöntemi, ön işlemden kullanılan filtreleme gözenek aralığı, organik maddenin oksidasyonu ve mikroplastiklerin ayrılması için yoğunluk ayırma aşamasında farklı yoğunluklu (NaCl , ZnCl_2) çözeltilerin kullanılması sonucu farklı sonuçlar elde edilebilir. Ayrıca mikroplastik sayı, boyut, şekil ve renk sayımlarının farklı mikroskoplar ile gözle gerçekleştirilmesi de farklı sonuçlar elde edilmesine neden olabilir [21].

Arıtma tesisinde tespit edilen mikroplastiklerin polimer türü ve şekli bize atıksudaki kaynağı hakkında bilgi sunar. Arıtma tesisi giriş ve çıkış suyunda tespit edilen mikroplastiklerde 30 farklı tür polimer belirlenmiştir. En yaygın bulunan polimerler polietilen (PE), polyester (PES), polietilen tereftalat (PET) ve polyamid (PA) olmuştur. PES, PET ve PA sentetik kıyafetlerden, PE ise kişisel bakım ürünlerinden kaynaklanmaktadır. Mikroplastikler şekillerine göre fiber, foam, film, pellet ve fragment şekilli olarak tanımlanmaktadır. Atıksuda baskın olarak fiber şekilli mikroplastiklerin olduğu tespit edilmiştir. Bu durum evsel çamaşır makinalarından mikroplastiklerin salındığının bir göstergesidir. İkinci baskın tespit edilen fragment şekilli mikroplastiklerdir. Bunlar günlük yaşamda kullanılan mikroplastiklerin aşınması sonucu oluşmaktadır. Film ve pellet türü mikroplastikler ise plastik poşet ve ambalajlardan ve kişisel bakım ürünleri kaynaklı olarak atıksuda bulunmaktadır [22, 23].

Çizelge 1. Atıksu arıtma tesisinde mikroplastikler ve giderimleri

Ülke	Arıtma prosesi	AAT Giriş Konsantrasyonu (MP/L)	Giderim verimi (%)	Kaynakça
İsveç	Birincil, ikincil	15.1	99.9	[15]
Fransa	Birincil, ikincil	293	88.1	[16]
İngiltere	Birincil, ikincil	15.7	98.4	[17]
Hollanda	Birincil, ikincil	68-910	11-94	[18]
Amerika	Birincil, ikincil	133	95.6	[19]
Finlandiya	Birincil, ikincil	57.6	98.3	[20]
Hollanda	Birincil, membran	68	25.0	[18]
Amerika	Birincil, membran	91	99.4	[19]
Finlandiya	Birincil, membran	57.6	99.3	[20]
Amerika	Birincil, ikincil, ileri	91	97.2	[19]
Finlandiya	Birincil, ikincil, ileri	610	97.8	[21]

Birleşik kanalizasyon sistemi içeren atıksu arıtma tesisi giriş sularında ayrı kanalizasyon sistemine göre daha yüksek mikroplastik konsantrasyonu tespit edilmiştir. Atıksu arıtma tesisine gelen mikroplastik yükü artarken yüzeysel sulara taşınan mikroplastik miktarı azalır [24]. Genel olarak üçüncül (ileri) arıtma proseslerini içeren arıtma tesislerinde birincil ve ikincil arıtma proseslerine göre daha yüksek giderim oranlarının elde edildiği görülmüştür. Arıtma tesislerinde düşük konsantrasyonlarda mikroplastik deşarj ediliyor gibi görünse de günlük deşarj edilen atıksu debisi göz önüne alındığında alıcı ortama yüksek miktarda mikroplastik deşarj edilmektedir. Arıtma tesislerindeki yüksek mikroplastik deşarjının önlenmesi için acilen mevcut tesislerin mikroplastik giderimini gerçekleştirecek şekilde modifiye edilmesi gereklidir.

3. ATIKSULAR İLE SULANAN TOPRAKLARDA MİKROPLASTİKLER VE ETKİSİ

Arıtılmış atıksu ve çamurların araziye uygulanması dünya çapında yaygın kullanılan bir yöntemdir. Büyük miktarlarda uygulanan çamur ve atıksu ile mikroplastiklerin toprağa verilmesine hem kara hem de su ekosistemi açısından kirlenmeye neden olur. Arıtma çamurlarının 1500 MP/kg ile 24000 MP/kg arasında mikroplastik içerdiği tespit edilmiştir. Arıtma çamurunda 15800 MP/kg mikroplastik tespit edildiği ve kireçle stabilizasyon, anaerobik çürütme ve termal kurutma işlemleri ile çamurdan mikroplastik gideriminin yetersiz olduğu rapor edilmiştir [25]. Çamur uygulaması ile Çin’de yılda 1.56×10^{14} plastik parçacığın çevreye verildiği bilinmektedir [26]. Avrupa ve kuzey Amerika’da tarım arazilerine sırasıyla yıllık 430000 ton ve 300000 ton mikroplastik girmektedir [27]. Bu uygulamalar ile büyük miktarlarda mikroplastikler toprakta zamanla birikecek ve UV radyasyonu, sıcaklık nedeniyle nanoplastiklere dönüşecektir. Topraktaki organizmalar ve toprak işleme ve tarımsal işlemler mikroplastiklerin biyobozunma sürecini hızlandırır.

Mikroplastikler polimer yapısının dışında plastikleştirici, alev geciktirici, renklendirici gibi kimyasalların yanında ağır metaller, dioksinler, poliaromatik hidrokarbonlar gibi pek çok kirleticiyi içermektedir. Bu kimyasallar toprak flora ve faunası için zararlı olabilir.

Mikroplastiklerden toprak solucanlarına kirletici transferinin olduğu rapor edilmiştir. Mikroplastiklerin çamur çürütücülerdeki mikrobiyal flora ve deniz mikrobiyotasında toksisiteye neden olduğu belirlenmiştir [28, 29].

Mikroplastiklerin bitkiler üzerine etkisi bitkilerin mikroplastikleri akümüle etmesi ve absorbe edilen mikroplastiklerin bitki büyümesine etkileri ve ardından besin zincirine taşınımı şeklinde olabilir. Mikro ve nano boyutundaki mikroplastiklerin bitki zarı ve hücre duvarından geçebildiği rapor edilmiştir [30]. Toprağa %1 PE plastikleri ve biyolojik parçalanabilir parçacıklar eklendiğinde yetişen buğday biyokütlesinin sayı ve ağırlığında azalma etkisi gibi negatif etki tespit edilmiştir. Mikroplastik kirliliği besin zinciri yoluyla insanlar için bir risk oluşturmaktadır [31,32].

Bakteri mantar gibi toprak mikroorganizmaları üzerine mikroplastiklerin etkisi bakteriyel taşınma, antibiyotiğe dirençli genlerin yayılması ve mikrobiyal metabolizmalar açısından araştırılmıştır. Mikrobiyal aktivite üzerine mikroplastiklerin pozitif veya negatif etkisi için eşik değerler belirlenmiştir. Mikroplastiklerin polimer türü, şekli, konsantrasyonu ve boyutu gibi değişkenler toksik etkileri etkilemektedir. Ayrıca mikrobiyal topluluğun yapısı ve toprak yapısı da toksisiteyi etkileyen değişkenlerdir [33,34].

Mikroplastikler pH, toprak su tutma kapasitesi, toprak agrega boyutu ve stabilitesi, toprak organik maddesi ve toprak enzim aktivitesi gibi toprağın biyofiziksel özelliklerini etkileyebilir. Yapılan çalışmada polyesterin toprak suyu tutma kapasitesini arttırdığı ve polyester, poliakrilik ve polietilenin toprak kütle yoğunluğunu azalttığı belirlenmiştir [34]. Yüksek yoğunluklu polietilen (HDPE), polyester (PES), PET, PP ve PS eklendikten sonra toprak kütle yoğunluğunun azaldığı, ayrıca mikroplastiklerin toprak suyunun buharlaşmasını hızlandırabileceği deneysel çalışmalarda tespit edilmiştir [35]. HDPE'ye 30 gün maruz bırakılmış Lolium perenne ekilmiş topraklarda toprağın pH'sının kontrollere göre daha düşük olduğu belirlenmiştir [36]. PE içeren mikroplastiklerin toprak enzimleri üzerinde olumsuz etkilere sebep olduğu da bildirilmiştir [37].

Çavdarın yetiştirildiği toprak ve toprak solucanlarının bulunduğu simülasyon deneyinde topraktaki mikroplastik kirliliğinin toprak ekosisteminin yerüstü ve yeraltı kısımlarının her ikisinin de etkilendiğini göstermiştir. Biyolojik olarak parçalanabilen polilaktik asit, HDPE ve lifli mikroplastiklerden oluşan mikroplastikler mevcut olduğunda, çavdarın çimlenme oranı ve çimlenme yüksekliğinin azaldığı tespit edilmiştir [36]. Polistiren mikroplastiklerin Vicia faba için ekotoksitesisi ve genotoksitesisinin araştırıldığı çalışmada PS mikroplastiklerinin Vicia faba'nın büyümesi üzerinde önemli bir inhibisyon etkisinin olduğu ve bu mikroplastiklerin nutrient taşınımı için hücre duvarı gözeneklerini ve potansiyel olarak hücre bağlantılarını engellediğini rapor edilmiştir [38]. Ayrıca polietilenin makroskopik ve mikroskopik kalıntılarının ve biyolojik olarak parçalanabilen malç filminin, beslenme ve üreme büyümesi sırasında buğday üzerinde olumsuz etkileri olduğu rapor edilmiştir [39]. Bazı araştırmalar, mikroplastik parçacıkların tohumların tohum kabuğunun gözeneklerini tıkayabileceğini ve bu nedenle su emilimini engelleyebileceğini ve böylece tohumların çimlenme oranını etkileyebileceğini bulmuştur [40].

Günümüzde mikroplastikler zooplankton, balıklar, toprak solucanları, çiftlik hayvanları, kuşlar ve insanlar gibi organizmalarda tespit edilmişlerdir. Rillig ve ark. [41] dört farklı boyutta

mikroplastik ile bir faktöriyel sera deneyi yürütmüştür. Solucanların varlığını küçük PE mikroküreleri ile toprağın derinliklerinde mikroplastik varlığını büyük ölçüde artırmakta ve daha aşağı doğru taşındığı rapor edilmiştir. Solucanların dışında mikroplastikler yay kuyruk böceği, fareler, nematodlar ve salyangozlar gibi diğer küçük toprak omurgasızlarında bulunması mikroplastiklerin doğal trofik transferinin ispatıdır. Bu hayvanlar mikroplastikleri boşaltım ve salgı yoluyla atılımla ve konakçıların dışına yapışma yoluyla toprağa dahil edebilirler. Bu hareketlerin diğer toprak organizmalarının mikroplastiklere maruz kalmasını, mikroplastiklerin daha derinlerde alıkonma süresini ve mikroplastiklerin nihayetinde yeraltı suyuna taşınma olasılığı üzerinde potansiyel sonuçları olabilir. İnsan vücuduna mikroplastiklerin taşınımı besin zinciri yoluyla örneğin PM2.5 solunması, tuz tüketmek, içmesuyu ve diğer mikroplastikler ile kontamine yiyeceklerin tüketilmesi olabilir [42,43]. Mikroplastiklerin insanlar için sağlık riskleri ile ilgili literatürde sınırlı çalışma olduğundan net bilgiler bulunmamaktadır. Ancak bağırsaklar üzerine mikroplastiklerin olumsuz etkilerinin olduğu deniz organizmalarında kanıtlanmıştır [44]. PS içeren mikroplastiklerin farelerin bağırsaklarda işlev bozukluklarına ve bağırsak mikrobiyotasında değişikliklere neden olduğu rapor edilmiştir [45]. Bununla birlikte, toprak besin zinciri ile insan besin zincirine giren mikroplastikler için bir risk değerlendirme sistemi oluşturmak ve mikroplastiklerin insanlar üzerindeki tehlikelerini araştırmak acil konular arasındadır [46].

7. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Mikroplastikler numune alma ve analiz yöntemleri numunede mikroplastik belirleme ve tanımlama sonucunu etkileyeceğinden mikroplastik analizi standart yöntemlerinin geliştirilmesi gereklidir. Arıtma tesislerinde gerçekleştirilen çalışmalarda genellikle 20 µm'den daha büyük mikroplastikler tespit edilmiştir. Fakat daha küçük mikroplastiklerin su ortamında bulunduğu ve su çevresinde yaşayan organizmaların dolaşım sistemlerine girdiği ve biyotoksitesiteye neden olabildiği rapor edilmiştir. Bu nedenle yapılan araştırmalarda daha küçük boyutlu mikroplastikler araştırılmalıdır. Mikroplastikler biyolojik parçalanmaya karşı dirençli olduğundan atıksudan giderildiği düşünülen mikroplastikler arıtma çamurunda birikmektedir. Bu nedenle arıtma çamurunun araziye uygulanması sonucu mikroplastikler çevreye yayılmaktadır. Atıksu ve arıtma çamurunda bulunan mikroplastikler üzerine adsorplanan ağır metal, organik kirletici gibi zararlı bileşikler topraktan besin zinciri yoluyla insan sağlığına olumsuz etkiler gösterebilir. Ayrıca atıksu ile toprağa verilen mikroplastikler toprak içerisine sızarak yeraltı suyuna veya yüzeysel akışlar ile yüzeysel sulara ulaşabilirler. Yapılan çalışmalar okyanus tabanlarında, kuzey kutbu ve Antartika gibi insan faaliyetlerinde uzak yerlerde büyük miktarlarda mikroplastiklerin tespit edildiğini göstermektedir. Kaynakta kontrol ve ayrıca atıksu ve çamur arıtım proseslerinin mikroplastikleri de giderecek şekilde modifiye edilmesi gereklidir.

KAYNAKÇA

- [1] Vikas Madhav, N., Gopinath, K.P., Krishnan, A., Rajendran, N., Krishnan, A., A critical review on various trophic transfer routes of microplastics in the context of the Indian coastal ecosystem, *Watershed Ecol. Environ.* 2, 25–41, 2020.
- [2] Viršek, M.K., Lovšin, M.N., Koren, Š, Kržan, A., Peterlin, M., Microplastics as a vector for the transport of the bacterial fish pathogen species *Aeromonas salmonicida*, *Mar. Pollut. Bull.* 15, 301-309, 2017.
- [3] Yang, Y., Liu, W., Zhang, Z., Grossart, H., Gadd, G.M., Microplastics provide new microbial niches in aquatic environments, *Appl. Microbiology and Biotechnology*, 6501–6511, 2020.
- [4] Kang, P., Ji, B., Zhao, Y., Wei, T., How can we trace microplastics in wastewater treatment plants: a review of the current knowledge on their analysis approaches, *Sci. Total Environ.* 745, 140943, 2020.
- [5] Turan, N.B., Sari Erkan, H., Onkal Engin, G., Microplastics in wastewater treatment plants: occurrence, fate and identification, *Process Saf. Environ. Prot.* 146, 77–84, 2021.
- [6] Iyare, P.U., Ouki, S.K., Bond, T., Microplastics removal in wastewater treatment plants: a critical review, *Environ. Sci. Water Res. Technol.* 6, 2664–2675, 2020.
- [7] Franzellitti, S., Canesi, L., Auguste, M., Wathsala, R.H.G.R., Fabbri, E., Microplastic exposure and effects in aquatic organisms: a physiological perspective, *Environ. Toxicol. Pharmacol.* 68, 37–51, 2019.
- [8] Edo, C., González-Pleiter, M., Leganés, F., Fernandez-Piñas, F., Rosal, R., Fate of microplastics in wastewater treatment plants and their environmental dispersion with effluent and sludge, *Environ. Pollut.* 259, 2020.
- [9] Tchobanoglous, G., Burton, F.L., Stensel, H.D. *Wastewater Engineering Treatment and Reuse*, Fourth Edition, ISBN-13: 9780070418783, Metcalf & Eddy, 2004.
- [10] Çevre, Orman ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği, Tarih: 20 Mart 2010, Sayı: 27527, 2010.
- [11] Napper, I.E., Thompson, R.C., Release of synthetic microplastic plastic fibres from domestic washing machines: effects of fabric type and washing conditions. *Mar. Pollut. Bull.* 112 (1–2), 39–45, 2016.
- [12] Boucher, J., Friot, D., *Primary Microplastics in the Oceans: A Global Evaluation of Sources*. IUCN Gland, Switzerland, 2017.
- [13] Ziajahromi, S., Neale, P.A., Telles Silveira, I., Chua, A., Leusch, F.D.L., An audit of microplastic abundance throughout three Australian wastewater treatment plants, *Chemosphere* 263, 2021.
- [14] Freeman, S., Booth, A.M., Sabbah, I., Tiller, R., Dierking, J., Klun, K., Rotter, A., Ben-David, E., Javidpour, J., Angel, D.L., Between source and sea: the role of wastewater treatment in reducing marine microplastics, *J. Environ. Manag.* 266 (2020), 110642

- [15] Magnusson, K., Noren, F., Screening of Microplastic Particles in and Down-Stream a Wastewater Treatment Plant. Report C55. Swedish Environmental Research Institute, Stockholm, 2014.
- [16] Dris, R., Gasperi, J., Rocher, V., Saad, M., Renault, N., Tassin, B., Microplastic contamination in an urban area: a case study in Greater Paris. *Environ. Chem.* 12 (5), 2015.
- [17] Murphy, F., Ewins, C., Carbonnier, F., Quinn, B., Wastewater treatment works (WwTW) as a source of microplastics in the aquatic environment. *Environ. Sci. Technol.* 50 (11), 5800-5808, 2016.
- [18] Leslie, H.A., Brandsma, S.H., van Velzen, M.J., Vethaak, A.D., Microplastics en route: field measurements in the Dutch river delta and Amsterdam canals, wastewater treatment plants, North Sea sediments and biota. *Environ. Int.* 101, 133, 2017.
- [19] Michielssen, M.R., Michielssen, E.R., Ni, J., Duhaime, M., Fate of microplastics and other small anthropogenic litter (SAL) in wastewater treatment plants depends on unit processes employed. *Environ. Sci. Water Res. Technol.* 2 (6), 2016.
- [20] Lares, M., Ncibi, M.C., Sillanpää, M., Sillanpää, M., Occurrence, identification and removal of microplastic particles and fibers in conventional activated sludge process and advanced MBR technology. *Water Res.* 133, 236-246, 2018.
- [21] Talvitie, J., Mikola, A., Setälä, O., Heinonen, M., Koistinen, A., How well is microlitter purified from wastewater?- a detailed study on the stepwise removal of microlitter in a tertiary level wastewater treatment plant. *Water Res.* 109, 164-17, 2016.
- [22] Browne, M.A., Crump, P., Niven, S.J., Teuten, E., Tonkin, A., Galloway, T., Thompson, R., Accumulation of microplastic on shorelines worldwide: sources and sinks. *Environ. Sci. Technol.* 45 (21), 9175-9179, 2011.
- [23] Sun, J., Dai, X., Wang, Q., van Loosdrecht, M.C.M., Ni, B.J., Microplastics in wastewater treatment plants: Detection, occurrence and removal, *Water Research*, 152, 21-37, 2019.
- [24] Wagner, S., Hüffer, T., Klockner, P., Wehrhahn, M., Hofmann, T., Reemtsma, T., Tire wear particles in the aquatic environment - a review on generation, analysis, occurrence, fate and effects. *Water Res.* 139, 83-100, 2018.
- [25] A.M. Mahon, B. O'Connell, M.G. Healy, I. O'Connor, R. Officer, R. Nash, L. Morrison, Microplastics in sewage sludge: effects of treatment, *Environ. Sci. Technol.* 51, 810-818, 2017.
- [26] Li, X., Chen, L., Mei, Q., Dong, B., Dai, X., Ding, G., Zeng, E., Microplastics in sewage sludge from the wastewater treatment plants in China, *Water Res.* 142, 75-85, 2018.
- [27] Nizzetto, L., Futter, M., Langaas, S., Are agricultural soils dumps for microplastics of urban origin? *Environ. Sci. Technol.* 50, 10777-10779, 2016.
- [28] Gaylor, M.O., Harvey, E., Hale, R.C., Polybrominated diphenyl ether (PBDE) accumulation by earthworms (*Eisenia fetida*) exposed to biosolids-, polyurethane foam microparticle-, and penta-BDE-amended soils. *Environ. Sci. Technol.* 47 (23), 13831-13839, 2013.

- [29] Oliviero, M., Tato, T., Schiavo, S., Fernandez, V., Manzo, S., Beiras, R., Leachates of micronized plastic toys provoke embryotoxic effects upon sea urchin *Paracentrotus lividus*. *Environ. Pollut.* 247, 706-715., 2019.
- [30] Bandmann, V., Müller, J.D., Kohler, T., Homann, U., Uptake of fluorescent nano beads into BY2-cells involves clathrin-dependent and clathrin-independent endocytosis. *FEBS Lett.* 586 (20), 3626-3632, 2012.
- [31] Qi, Y., Yang, X., Pelaez, A.M., Lwanga, E.H., Beriot, N., Gertsen, H., Garbeva, P., Geissen, V., Macro- and micro-plastics in soil-plant system: effects of plastic mulch film residues on wheat (*Triticum aestivum*) growth. *Sci. Total Environ.* 645, 1048-1056, 2018.
- [32] Rillig, M.C., Lehmann, A., de Souza Machado, A.A., Yang, G., Microplastic effects on plants. *New Phytol.* 223 (3), 1066-1070, 2019.
- [33] Bradney, L., Wijesekara, H., Palansooriya, K.N., Obadamudalige, N., Bolan, N.S., Ok, Y.S., Rinklebe, J., Kim, K.H., Kirkham, M.B., Particulate plastics as a vector for toxic trace-element uptake by aquatic and terrestrial organisms and human health risk. *Environ. Int.* 131, 104937, 2019.
- [34] Wijesekara, H., Bolan, N.S., Bradney, L., Obadamudalige, N., Seshadri, B., Kunhikrishnan, A., Dharmarajan, R., Ok, Y.S., Rinklebe, J., Kirkham, M.B., Vithanage, M., Trace element dynamics of biosolids-derived microbeads. *Chemosphere* 199, 331-339, 2018.
- [34] de Souza Machado, A.A., Lau, C.W., Till, J., Kloas, W., Lehmann, A., Becker, R., Rillig, M.C., Impacts of microplastics on the soil biophysical environment. *Environ. Sci. Technol.* 52, 9656–9665, 2018.
- [35] Wan, Y., Wu, C., Xue, Q., Hui, X., Effects of plastic contamination on water evaporation and desiccation cracking in soil. *Sci. Total Environ.* 654, 576–582, 2019.
- [36] Boots, B., Russell, C.W., Green, D.S., Effects of microplastics in soil ecosystems: above and below ground. *Environ. Sci. Technol.* 53, 11496–11506, 2019.
- [37] Yu, L., Zhang, J.D., Liu, Y., Chen, L.Y., Tao, S., Liu, W.X., Distribution characteristics of microplastics in agricultural soils from the largest vegetable production base in China. *Sci. Total Environ.* 756, 2021.
- [38] Jiang, C., Yin, L., Li, Z., Wen, X., Luo, X., Hu, S., Yang, H., Long, Y., Deng, B., Huang, L., Liu, Y., Microplastic pollution in the rivers of the Tibet Plateau. *Environ. Pollut.* 249, 91–98, 2019.
- [39] Qi, Y., Yang, X., Pelaez, A.M., Huerta Lwanga, E., Beriot, N., Gertsen, H., Garbeva, P., Geissen, V., Macro- and micro- plastics in soil-plant system: effects of plastic mulch film residues on wheat (*Triticum aestivum*) growth. *Sci. Total Environ.* 645, 1048–1056, 2018.
- [40] Bosker, T., Bouwman, L.J., Brun, N.R., Behrens, P., Vijver, M.G., Microplastics accumulate on pores in seed capsule and delay germination and root growth of the terrestrial vascular plant *Lepidium sativum*. *Chemosphere* 226, 774–781, 2019.

- [41] Rillig, M.C., Ziersch, L., Hempel, S., Microplastic transport in soil by earthworms. *Sci. Rep.* 7, 1362, 2017.
- [42] Hernandez, L.M., Xu, E.G., Larsson, H.C.E., Tahara, R., Maisuria, V.B., Tufenkji, N., Plastic teabags release billions of microparticles and nanoparticles into tea. *Environ. Sci. Technol.* 53, 12300–12310, 2019.
- [43] Zhang, L., Xie, Y., Liu, J., Zhong, S., Qian, Y., Gao, P., An overlooked entry pathway of microplastics into agricultural soils from application of sludge-based fertilizers. *Environ. Sci. Technol.* 54, 4248–4255, 2020.
- [44] Andrade, M.C., Winemiller, K.O., Barbosa, P.S., Fortunati, A., Chelazzi, D., Cincinelli, A., Giarrizzo, T., First account of plastic pollution impacting freshwater fishes in the Amazon: ingestion of plastic debris by piranhas and other serrasalmids with diverse feeding habits. *Environ. Pollut.* 244, 766-773, 2019.
- [45] Jin, Y., Lu, L., Tu, W., Luo, T., Fu, Z. Impacts of polystyrene microplastic on the gut barrier, microbiota and metabolism of mice. *Sci. Total Environ.* 649, 308–317, 2019.
- [46] Zhou, Y., Wang, J., Zou, M., Jia, Z., Zhou, S., Li, Y., Microplastics in soils: a review of methods, occurrence, fate, transport, ecological and environmental risks. *Sci. Total Environ.* 748, 141368, 2020.

INVESTIGATION OF THE CAUSES OF HIGH SERUM HOMOCYSTEINE LEVELS IN GERIATRIC PATIENTS

Uz. Dr. Gamze Gök

Ankara Bilkent City Hospital Medical Biochemistry Laboratory,
ORCID ID:0000-0002-2804-5548

Doç. Dr. Salim Neşelioğlu

Ankara Yıldırım Beyazıt University, Faculty of Medicine, Department of Medical
Biochemistry, - ORCID ID:0000-0002-0974-5717

ABSTRACT

Homocysteine is a sulfurous amino acid that is a metabolite of methionine. Hyperhomocysteinemia is a predisposing factor for coronary, cerebral and peripheral vascular diseases. In this study, we aim to investigate high serum homocysteine levels of geriatric patients. Our study was approved by the Ankara Bilkent City Hospital No. 2 Clinical Research Ethics Committee (25/04/2023, No: E2-23-3951). Disease diagnoses of patients aged 65 years and older than 65 years, who applied to our hospital between 01/01/2022 and 31/12/2022 and whose serum homocysteine levels were equal to or higher than 30 $\mu\text{mol/L}$, were included in our study. In our hospital, diagnoses are expressed with the International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems codes. In this retrospective study, a total of 108 male, (age mean 75.3 ± 7.41) and 130 female (age mean $=78.7 \pm 8.49$) patient results were included. The mean homocysteine level in male geriatric patients was 42.4 ± 21.7 and the most common diagnosis was Diseases of the nervous system. The mean homocysteine level in female geriatric patients was 38.7 ± 22.1 , and the most common diagnosis was Diseases of the circulatory system. We think that our study contributes to the literature and further studies are needed on this subject.

Key Words: Homocysteine, Laboratory information system, Geriatric patients

SULU ORTAMLARDAKİ RIFAMPİSİNİN MİKRO ÖLÇEKLİ SIFIR DEĞERLİKLİ DEMİR PARTİKÜLÜ İLE GİDERİMİNİN İNCELENMESİ

Doktor Öğretim Üyesi, Burçin YILDIZ

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, – ORCID: 0000-0001-9750-7278

ÖZET

Antibiyotiklerin akut ve kronik toksisite, mikrobiyal popülasyonu değiştirme/bozma, fotosentetik organizmaları olumsuz etkileme, antibiyotik dirençli genleri oluşturma gibi olumsuz etkilerinin olması, yoğun kullanımlarının bir sorun haline gelmesine sebep olmuştur. Antibiyotikler birçok farklı yola çevresel ortama girebilmekte ve atıksularda, hastane atıksularında, arıtma tesislerinde, nehirlerde ve yer altı sularında ölçülebilmektedir. Klasik biyolojik arıtım prosesleri sulardan antibiyotikleri gidermede yetersiz kalmaktadır. Bu sebeple antibiyotikleri arıtmak için ileri arıtım prosesleri tercih edilmektedir. Bu amaçla bu çalışmada bakteriyel patojenlere karşı geniş spektrumlu ve oldukça güçlü olan, tüberküloz tedavisinde yaygın olarak kullanılan rifampisin antibiyotiğinin, uygun maliyetli güçlü bir indirgeyici olan, bol miktarda bulunan ve toksik olmayan mikro ölçekli sıfır değerlikli demir partikülü (mZVI) ile giderimi incelenmiştir. mZVI ticari olarak satın alınmış ve yıkama işlemlerinden sonra kullanılmıştır. Çözelti pH'ı (2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9), mZVI dozajı (0.2, 0.4, 0.6 ve 0.8 g/L), başlangıç rifampisin konsantrasyonu (10, 20, 40, 60 ve 80 mg/L) ve sıcaklık (25, 40 ve 55 °C) gibi deneysel değişkenlerin rifampisinin giderim verimi üzerindeki etkisini değerlendirmek için kesikli deneyler gerçekleştirilmiştir. Yapılan deneyler, rifampisin giderim veriminin pH'dan önemli ölçüde etkilendiğini ve en iyi giderim veriminin asidik pH'da elde edildiğini göstermiş, optimum pH'nın 3 olduğu belirlenmiştir. mZVI dozajı ve sıcaklık artışları rifampisin giderim verimlerinde ufak artışlara, kirletici derişimin artması da verimlerde azalmaya sebep olmuştur. Optimum koşullar olan pH:3, 0.6 g/L mZVI dozajında 40 mg/L başlangıç rifampisin konsantrasyonu için 25 °C'de maksimum %84 giderim verimi elde edilmiştir. Desorpsiyon çalışması sonucunda mZVI yüzeyine adsorplanan rifampisin konsantrasyonu tespit edilemeyecek kadar düşük olduğundan, giderim mekanizmasının adsorpsiyondan ziyade degradasyon olduğu düşünülmüştür.

Anahtar Kelimeler : Rifampisin, mikro ölçekli sıfır değerlikli demir (mZVI), degradasyon

BİR YABAN KEÇİSİNDE (*Capra aegagrus aegagrus*) DİLİN MAKROANATOMİK, MORFOMETRİK YAPISI VE ARTERİEL VASKULARİZASYONU ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA

Doç. Dr., Gülseren KIRBAŞ DOĞAN

Kafkas Üniversitesi, - 0000-0003-3770-9956

ÖZET

Keçiler, Bovidae familyasının Bovinae alt familyasından *Capra* cinsini oluşturan memelilerdir. Dağ keçisi (*Capra*), 9 türü içine alan bir cinstir. Evcil keçi (*Capra aegagrus hircus*) diğer bir adıyla yaban keçisinin evcilleştirilmiş bir alt türüdür. Yaban keçisinde dilin arteriel beslenmesini sağlayan ana damar olan arteria lingualis'in arteria carotis externa'dan direkt ayrıldığı saptandı. Arteria lingualis'in devamında arteria sublingualis ve arteria profunda lingualis adlı iki kalın dala ayrıldığı görüldü. Arteria sublingualis'in arteria lingualis'in ventral'inden çıktığı belirlendi. Dil makroanatomik olarak apex linguae, corpus linguae ve radix linguae olmak üzere üç kısımda incelendi. Yaban keçisinin toplam dil uzunluğu 134, 24 mm, genişliği 30,11 mm olarak ölçüldü. Sonuç olarak, ülkemizin yaban hayatı çeşitliliği içerisinde bulunan fakat son yıllarda kaçak-kontrolsüz avlanma veya trafik kazalarından dolayı nesli kaybolmaya başlamış Anadolu yaban keçisine ait bu bulguların belki de ilk veya son çalışma olabileceği unutulmamalıdır. Sunulan çalışmanın benzer konuda yapılacak olan bilimsel çalışmalara ve keçilerde ağız boşluğu içerisinde yapılacak olan cerrahi operasyonlara katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Anadolu yaban keçisi, Anatomi, Dil, Vaskularizasyon

A STUDY on MACROANATOMICAL, MORPHOMETRIC STRUCTURE, and ARTERIAL VASCULARIZATION of TONGUE in a WILD GOAT (*Capra aegagrus aegagrus*)

ABSTRACT

Goats are mammals that found the genus *Capra* from the subfamily Bovinae of the Bovidae family. Mountain goat (*Capra*) is a genus that includes 9 species. The domestic goat (*Capra aegagrus hircus*) is a domesticated subspecies of the wild goat. It was determined that arteria lingualis, which is the main vessel that provides arterial nutrition of the tongue in wild goats, is directly separated from the arteria carotis externa. In the continuation of the arteria lingualis, it was observed that it divided into two thick branches named arteria sublingualis and arteria

profunda lingualis. It was determined that arteria sublingualis emerged from the ventral aspect of arteria lingualis. The tongue was analyzed macroanatomically in three parts as apex linguae, corpus linguae, and radix linguae. The total length of the tongue of the wild goat was 134.24 mm and the width was 30.11 mm. As a result, it should not be forgotten that these findings of the Anatolian wild goat, which is in the diversity of wildlife in our country, but has started to disappear due to illegal and uncontrolled hunting or traffic accidents in recent years, may be the first or the last study. It is thought that the presented study will contribute to scientific studies to be carried out on a similar subject and to surgical operations to be performed in the oral cavity of goats.

Keywords: Anatomy, Anatolian Wild Goat, Tongue, Vascularization

1. INTRODUCTION

Goats are mammals of the genus *Capra*, subfamily Bovinae of the Bovidae family. Mountain goat (*Capra*) is a genus with 9 species. Domestic goat (*Capra aegagrus hircus*), also known as a domesticated subspecies of wild goat [2]. It is possible to come across the Wild Goat, some species of the Caucasus and the Middle East, in the world, in the Aegean, Mediterranean, Southeastern Anatolia, Eastern Anatolia, and Black Sea regions of our country, up to 4000-4500 m above sea level [3].

The tongue is an organ located in the cavum oris proprium, which extends to the oropharynx consisting of skeletal muscles [7]. It has the functions of licking water, holding food, chewing, and helping to swallow. It consists of three parts, the apex linguae, the corpus linguae, and the radix linguae [4, 6]. The corpus linguae is united with the floor of the oral cavity by means of a mucosal fold called frenulum lingua [20]. Ruminants have a torus linguae seated on the fossa linguae caudal to the dorsal aspect of the tongue [5]. Due to the hollow structure of the fossa linguae, nutrients can accumulate here. This is why infection is one of the most likely places to occur. The tongue mucosa is hard and tightly attached to the muscles in the dorsal and lateral parts. This junction is looser and less keratinized ventrally. Arterial vascularization of the tongue is provided by arteria lingualis. This vessel is a branch of the truncus linguofacialis, which originates from the arteria carotis externa in equine. Arteria facialis, which participates in the formation of Truncus linguofacialis, is absent in sheep and goats. Therefore, truncus linguofacialis is not formed in these animals [9]. There are a number of papillae on the dorsal surface of the tongue, which vary in distribution, volume, shape, and number according to animal species. They are classified according to their functions as mechanical papillae and gustatory papillae [18]. In Saanen goats, papilla filiformis, papilla lenticulare, and papilla conica from mechanical papillae. It has been observed that papilla vallate and papilla fungiformis are present from the gustatory papillae [19].



Figure 1. Anatolian wild goat (*Capra aegagrus hircus*) in Kafkas University Wildlife Rescue and Rehabilitation Center (Kars, Turkey)

In this study, it was aimed to determine the macroanatomical and morphometric structure of the tongue and the vessels that provide arterial vascularization of the tongue in Anatolian wild goats (*Capra aegagrus aegagrus*) (Figure 1) living in the Caucasus and Northern Anatolia Region.

2. MATERIALS and METHODS

In order to carry out this study, necessary permissions were obtained from the Ministry of Agriculture and Forestry, General Directorate of Nature Conservation and National Parks (21264211-288.04/ E.3790788). The animal material consisted of a wild goat, which was brought to the Caucasus University Wildlife Rescue and Rehabilitation Center as dead. The skin and muscles in the neck region were excluded, and the arteria carotis communis was reached. After the arteria carotis communis was fixed with a saline tube, the inside of the vessels was cleaned with physiological saline. Then, latex colored with red rotring dye was injected. After the vessels were completely filled, the procedure was terminated with a hemostat. After the material prepared in this way was kept in the refrigerator for 1 week, the vessels were revealed by dissection (Figure 2). Measurements were taken with the help of digital caliper from the points where measurements should be taken. NAV [16] was used as a basis for naming scientific anatomical terms.



Figure 2: Study material

3. RESULTS

The tongue was analyzed macroanatomically in three parts: apex linguae, corpus linguae, and radix linguae. Total tongue length in wild goat was measured as 134.24 mm. Apex linguae length was 30.43 mm and width was 20.93 mm. The corpus linguae was 73.55 mm in length and 30.11 mm in width. Radix linguae length was 30.26 mm and width was 35.72 mm. According to the measurement results, it is understood that the width of the tongue increases from the apex linguae to the radix linguae. Arteria lingualis was found to be separated from arteria carotis communis at the level of the ramus mandibula (Figure 3).



Figure 3: Branches of arteria carotis externa after removal of glandula parotis in wild goat (1: arteria carotis externa, 2: arteria lingualis, 3: rami parotidei, 4: glandula parotis, 5: arteria transversa

faciei, **6:** arteria temporalis superficialis, **7:** arteria maxillaris, **8:** arteria alveolaris inferior, **9:** arteria ophtalmica externa, **10:** arteria malaris, **11:** common root of arteria infraorbitalis and arteria sphenopalatina and arteria palatina descendens)

In the continuation of the arteria lingualis, it was observed that it divided into two thick branches named arteria sublingualis and arteria profunda lingualis. It was determined that arteria sublingualis emerged from the ventral aspect of arteria lingualis. Arteria profunda lingualis was found to be a stronger vessel. It was seen that this vessel gives strong branches that feed the tongue muscles from the apex to the radix of the tongue. Along its course, arteria lingualis has also been found to give out perihyoid branches, several muscle branches, and glandular branches (Figure 4).



Figure 4: Arteries supplying tongue in wild goat (**1:** arteria lingualis, **2:** arteria profunda lingualis, **3:** arteria sublingualis, **4:** muscular branches of arteria profunda lingualis supplying radix linguae, **5:** muscular branches of arteria profunda lingualis supplying corpus linguae)

Papillae filiformes from tongue papillae; It was found that they were located in the region from the apex of the tongue to the torus linguae and were numerous. It was confirmed that the papillae conicae were typically cone-shaped with pointed ends and localized in the lateral part of the oral cavity. Papillae lentiformes were mechanically effective tongue papillae that appeared prominently in shape and volume on the torus linguae. From the taste papillae, it was determined that papillae fungiformes were located in the form of fungi and scattered among the papillae filiformes. Papillae vallatae were found to be localized on both sides of the radix linguae (Figure 5).



Figure 5: Some tongue papillae in wild goat (red circle: papilla filiformis, green circle: papilla fungiformis, blue circle: papilla lenticulare, yellow circle: papilla vallata)

4. DISCUSSION and CONCLUSIONS

The tongue is a mobile organ consisting of the apex, corpus, and radix parts, which have unique features in the digestive system. Mammalian tongue has different morphological features. The morphology of the tongue and the topographic distribution of the papillae varied in different species. This is affected by diet and environmental conditions [12]. While total tongue length was 97 mm in gazelles [11], 127 mm in Egyptian Ossimi sheep [1], 147 mm in Rahmani sheep [14], 150 mm in Norduz sheep [8], 197 mm in adult rams [15], 155 mm in male goats [17], 135 mm in Saanen goats [19], it was measured as 134, 24 mm in wild goats. As Kadhim [17] stated, the total length of the tongue was measured the most in rams. While apex linguae length was reported as 27 mm in gazelles, 51 mm in adult rams [15], it was calculated 30.43 mm in wild goats. Apex linguae width was 16 mm in gazelles and 20.93 mm in wild goats. The same parameter was determined as 33 mm in adult rams [15]. While the corpus linguae length was 123 mm and the width 31 mm in adult rams [15], the same values were measured as 73, 55 mm and 30.11 mm in Wild goats, respectively. Radix linguae length was 23 mm in adult rams [15] and 30.26 mm in Wild goats. Radix linguae width was found to be 35.72 mm in wild goats. The width of the tongue in Saanen goats [19] was reported as 30 mm, 34 mm and 35 mm in the apex, corpus, and radix parts respectively. When we make a comparison, it is seen that the width of the radix linguae is exactly the same in Saanen goats and Wild goats.

Dursun [9] reported that arteria lingualis separates from truncus linguofacialis in ruminants and from arteria carotis communis in pigs and carnivores. In the presented study, as Rashwan et al. [21] it was seen that the arteria lingualis was directly separated from the arteria carotis communis. Arteria profunda lingualis was found to be a stronger vessel. It was seen that this vessel gives strong branches that feed the tongue muscles from the apex to the radix of the

tongue. It was also found that arteria lingualis gives off perihyoid branches, several muscle branches, and glandular branches throughout its course.

As Erdoğan and Sağsöz [10] stated, in the presented study, the papilla filiformis was in the majority and on the apex lingua. There are also studies that show that each papilla has different variations [1, 13].

As a result, it should not be forgotten that these findings of the Anatolian wild goat, which is in the diversity of wildlife in our country, but which is on the verge of extinction due to illegal and uncontrolled hunting or traffic accidents in recent years, may be the first or the last study. It is thought that the presented study will contribute to the scientific studies to be carried out on a similar subject and the surgical operation to be performed in the oral cavity region.



Figure 5: An injured Anatolian wild goat treated at center

REFERENCES

- [1] Abumandour, M.M.A., Morsy, K., Elghoul, M. Morphological Features of the Egyptian Ossimi Sheep Tongue: New Scanning Electron Microscopic Insights into Its Papillary System Adaptations to Egyptian Ecological Conditions. *Anatomia Histologia Embryologia*, 52, 262–278, 2023.
- [2] https://tr.wikipedia.org/wiki/Da%C4%9F_ke%C3%A7isi. Date of access: 20.04.2018
- [3] <http://www.tramem.org/memeliler/?fsx=2fsdl17@d&tur=Yabanke%C3%A7isi>. Date of access: 25.04.2018
- [4] Bahadır, A., Yıldız, H. *Veteriner Anatomi (Hareket sistemi & İç organlar)*, Ezgi kitabevi, gözden geçirilmiş 5. baskı, 325-328, 2014.
- [5] Budras, K.D., Wünsche, A. *Veteriner Anatomi Atlası (Sığıır)*. Medipress yayıncılık, Malatya, 2.baskı, 92-93, 2009.

- [6] Çakır, A., Hazıroğlu, M. *Veteriner Anatomi Konu Anlatımı ve Atlas*. Elsevier, Güneş Tıp kitabevi, 4.baskı, 2018.
- [7] Demiraslan, Y., Orhun Dayan, M. *Veteriner Sistematik Anatomi*, Atlas Kitabevi, 1. Basım, Mayıs, 2021.
- [8] Delibaş, V., Soygüder, Z., Çakmak, G., Gündüz, M.S. Morphological Examination of Tongue Papillae in Norduz Sheep: A Scanning Electron Microscopic Study. *Van Veterinary Journal*, 34, 1, 75-80, 2023. DOI:<https://doi.org/10.36483/vanvetj.1243598>
- [9] Dursun, N. *Veteriner Anatomi II*, 12th ed., Medisan publication, Ankara, 2008.
- [10] Erdoğan, S., Sağsöz, H. Papillary Architecture and Functional Characterization of Mucosubstances in the Sheep Tongue. *The Anatomical Record*, 301, 1320–1335, 2018.
- [11] Ghafil, H.D., Khaleel, I.M. Morphological and Morphometrical Study of Tongue in Local Adult Gazelle (*Gazella subgutturosa*). *Journal of Survey in Fisheries Sciences* 10(3S), 5731-5738, 2023.
- [12] Iwasaki, S. Evolution of the Structure and Function of the Vertebrate Tongue, *Journal of Anatomy*, 201, 1–13, 2002.
- [13] Mahdy, M.A.A., Abdalla, K.E.H., Mohamed, S.A. Morphological and Scanning Electron Microscopic Studies of the Lingual Papillae of the Tongue of the Goat (*Capra hircus*). *Microscopic Research Technique*, 84, 891–901, 2021.
- [14] Madkour, F.A., Soliman, S.A., Elmansi, A., Abd-Elhafeez, H.H. Morphometrical and Scanning Electron Microscopic Investigations on the Rahmani Sheep's Tongue: Adaptive Strategies for Feeding Behaviors. Preprints, doi:10.20944/preprints202306.1376.v1
- [15] Murad, N.A., Hassan, N.H., Abid, T.A. Anatomical Study of the Tongue in Adult Rams. *Kufa Journal For Veterinary Medical Sciences*, 1, 2, 2010.
- [16] NAV: *International Committee on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature. Nomina Anatomica Veterinaria* (NAV). 6th ed., World Association of Veterinary Anatomists, Hanover (Germany), Ghent (Belgium), Columbia, MO (U.S.A.), Rio de Janeiro (Brazil), 2017.
- [17] Kadhim, K.H. A Comparative Anatomical and Histological Study of the Tongue and Lingual Papillae in Adult Awassi Rams (*Ovis ovis*) and Billy-goat (*Capra hircus*). *AL-Qadisiya Journal of Veterinary Medicine Science*, 15, 1, 2016.
- [18] König, H.E., Liebich, H.G. *Veteriner Anatomi (Evcil Memeli Hayvanlar)*, Medipres, 3. baskı, 329, 2022.
- [19] Kürtül, İ., Atalgın, Ş.H. Scanning Electron Microscopic Study on the Structure of the Lingual Papillae of the Saanen Goat. *Small Ruminant Research*, 80, 52–56, 2008.
- [20] Popesko, P. *Evcil Hayvanların Topografik Anatomi Atlası*, Volume 3, Pelvis ve Ekstremiteler, Nobel Tıp Kitabevi, 51-55, 2010.



[21] Rashwan, A., Sayed-Ahmed, A., Elsharaby, A. Comparative Anatomical Studies on the Terminal Branches of the Lingual Artery of the Adult Sheep and Dog. Alex Journal of Veterinary Science, 34, 1, 63-76, 2011.

BİR YABAN KEÇİSİNDE (*Capra aegagrus aegagrus*) GÖZÜN MAKROANATOMİK YAPISI VE ARTERİEL VASKULARİZASYONU

Doç. Dr., Gülseren KIRBAŞ DOĞAN
Kafkas Üniversitesi, 0000-0003-3770-9956

ÖZET

Keçiler, Bovidae familyasının Bovinae alt familyasından Capra cinsini oluşturan memelilerdir. Dağ keçisi (Capra), 9 türü içine alan bir cinstir. Evcil keçi (*Capra aegagrus hircus*) diğer bir adıyla yaban keçisinin evcilleştirilmiş bir alt türüdür. Yaban keçisinde gözün arteriel beslenmesini ana damarlar olarak arteria malaris, arteria ophthalmica externa ve arteria ophthalmica interna sağlanmaktaydı. Arteria ophthalmica externa'nın göz küresine girdikten sonra görme sinirinin kan damar ağı olan rete mirabile ophthalmicum'u oluşturduğu tespit edildi. Nervus opticus'un çapı 4.15 mm olarak ölçüldü. Sonuç olarak, ülkemizin yaban hayatı çeşitliliği içerisinde bulunan fakat son yıllarda kaçak-kontrolsüz avlanma veya trafik kazalarından dolayı nesli kaybolmaya yüz tutmuş Anadolu yaban keçisine ait bu bulguların belki de ilk veya son çalışma olabileceği unutulmamalıdır. Sunulan çalışmanın benzer konuda yapılacak olan bilimsel çalışmalara ve göz cerrahisi operasyonlarına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Anadolu Yaban keçisi, Anatomi, Göz, Vaskularizasyon

MACROANATOMICAL STRUCTURE and ARTERIAL VASCULARIZATION of the EYE in a WILD GOAT (*Capra aegagrus aegagrus*)

ABSTRACT

Goats are mammals that found the genus Capra from the subfamily Bovinae of the Bovidae family. Mountain goat (Capra) is a genus that includes 9 species. The domestic goat (*Capra aegagrus hircus*) is a domesticated subspecies of the wild goat. In the wild goat, arteria malaris, arteria ophthalmica externa, and arteria ophthalmica interna were provided as the main vessels for the arterial nutrition of the eye. After arteria ophthalmica externa entered the eyeball, it was determined that the nervus opticus formed the rete mirabile ophthalmicum, which is the blood vessel network. The diameter of the nervus opticus was measured as 4.15 mm. As a result, it should not be forgotten that these findings of the Anatolian wild goat, which is among the diversity of wildlife in Turkey, but which is on the verge of extinction due to illegal-uncontrolled hunting or traffic accidents in recent years, may be the first or the last study. It is thought that the presented study will contribute to scientific studies and eye surgery operations on similar subjects.

Key words: Anatomy, Anatolian Wild Goat, Eyes, Vascularization

1. INTRODUCTION

Goats are mammals that make up the genus *Capra* from the subfamily Bovinae of the Bovidae family. Mountain goat (*Capra*) is a genus that includes 9 species. Domestic goat (*Capra aegagrus hircus*) is a domesticated subspecies of wild goat [1]. It is possible to come across the Wild Goat, which is widespread in some countries of the Caucasus and the Middle East, in the Aegean, Mediterranean, Southeastern Anatolia, Eastern Anatolia, and Black Sea regions of our country, up to 4000-4500 m above sea level [2].

The bulbus oculi, called the eyeball, is a spherical organ that provides vision [9]. Bulbus oculi consists of sclera, cornea, choroidea, corpus ciliare, iris, and retina [3, 11]. The arterial nutrition of the eye is provided by arteria malaris, arteria ophtalmica externa, and arteria ophtalmica interna. Arteria ophtalmica interna accompanies the nervus opticus after originating from the rete mirabile epidurale rostrale. It anastomoses with arteria ophtalmica externa and arteria ciliaris posterior [6]. The main vessel that supplies the eye is arteria ophtalmica externa, which is a branch of the arteria maxillaris [9]. This vessel forms the rete mirabile ophtalmicum on the ventral surface of the musculus rectus dorsalis, at the bottom of the orbita. Arteria supraorbitalis originates from the mentioned rete. After giving arteria ethmoidalis externa and arteriae conjunctivales anteriores inside the orbita, it enters the canalis supraorbitalis and gives branches that feed the sinus frontalis. The rami musculares and arteria lacrimalis start from the rete mirabile ophtalmicum. However, it has been reported that the arteria lacrimalis originates from the arteria temporalis superficialis in sheep [15]. Rami musculares vascularize the eye muscles. It also gives arteriae ciliares anteriores and arteriae conjunctivales posteriores. Arteriae ciliares posteriores longae gives rise to arteriae ciliares posteriores breves near the bulbus oculi. Arteriae ciliares posteriores longae gives arteriae choroidoretinales in the part of the nervus opticus near the bulbus oculi. These thin vessels accompany the nervus opticus and divide into four arteriae retinales at the base of the eye that can be seen with the ophthalmoscope [6]. The arteria ophtalmica externa enters the eyeball through the area cribrosa where the arteriae ciliares posteriores breves leaves. It forms the rete mirabile ophtalmicum, the blood vessel network of the nervus opticus. Arteria centralis retina is found in humans, but not in domestic mammals [11]. Four pairs of arteries radiate from the discus opticus, located ventrolateral to the posterior pole of the eye, in the form of rays [7].



Figure 1. Anatolian wild goat (*Capra aegagrus hircus*) in Kafkas University Wildlife Rescue and Rehabilitation Center (Kars, Turkey)

In this study, it was aimed to determine the macroanatomical structure of the eye and the vessels providing arterial vascularization in Anatolian wild goat (*Capra aegagrus aegagrus*) (Figure 1) living in the Caucasus and Northern Anatolia Region.

2. MATERIALS and METHODS

In order to carry out this study, necessary permissions were obtained from the Ministry of Agriculture and Forestry, General Directorate of Nature Conservation and National Parks (21264211-288.04/ E.3790788). The animal material consisted of a wild goat, which was brought to the Kafkas University Wildlife Rescue and Rehabilitation Center as dead. The skin and muscles in the neck region were excluded, and the arteria carotis communis was reached. After the arteria carotis communis was fixed with a saline tube, the inside of the vessels was cleaned with physiological saline. Then, latex colored with red rotting dye was injected. After the vessels were completely filled, the procedure was terminated with a hemostat. After the material prepared in this way was kept in the refrigerator for 1 week, the vessels were revealed by dissection (Figure 2). Measurements were taken with the help of digital caliper from the points where measurements should be taken. N.A.V. [12] was used as a basis for naming scientific anatomical terms.



Figure 2: Study material

3. RESULTS

It was determined that arteria maxillaris, originating from arteria carotis externa, progressed in the dorsal direction and formed arteria ophthalmica externa (Figure 3). It was observed that arteria ophthalmica externa originated as a single root from the dorsal wall of arteria maxillaris and joined the rete mirabile ophthalmicum 3-4 cm after its origin. It was determined that arteria ophthalmica externa followed a dorsal course between musculus rectus lateralis and musculus rectus dorsalis. It was observed that arteria ophthalmica externa, a thick vessel in the dorsal of the bulbus oculi, split into right and left two branches from the same point. It was determined that the first branch, branching from the right side participated in the formation of rete mirabile ophthalmicum (Figure 4). It was determined that the branch separated from the left side gave two branches again among itself. While one of these branches was arteria lacrimalis, the other

branch was defined as rami musculares. After arteria ophthalmica externa gave these branches, it was determined that its continuation to the cranial gave two branches again after 23.54 mm. The point of separation was exactly ventral of the musculus obliquus dorsalis. It was observed that the right branch of the separated branch gave a thin branch that vascularized the musculus obliquus dorsalis. It was determined that a strong and a weak branch were separated from rete mirabile ophthalmicum. It was found that the weak branch ended in adipose tissue and musculus rectus dorsalis. The strong branch was the continuation of arteria ophthalmica externa. It was observed that arteria ophthalmica externa gave three branches in the 8.70 mm dorsal of the nervus opticus, in the caudomedial of the bulbus oculi. These vessels were confirmed to be arteria ciliaris posterior longa lateralis, arteria ciliaris posterior longa medialis, and arteria ciliaris posterior brevis. The first of these branches terminated in the dorsomedial of the bulbus oculi. It was observed that the second branch entered the bulbus oculi together with the nervus opticus, in the dorsal of the nervus opticus. It was determined that the third branch was distributed in the lateroventral of the bulbus oculi after turning 180 degrees around the nervus opticus. The diameter of the nervus opticus was measured as 4.15 mm.

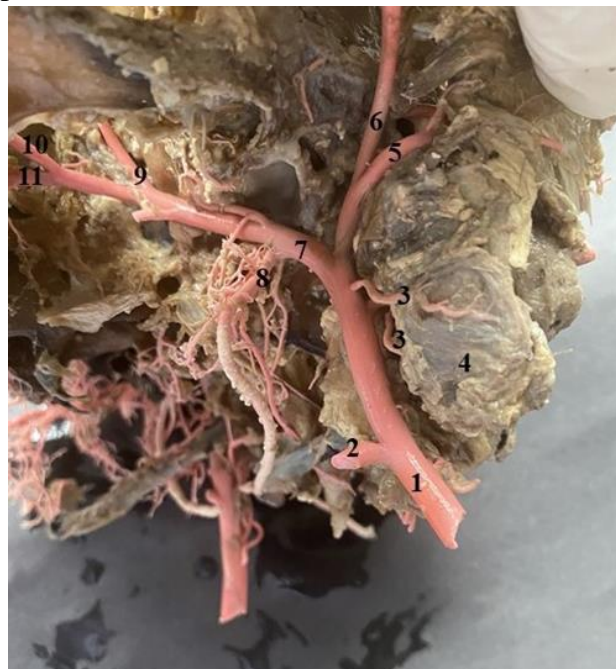


Figure 3: Branches of arteria carotis externa after removal of glandula parotis in wild goat (**1:** arteria carotis externa, **2:** arteria lingualis, **3:** rami parotidei, **4:** glandula parotis, **5:** arteria transversa faciei, **6:** arteria temporalis superficialis, **7:** arteria maxillaris, **8:** arteria alveolaris inferior, **9:** arteria ophthalmica externa, **10:** arteria malaris, **11:** common root of arteria infraorbitalis and arteria sphenopalatina and arteria palatina descendens)



Figure 4: The vessels providing arterial vascularization of the eye from caudodorsal in wild goat (1: arteria ophthalmica externa, 2: rete mirabile ophthalmicum, 2a: arteria supraorbitalis 3: the first branch of the left side of the arteria ophthalmica externa 3a: arteria lacrimalis 3b: rami musculares 4: arteria ophthalmica externa, 5: arteria ethmoidalis externa, 6: arteriae conjunctivales anteriores, 7: the branch that emerges from the arteria supraorbitalis and feeds the musculus rectus dorsalis 8: musculus rectus dorsalis)

4. DISCUSSION and CONCLUSIONS

The vessels that provide arterial vascularization of the head region have attracted attention by anatomists and have been studied extensively [10]. Various studies have been carried out to reveal different vessel variations in different species [5, 13, 14]. In this sense, wild animals, especially endangered species, draw attention. In the presented study, the similarities and differences were tried to be revealed by comparing the wild goat, which is a wild animal, with the species studied in the literature. Similar to Beki [4], arteria maxillaris, originating from arteria carotis externa, proceeded in the dorsal direction and formed arteria ophthalmica externa. As stated in the literature [8], arteria ophthalmica externa was seen to separate from arteria maxillaris as a single root. In Georgian goats [8], it was reported that two branches were first separated from arteria ophthalmica externa. It has been observed that these branches travel over the eye muscles and go towards the orbita. In the wild goat, it was observed that primarily rete mirabile ophthalmicum separated from arteria ophthalmica externa directly from the right side. It was determined that a single branch was separated from the left side of the

same region and this branch also split into two. One of the branches divided into two was arteria lacrimalis, while the other was rami musculares. It was observed that the vessels were different from Georgian and Abaza goats in this course. It has been reported that while arteria ophthalmica externa divides into three branches in the lower part of the eye at the level of the nervus opticus in the wild goat, it gives many branches in Georgian and Abaza goats [8] and forms rete mirabile ophthalmicum. It is understood that it is different from Wild goat in terms of course and number, but similar to cattle [6]. Popesko [15] stated that the rami musculares and arteria lacrimalis take a start from the rete mirabile ophthalmicum [15].

As a result, it should not be forgotten that these findings of the Anatolian wild goat, which is among the diversity of wildlife in our country, but has started to disappear due to illegal-uncontrolled hunting or traffic accidents in recent years, may be the first or the last study. It is thought that the presented study will contribute to scientific studies on similar subjects and eye surgery operations.



Figure 5: An injured Anatolian wild goat treated at center

REFERENCES

- [1] https://tr.wikipedia.org/wiki/Da%C4%9F_ke%C3%A7isi. Date of access: 20.04.2018
- [2] <http://www.tramem.org/memeliler/?fsx=2fsdl17@d&tur=Yabanke%C3%A7isi>. Date of access: 25.04.2018

- [3] Bahadır, A., Yıldız H. *Veteriner Anatomi (Hareket sistemi & İç organlar)*, Ezgi kitabevi, gözden geçirilmiş 5. baskı, 325-328, 2014.
- [4] Beki, B. *Tuj Koyununda Arteria Carotis Externa Ve Son Dalları Üzerine Makroanatomik Çalışmalar*, Yüksek lisans tezi, Kars, 2017.
- [5] Beyrami, A., Soltanalinejad, F., Shalizar-Jalali, A. Anatomical Study of the Eye Arterial Blood Supply in Adult River Buffalo (*Bubalus bubalis*). *Veterinary Research Forum*, 12, 2, 191 – 196, 2021. doi: 10.30466/vrf.2019.108202.2565
- [6] Budras, K.D., Wünsche, A. *Veteriner Anatomi Atlası (Sığır)*. Medipress yayıncılık, Malatya, 2.baskı, 92-93, 2009.
- [7] Çakır, A., Hazıroğlu, M. *Veteriner Anatomi Konu Anlatımı Ve Atlas*. Elsevier, Güneş Tıp kitabevi, 4.baskı, 2018.
- [8] Dalga, S., Aslan, K. Macroanatomical Comparison and Examination of External Carotid Artery and Last Branches in the Abaza (*Capra aegagrus*) and Gurcu (*Capra falconeri*) Goats. *Journal of Istanbul Veterinary Sciences*, 5, 3, 130-135, 2021.
- [9] Demiraslan, Y., Orhun Dayan, M. *Veteriner Sistematik Anatomi*, Atlas Kitabevi, 1. Basım, Mayıs 2021
- [10] Galan, A., Martí'n-Sua'rez, E.M., Molleda, J.M. Ophthalmoscopic Characteristics in Sheep and Goats: Comparative Study. *Journal of Veterinary Medicine*. A 53, 205–208, 2006.
- [11] König HE, Liebich HG, *Veteriner Anatomi (Evcil Memeli Hayvanlar)*, Medipres, 7. baskı, 597, 2022.
- [12] NAV: *International Committee on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature. Nomina Anatomica Veterinaria (NAV)*. 6th ed., World Association of Veterinary Anatomists, Hanover (Germany), Ghent (Belgium), Columbia, MO (U.S.A.), Rio de Janeiro (Brazil), 2017.
- [13] Nur, İ.H., Dursun, N. *Akkaraman Koyunu Ve Ankara Keçisinde Arteria Carotis Communis'in Son Dalları Üzerine Karşılaştırmalı Makroanatomik Ve Subgros Çalışmalar*. Selçuk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Konya, 1992.
- [14] O'Brien, H.D., Gignac, P.M., Hieronymus, T.L., Witmer, L.M. A Comparison of Postnatal Arterial Patterns in a Growth Series of Giraffe (*Artiodactyla: Giraffa camelopardalis*). *Peer Journal*, 2016, DOI 10.7717/peerj.1696
- [15] Popesko, P. *Evcil Hayvanların Topografik Anatomi Atlası, Pelvis ve Ekstremiteler*, Volume 3, Nobel Tıp Kitabevi, 51-55, 2010.

BOR İÇEREN EPETRABOROLE ANTİBİYOTİĞİNİN BAZI *ESCHERİCHIA COLİ* SUŞLARI ÜZERİNDEKİ ANTİMİKROBİYAL ETKİSİ

Doktora öğrencisi Anara BABAYEVA

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Bölümü

ORCID: 0000-0001-6797-3366

Doç. Dr. Bekir ÇÖL

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü

ORCID: 0000-0001-8997-4116

Dr. Öğr. Üyesi Esra DİBEK

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Köyceğiz Sağlık Hizmetleri MYO, Eczane Hizmetleri Bölümü, ORCID: 0000-0002-8110-5466

Öğr. Gör. Dr. Merve SEZER KÜRKCÜ

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Biyoteknoloji Araştırma Merkezi

ORCID: 0000-0003-0947-2912

ÖZET

Bor içeren antibiyotikler yeni bir antibiyotik sınıfı olmaya aday olan bileşiklerdir. Bu antibiyotiklerden bir tanesi epetraborole (AN3365)'dir. Antibiyotikteki (AN3365) bor atomu, tRNA-Leu'nin terminal nükleotidindeki ribozun *cis*-diol grubuna bağlanmaktadır ve böylece uzayan polipeptid zincirine, lösin eklenmesini engellemekte, protein sentezini inhibe ederek bakteri büyümesini inhibe etmektedir. Özellikle gram negatif bakterileri daha çok etkileyen bu antibiyotiğin, farklı suşlar üzerinde hangi konsantrasyon antimikrobiyal etki gösterdiği araştırılmaktadır. Bu yüzden bu çalışmada, epetraborole'nin *Escherichia coli* bakterisinin 4 farklı suşunun büyümesi üzerindeki etkisi mikrobiyolojik yöntemlerden biri olan nokta testi ile belirlenmiştir. Model organizma olarak kullanılan *Escherichia coli*, insanlarda nozokomiyal enfeksiyonların ana nedenlerinden biridir ve idrar yolu enfeksiyonlarına neden olan bir gram negatif bakteridir. Bazı suşları farklı antibiyotiklere karşı direnç geliştirmiştir. Epetraborole etkisini gen odaklı araştırabilmek için bazı mutant ve klon suşlar seçilmiştir.

Deneysel çalışmada *Escherichia coli* K12 bakterisinin yabancı tip DH10B suşu, BW25113 Δrnb mutant suşu, AG1(pCA24N::*chpS*) ve AG1(pCA24N::*asr*) klon suşları kullanılmıştır. Böylece antibiyotiğin hem yabancı tip, hem bir genin nakavt edilmesi ile elde edilen mutant suşu, hem de yabancı tipe plazmit ile klonlanmış genlerin büyümeleri üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Çalışma sonucunda, BW25113 Δrnb mutant suşunun yabancı tip DH10B suşuna göre antibiyotiğe karşı duyarlı olduğu, AG1(pCA24N::*chpS*) ve AG1(pCA24N::*asr*) klonlarının ise antibiyotiğe karşı herhangi bir duyarlılık göstermediği görülmüştür.

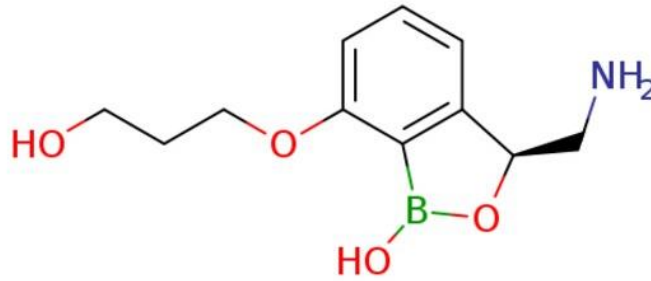
Anahtar Kelimeler: *Escherichia coli*, epetraborole, tolerans nokta testi, suş

Teşekkür: Finansal desteklerinden dolayı Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu'na (TÜBİTAK 119Z080 numaralı proje) ve MSKÜ-BAP birimine teşekkür ederiz.

1. GİRİŞ

Bilimsel süreç içerisinde bazı canlılar tarafından üretilen bor içeren bileşiklerin tespit edilmesi, bor elementinin antimikrobiyal potansiyeline yeni bir bakış getirmiştir. Farklı mikroorganizmalarla yapılan çalışmalarda, bor içeren metabolitler tespit edilmiştir. Bunlardan bazıları antibiyotik özelliği taşımaktadır. Bor içeren bu antibiyotiklere örnek olarak, boromisin (Kohno vd., 1996), borofisin (Arai vd., 2004), aplazmomisin (Nakamura vd., 1977) ve tartrolon (Irschik vd., 1995) verilebilir. Doğada canlılar tarafından üretilen bu bor içeren antibiyotikler, aynı zamanda bor içeren başka antibiyotiklerin sentetik olarak da elde edilmesine yönelik çalışmalara zemin ve dayanak oluşturmuştur. Bu nedenle Bortezomib (Velcade), Tavaborole (Kerydin), Benzaksoborol (AN2718), Epetraborole (AN3365) gibi bor içeren biyoaktif bileşikler, sentetik olarak üretilmiştir. Sentezlenen veya doğal olarak elde edilen bor içeren biyoaktif bileşikler bakterilerin (Hernandez vd., 2013; Mendes vd., 2013), mantarların (Irschik vd., 1995; Elewski vd., 2014) veya kanser hücrelerinin (Smith vd., 2006) zararlarının azaltılmasında etkilidir.

Çalışmada kullanılan epetraborole antibiyotiği, hücrede hedef olarak lösil tRNA sentetaz enzimine bağlanıp inhibe etmek amacıyla tasarlanmış bor içeren sentetik bir antibiyotiktir (Görsel 1) (Monteferrante vd., 2016).



Görsel 1. Epetraborole antibiyotiğinin şematik görseli

(<https://www.fishersci.com/shop/products/epetraborole-hcl-0-25g/502183142>)

Epetraborole antibiyotiğinin, *Streptococcus pneumoniae*, *Bacteroides thetaiotaomicron*, *Bacteroides fragilis*, *Pseudomonas aeruginosa* ve *Haemophilus influenzae* bakterileri için bakteriyosidal-bakteriyostatik etkileri rapor edilmiştir (Hernandez vd., 2013). Antibiyotiğin, klinik olarak *Mycobacterium abscessus*'a karşı etkili olduğu gösterilmiştir (Sullivan vd., 2021).

Yapılan bu çalışmada, epetraborole antibiyotiğinin farklı *E. coli* suşları üzerindeki antimikrobiyal etkisi araştırılmıştır. *Escherichia coli* DH10B suşu, yüksek DNA transformasyon verimliliği ve büyük plazmitlerin hücre içine kolay alımı gibi özelliklerinden dolayı yaygın olarak kullanılmaktadır. Tasarlanmış gen değiştirmeleri arasında, homolog rekombinasyon sistemini inhibe ederek klon stabilitesini iyileştirmek için *recA1*; kodlanmış

periplazmik DNA'ya özgü endonükleazı etkisiz hale getiren ve böylece dönüşüm sırasında DNA stabilitesini artıran *endA1*; ve α -tamamlama yoluyla tarama için *lacZ* Δ M15 mutasyonunu içeren bir ϕ 80 türevidir (Durfee vd., 2008).

Escherichia coli AG1 suşu (*endA1 recA1 gyrA96 thi-1 relA1 glnV44 hsdR17*($r_K^- m_K^+$)), DH1 hücrelerinin yüksek transformasyon verimliliğine sahip türevidir ve rutin klonlama uygulamaları için tasarlanmıştır. AG1 hücrelerinde endonükleaz (*endA*) eksikliği, miniprep DNA'nın kalitesini büyük ölçüde artırmakta; rekombinasyon (*recA*) eksikliği ekleme stabilitesini artırmaktadır. *hsdR* mutasyonu, klonlanmış DNA'nın EcoK endonükleaz sistemi tarafından bölünmesini önler (<https://ecoliwiki.org/colipedia/index.php/AG1>). Bu çalışmada, *Escherichia coli* K12'nin *chpS* ve *asr* genlerinin AG1 suşuna pCA24N plazmiti ile klonlanması sonucu oluşmuş olan AG1(pCA24N::*chpS*) ve AG1(pCA24N::*asr*) suşları kullanılmıştır.

Escherichia coli BW25113 (*lacI⁺rrnB_{T14} Δ lacZ_{WJ16} hsdR514 Δ araBAD_{AH33} Δ rhaBAD_{LD78} rph-1 Δ (araB-D)567 Δ (rhaD-B)568 Δ lacZ4787(::rrnB-3) hsdR514 rph-1*), bir K-12 türevi olup, yaklaşık 4000 adet tek gen delesyon mutanını içeren Keio koleksiyonunun ana suşudur (Baba vd., 2006; Grenier vd., 2014). Bu çalışmada, *rnb* geninin nakavt edilmesi sonucu oluşan, BW25113 Δ *rnb* suşu kullanılmıştır. Çalışmada, bir gen hücrede olmadığı zaman bakterinin antibiyotiğe karşı büyüme durumunda hangi değişikliklerin olduğu test edilmiştir.

2023 yılının başında yapılan bir çalışmada, epetraborole antibiyotiğinin *Mycobacterium avium* kompleksini inhibe ettiği ve çalışmanın faz III evresine geçmesi önem arz etmektedir. Bu antibiyotiğin insanlarda nozokomiyal enfeksiyonların ana nedenlerinden biri olan ve idrar yolu enfeksiyonlarına neden olan *E. coli* bakterisinin farklı suşları üzerindeki etkisinin araştırılması bilimsel açıdan önemlidir. Çalışmanın amacı, bor içeren epetraborole antibiyotiğinin, genotipik olarak birbirinden farklı olan bu suşların büyüme durumları üzerindeki etkisini araştırmaktır. Literatürde daha önce, epetraborole antibiyotiği ve bu çalışmada kullanılan suşlarla ilgili her hangi bir çalışma yapılmamıştır. Bu da yapılan bu çalışmanın özgünlüğünü arttırmaktadır.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

2.1. Kullanılan suşlar

Deneysel çalışmada, *Escherichia coli* K12 bakterisinin yabancıl tip DH10B suşu, BW25113 Δ *rnb* mutant suşu, AG1(pCA24N::*chpS*) ve AG1(pCA24N::*asr*) klon suşları kullanılmıştır.

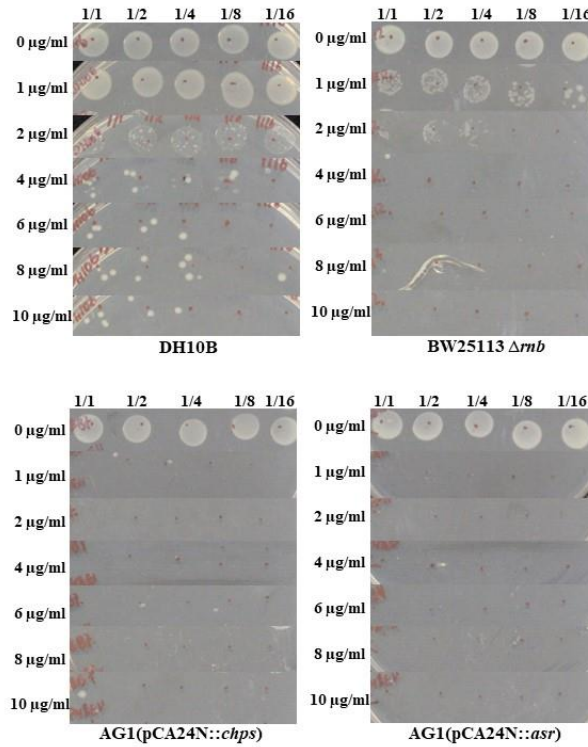
2.2. Nokta testi yöntemi ile antimikrobiyal etkinin araştırılması

Nokta testi deneyi için ilk olarak, test edilen bakteri suşlarının uygun besi yerlerine stoktan ekimi gerçekleştirilmiştir. *Escherichia coli* K12 bakterisinin yabancıl tip DH10B suşunun Luria Bertani (LB) agar besi yerine, BW25113 Δ *rnb* mutant suşunun LB-kanamisin (Kan 50 μ g/ml) agar besi yerine, AG1(pCA24N::*chpS*) ve AG1(pCA24N::*asr*) klon suşlarının ise LB-kloramfenikol (cm 30 μ g/ml) agar besi yerine stoktan tek koloni ekimi yapılmıştır. Suşlar gece boyunca 37°C'de inkübasyona bırakılmıştır. Büyüyen suşların her biri için tek koloniye steril kürdan ile dokunularak 5 ml uygun sıvı besi yerlerine ekim yapılmış, 37°C'de çalkalamalı inkübatörde gece boyunca inkübasyona bırakılmıştır. Daha sonra örnekler 200 μ l PBS içerisinde çözülmüş ve absorbans değeri (OD₆₀₀) 0,5 olacak şekilde ayarlanmıştır. Ardından her

bir bakteri suşu PBS içerisinde seri dilüsyona (1/2, 1/4, 1/8, 1/16) uğratılmış, farklı absorbans (OD₆₀₀) değerlerine getirilmiştir. Her bir bakteri suşu dilüsyonundan (1/1, 1/2, 1/4, 1/8 ve 1/16) 5'er µl alınarak, antibiyotik içermeyen ve 1 µg/ml, 2 µg/ml, 4 µg/ml, 6 µg/ml, 8 µg/ml ve 10 µg/ml antibiyotik içeren besi yerlerine ekimler yapılmış ve bakteri suşlarının üremesi gün gün takip edilmiştir. 37°C inkübatörde 3 gün inkübasyon boyunca, her gün üreme olup olmadığına bakılarak epetraborole antibiyotiğinin antimikrobiyal etkisi test edilmiştir.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Nokta testi yöntemi ile epetraborole antibiyotiğinin 7 farklı konsantrasyonunda 4 farklı *E. coli* suşunun büyüme durumları test edilmiştir. Çalışma sonucunda, yabancı tip DH10B suşunun 4 µg/ml antibiyotik konsantrasyonuna kadar üreme gösterdiği, 4 µg/ml antibiyotik konsantrasyonundan sonra üremenin azaldığı görülmüştür. BW25113 Δrnb mutant suşunun 2 µg/ml antibiyotik konsantrasyonunda üremesinin azaldığı, 4 µg/ml antibiyotik konsantrasyonunda ise göreceli olarak antibiyotiğe karşı duyarlı olduğu görülmüştür. AG1(pCA24N::*chpS*) ve AG1(pCA24N::*asr*) klon suşlarının ise 4 µg/ml antibiyotik konsantrasyonundan başlayarak üremelerini durdurduğu görülmüştür (Görsel 2).



Görsel 2. Nokta testi sonucu epetraborole antibiyotiğinin bazı *Escherichia coli* suşları üzerindeki büyüme durumlarını gösteren petri fotoğrafları

Her bir bakteri suşunun farklı antibiyotik konsantrasyonundaki büyüme durumu değerlendirilmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Bakteri suşlarının nokta testi sonuçlarının değerlendirilmesi

Suşlar	0 µg/ml	1 µg/ml	2 µg/ml	4 µg/ml	6 µg/ml	8 µg/ml	10 µg/ml
DH10B	*****	*****	^ ^ ^ ^ ^	^ ^ ^ ^ -	^ ^ ^ - -	^ ^ ^ - -	^ ^ ^ - -
BW25113 Δmb	*****	*****	^ ^ ^ - -	- - - - -	- - - - -	- - - - -	- - - - -
AG1(pCA24N::chpS)	*****	- - - - -	- - - - -	- - - - -	- - - - -	- - - - -	- - - - -
AG1(pCA24N::asr)	*****	- - - - -	- - - - -	- - - - -	- - - - -	- - - - -	- - - - -

Escherichia coli suşları moleküler biyoloji çalışmalarında büyük ölçüde kullanılmaktadır. Konak olarak geliştirilen suşlar arasında, özellikle DH10B suşun sahip olduğu faydalı özelliklerinden dolayı araştırma camiasında yaygın olarak tercih edilmektedir. Çalışmamızda DH10B suşunun, diğer iki suşa kıyasla, 1 µg/ml konsantrasyonda daha iyi üreme gösterdiği, BW25113 suşunun aynı konsantrasyonda üremesinin azaldığı, AG1 suşunun hiç üreme göstermediği görülmüştür. Bu da bize farklı genotipe sahip *Escherichia coli* suşlarının epetaborole ortamında farklı büyüme dinamiğine sahip olduğunu göstermiştir. Aynı bakterilerin farklı suşlarının genotipik farklılıklarından dolayı hücrede herhangi bir stres faktörüne, büyüme sıcaklığına, kullanmış olduğu besi ortamı gibi farklı değişkenlerden dolayı büyüme durumlarında değişiklikler olduğu yapılan bazı çalışmalarla da gösterilmiştir (Cardinale vd., 2013; Borrego vd., 2017).

KAYNAKÇA

- Arai, M., Koizumi, Y., Sato, H., Kawabe, T., Suganuma, M., Kobayashi, H., Tomoda, H., Omura, S. Boromycin abrogates bleomycin-induced G2 checkpoint, *J Antibiot (Tokyo)*, 57(10):662-8, 2004.
- Baba, T., Ara, T., Hasegawa, M., Takai, Y., Okumura, Y., Baba, M., Datsenko, K.A., Tomita, M., Wanner, B.L., Mori, H. Construction of *Escherichia coli* K-12 in-frame, single-gene knockout mutants: the Keio collection, *Mol Syst Biol*, 2:2006.0008, 2006.
- Borrego, E., Jennings, A., Mannik, J. *Characterization of Growth Rate of Closely Related Escherichia coli Strains*, TRACE: Tennessee Research and Creative Exchange, 2017.
- Cardinale, S., Joachimiak, M. P., & Arkin, A. P. Effects of genetic variation on the *E. coli* host-circuit interface, *Cell reports*, 4(2), 231-237, 2013.
- Durfee, T., Nelson, R., Baldwin, S., Plunkett III, G., Burland, V., Mau, B., ... & Blattner, F. R. The complete genome sequence of *Escherichia coli* DH10B: insights into the biology of a laboratory workhorse, *Journal of bacteriology*, 190(7), 2597-2606, 2008.
- Elewski, B.E., Tosti, A. Tavaborole for the treatment of onychomycosis, *Expert Opin Pharmacother*, 15(10):1439-48, 2014.
- Grenier, F., Matteau, D., Baby, V., & Rodrigue, S. Complete genome sequence of *Escherichia coli* BW25113, *Genome announcements*, 2(5), 10-1128, 2014.
- Hernandez, V., Crepin, T., Palencia, A. Discovery of a Novel Class of Boron-Based Antibacterials with Activity against Gram-Negative Bacteria, *Antimicrob Agents Chemother*, 57(3):1394-403, 2013.
- <https://ecoliwiki.org/colipedia/index.php/AG1>(Erişim tarihi: 02.08.2023)
- Irschik, H., Schummer, D., Gerth, K., Hofle, G., Reichenbach, H. The tartrolons, new boron-containing antibiotics from a myxobacterium, *Sorangium cellulosum*, *J Antibiot (Tokyo)*, 48(1):26-30, 1995.
- Kohno, J., Kawahata, T., Otake, T., Morimoto, M., Mori, H., Ueba, N., Nishio, M., Kinumaki, A., Komatsubara, S., Kawashima, K. Boromycin, an anti-HIV antibiotic, *Bioscience Biotechnology and Biochemistry*, 60(6):1036-7, 1996.
- Mendes, R. E., Alley, M. R., Sader, H. S., Biedenbach, D. J., Jones, R. N. Potency and Spectrum of Activity of AN3365, a Novel Boron-Containing Protein Synthesis Inhibitor, Tested against Clinical Isolates of Enterobacteriaceae and Nonfermentative Gram-Negative Bacilli, *Antimicrob Agents Chemother*, 57(6):2849-57, 2013.
- Monteferrante, C. G., Jirgensons, A., Varik, V., Hauryliuk, V., Goessens, W. H., Hays, J. P. Evaluation of the characteristics of leucyl-tRNA synthetase (LeuRS) inhibitor AN3365 in combination with different antibiotic classes, *Eur J Clin Microbiol Infect Dis*, 35(11):1857-1864, 2016.



- Nakamura, H., Iitaka, Y., Kitahara, T., Okazaki, T., Okami, Y. Structure of aplasmomycin, J Antibiot (Tokyo), 30(9):714-9, 1977.
- Smith, A. F., Morgan, G. J., Davies, F. E. Bortezomib (Velcade™) in the Treatment of Multiple Myeloma, Ther Clin Risk Manag, 2(3): 271–279, 2006.
- Sullivan, J. R., Lupien, A., Kalthoff, E., Hamela, C., Taylor, L., Munro, K. A., Behr, M. A. Efficacy of epetraborole against *Mycobacterium abscessus* is increased with norvaline, PLoS pathogens, 17(10), e1009965, 2021.

BİR KEÇİDE HUMERUS KIRIĞININ İNTRAMEDÜLLER PIN VE AKRİLİK EKSTERNAL FİKSATÖR İLE SAĞALTIMI

Dr. Öğr. Üyesi Kamil SAĞLAM

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Veteriner Fak.

- 0000-0003-4467-187X

ÖZET

Anatomik konumundan dolayı keçilerde humerus kırıklarının tedavisi zordur. Kırık stabilizasyonu için bandaj, plak uygulama, internal ve eksternal pin uygulanır. Bölgenin ve kemiğin yapısından dolayı tek başına bandaj, plak ve eksternal uygulamak beklenen sonucu vermez. Sadece İntramedüller pin uygulaması yeterli stabiliteyi sağlamaz. Akrilik eksternal fiksatörlerinin birçok kırık tipinde uygulanabilmesi ve maliyetinin düşük olması, Veteriner ortopedide yaygın kullanım alanı sağlamıştır. Olumsuzlukları önlemek için hibrit uygulama gerekmektedir. Bu vaka takdiminde; başka bir keçi ile kavga sonrası topallık şikayeti ile 19 Mayıs Üniversitesi Veteriner Fakültesi Cerrahi Anabilim Dalı Kliniğine getirilen 2 yaşlı erkek bir keçide, klinik ve radyografik muayenede sağ humerusta diafiz oblik kırık tespit edildikten sonra intramedüller pin ve akrilik eksternal tip-I fiksatör kullanarak sağaltımı irdelendi. Anestezide premedikasyon için 0,2 mg/kg intramuskuler ksilazin HCl (Alfazine %2, Egevet) uygulandı. Daha sonra operasyon izofluran genel anestezisiyle gerçekleştirildi. Kırık fiksasyonu, açık operasyonla fragmentlerin redüksiyonu sağlandı. Fragmentlerin sabitlenmesi için vida, schanz pinler ile intramedüller ve eksternal tip-I fiksator kullanıldı. Eksternal pinlerin dışarıda kalan uçlarına plastik bir boru yerleştirildi ve boru içine metilmetakrilat akrilik enjekte edildi. Postoperatif olarak hayvan sahibine yapılması gerekenler söylendi ve hayvan teslim edildi. Postoperatif herhangi bir komplikasyona rastlanmadı. 35. gün hayvanın normal yürüdüğü görüldü. Radyografide kallus oluştuğu, kırık fiksasyonunun sağlandığı belirlendi. Akrilik eksternal fiksatör uzaklaştırıldı. Sonuç olarak, keçilerin humerus kırıklarında intra medüller pin ile akrilik eksternal tip-I fiksatörlerin birlikte kolay uygulanabilir ve ekonomik olması açısından klinik pratikte güvenle kullanılabilceği kanısına varılmıştır.

Anahtar Kelimeler : Keçi, Humerus kırığı

TREATMENT OF HUMERUS FRACTURE IN A GOAT WITH INTRAMEDULLARY PIN AND ACRYLIC EXTERNAL FIXATOR

ABSTRACT

Treatment of humerus fractures in goats is difficult due to its anatomical position. Bandage, plate application, internal and external pins are applied for fracture stabilisation. Due to the structure of the region and bone, bandage, plate and external application alone do not give the expected result. Intramedullary pin application alone does not provide sufficient stability. Acrylic external fixators are widely used in veterinary orthopaedics because they can be applied

in many fracture types and have low cost. Hybrid application is required to prevent negative effects. In this case report; in a 2 years old male goat which was brought to 19 Mayıs University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Surgery Clinic with the complaint of lameness after a fight with another goat, a diaphyseal oblique fracture of the right humerus was detected on clinical and radiographic examination and its treatment using intramedullary pin and acrylic external type-I fixator was examined. During anaesthesia, 0.2 mg/kg intramuscular xylazine HCl (Alfazine 2%, Egevet) was administered for premedication. The operation was then performed under isoflurane general anaesthesia. Fracture fixation and reduction of the fragments were achieved by open operation. Screws, Schanz pins, intramedullary and external type-I fixators were used for fixation of the fragments. A plastic tube was placed at the outer ends of the external pins and methylmethacrylate acrylic was injected into the tube. Postoperatively, the owner was told what to do and the animal was delivered. No postoperative complications were observed. On the 35th day, it was observed that the animal was walking normally. On the radiograph, it was determined that callus was formed and fracture fixation was achieved. The acrylic external fixator was removed. In conclusion, it was concluded that intra-medullary pin and acrylic external type-I fixators can be used safely in clinical practice in humeral fractures of goats because they are easy to apply and economical.

Keywords: Goat, Humerus fracture

PERİDOTİTİN EPOKSİ (REÇİNE) İÇERİSİNDE RENK VERİCİ PİGMENT OLARAK KULLANILABİLİRLİĞİ VE SÜSTAŞI YAPIMI

Dr. Öğr. Üyesi Murat CAMUZCUOĞLU
Bayburt Üniversitesi, - 0000-0001-7205-1550

ÖZET

Türkiye, ofiyolit kuşakları arasında yer almakta olup, ofiyolitler yeşil renkli kayaçlar olarak bilinmektedir. Ofiyolitlerin içerisinde var olan peridotitler; gabrolar ve ultrabazik kayaçlarla benzer özellikler sunmakta olup, ağırlıklı olarak olivin ve piroksen grubu minerallerden oluşmaktadır. Bu mineraller, kayaca yer yer alterasyona bağlı olarak yeşilden-sarıya (yeşilin renk tonları) olmak üzere farklı renkler sunmaktadır. Dolayısıyla peridotitin bu gibi renklere sahip olması geçmişten günümüze kadar farklı kullanım alanlarının yanı sıra süs taşı olarak kullanılmasına da olanak sağlamıştır. Özellikle Eski Mısırda ve günümüzde çeşitli mücevher yapımında oldukça fazla kullanılmıştır. Süs taşları geçmişten günümüze kadar oldukça fazla kullanılmakta olup, özellikle; görsellik, dayanıklılık ve nadirlik (az bulunma) açısından hem doğal olarak, hem de sentetik olarak üretilmektedir. Bilindiği üzere bazı kayaç ve mineral türleri alterasyona bağlı olarak süs taşı yapımında kullanılan farklı kesim türlerine (faset, kabaşon vb.) uygun olmayabilmektedir. Bu gibi durumlarda alternatif yöntemler geliştirilmektedir. Bu çalışmada da Kop dağından (Erzurum-Bayburt yolu üzeri) alınan altere peridotit, öğütülerek (<250 mikron), yeşil-sarı renk tonu elde edilmiş, 2:1 (epoksi ve sertleştirici) oranında karıştırılan epoksi reçine ile bağlanıp, kalıplara dökülerek, epoksinin bilinen dayanıklılık (fiziksel ve kimyasal direnç) özellikleri ve parlaklığı (şeffaflık) ile görsel açıdan zengin süstaşı (imitasyon) üretilmiştir. Öğütülen Peridotitin renk verici pigment olarak kullanılması ve epoksi bağlayıcı malzemeye bağlanması sonucunda takı yapımında (kolye, küpe ucu ve yüzük taşı) süs taşı olarak kullanılmasının uygun olduğu, ancak daha fazla doğal kayaç ve minerallerin farklı bağlayıcı malzemeler kullanılarak bağlanması sonucu yeni ürünlerin elde edilebileceği ve bu konuda pek çok çalışma yapılması gerektiği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Peridotit, Epoksi, Süstaşı.

1. GİRİŞ

Türkiye, ofiyolit kuşakları arasında yer almakta olup, Neotetis evrimi içerisinde varolan Türkiye ye ait ofiyolitler tabandan tavana doğru, ofiyolit tabanı metamorfikleri ile ofiyolitli melanjlardan oluşmaktadır (1-4). Türkiye deki ofiyolitler kimi zaman tam istif sunmakta olup tabandan tavana doğru, tektonitlerden, kümülatlardan (ultramafik ve mafik), izotrop gabrolardan, levha dayklardan, volkaniklerden ve pelajik çökellerden oluşmaktadır.

Peridotitler genellikle mafik, ultramafik kayaçlarla temsil edilmektedir. Çalışmanın yapıldığı Kop dağından (Erzurum-Bayburt yolu üzeri) alınan ofiyolitik birime ait olan

peridotitlerin, gabro ve serpantinleşmiş ultramafik kayaçlardan oluştuğu belirtilmiştir (5). Peridotitler içerisinde bulduklarını minerallerden (olivin ve piroksen) dolayı yeşil taşlar olarak bilinmektedir. Peridotitler magmatik lavların soğumasına bağlı olarak oluşmakta olup 6,5-7 mohs sertliğe sahiptir. Dış etkilere ve aşınmaya karşı hem fiziksel hem de kimyasal açıdan oldukça dayanıklıdır. Bu dayanıklılık özelliklerinde dolayı pek çok endüstriyel alanda (demir-döküm sanayi v.b) kullanılmaktadır. Endüstriyel olarak kullanılmasının yanı sıra, eski mısırlılar döneminden günümüze kadarda süs taşı yapımında da oldukça fazla kullanılmıştır. Bir mineralin veya taşın, süs taşı olarak kullanılabilmesi için sertlik, önemli bir kavram olup (işleme, parlatma ve yapısının korunması açısından), kullanılacak malzemenin, kuvars mineralinin sertliğine (Mohs sertlik cetveli 7) yakın veya eş değere sahip olması istenmektedir. Özellikle, Süs taşları (değerli ve yarı değerli), farklı şekillerde kesilerek, çeşitli yöntemlerle işlenip, parlatılmaları sonucunda görselliği artırılarak, insanlar için cazip hale getirilmiş ve insanlık tarihi boyunca bir statü belirleyicisi olarak kullanılmıştır (6).

Bu çalışmada; Kop dağı ofiyolitine ait altere peridotitin alterasyona bağlı olarak sarı, yeşil renklerinden yararlanılarak renk verici pigment olarak kullanılmasının yanı sıra, epoksi ile bağlanarak süs taşı üretimi amaçlanmıştır. Ayrıca atık halde olabilecek minerallerin ve kayaçların bağlayıcı bir malzeme ile bağlanarak tekrar kazanılabilirliği de araştırılmıştır. Çünkü Peridotitler her ne kadar eski çağlardan beri süs taşı yapımında kullanılsa da genellikle üretilen süs taşları sağlam olan altere olmamış peridotitten üretilmekte olup, altere olmuş dağılma özelliği gösteren peridotitler kullanılmamıştır. Bu çalışma ile altere peridotitler sağlam, şeffaf ve çalışılması kolay olan epoksi bağlayıcı madde ile bağlanarak süs taşı (imitasyon) üretimi gerçekleştirilmiştir.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

2.1. Araziden Alınan Peridotitin (kayaç) Öğütülmesi

Kop dağından (Erzurum-Bayburt yolu üzeri) alınan peridotit örnekleri çekiç yardımı ile küçük parçalara ayrılmış ve sonrasında çeneli kırıcı ile daha küçük parçalar haline getirilmiştir. Çeneli kırıcı ile kırılan peridotit kayaç parçaları, halkalı öğütücü yardımı ile toz numune haline getirilmiştir. Toz numune haline getirilen peridotit, homojenliğin sağlanması ve alterasyona bağlı gelişen sarı-yeşil renk tonlarının elde edilmesi açısından, elek açıklığı 250 mikron olan elekten elenerek (250 mikron altı) daha ince toz numune haline getirilmiştir.

2.2. Kullanılan Epoksinin Özellikleri

Epoksi reçineler genellikle yüksek yapışma gücüne, suya ve kimyasal dirence sahip materyallerdir. Çalışmada kullanılan epoksi; asitlere (seyreltik), alkalilere (seyreltik ve konsantre), temizlikte kullanılan maddelere (deterjan, dezenfektan vs.), yağlara (bitkisel, hayvansal, madeni), solvent içerikli maddelere (benzin, mazot, alkol vs.) ve deniz suyuna dayanıklı olup, ıslak ortamlar için; 50°C, kuru ortamlar için; 130°C'ye kadar dayanıklılığını koruyabilmektedir. Endüstriyel anlamda kullanılan epoksilerin içerisine katılan karbon fiber yapılı esnek lifler sayesinde 1500 °C sıcaklığa dayanabildiği bilinmektedir. Çalışma sırasında kullanılan epoksi ve sertleştirici, 2:1 oranında karıştırılarak uygulanmıştır.

2.3. Öğütülen Peridotit Tozlarının Epoksi (Reçine) İle Bağlanması

Öğütme ve eleme işleminden geçirilen peridotit toz numuneleri hazırlanan kalıplara dökülerek kalıplar doldurulmuş, sonrasında, diğer tarafta, 2:1 oranında hazırlanan (epoksi ve sertleştirici) epoksi reçine bu kalıplara dökülerek, 24 saat süre ile epoksinin 24 °C de (oda sıcaklığında) kuruması sağlanmış ve bu süre sonrasında hazır hale gelen nihai ürünler kalıplardan çıkarılmıştır.

3. ARAŞTIRMA BULGULARI

3.1. Süs Taşları

Süs taşları (değerli ve yarı değerli taşlar), en eski çağlardan beri zenginliği ve güzelliği temsil ettiğinden, insanlar arasında çok fazla tercih edilip, kullanılmaktadır. Değerli ve yarı değerli taşların, süs taşı olarak değerlendirilebilmesi için Dünya da kabul görmüş temel bazı kriterleri vardır. Bu kriterler;

Dayanıklılık: Dış etkenlere dayanım olarak tanımlanmakta olup, darbelere karşı direnç, kırılma ve sertlik ile temsil edilmektedir.

Güzellik: Göreceli bir kavram olmakla birlikte, taşın rahat işlenebilmesi, şeffaf ve temiz olmasının yanı sıra farklı çekici renklere sahip olması da bu kriter için belirleyici olmaktadır.

Nadirlik (az bulunma): Bir taşı veya bir objeyi değerli kılan şey onun az bulunmasıdır.

Bu bilinen temel kriterlerin dışında süs taşlarında istenen bazı özelliklerde vardır. Taşların; saf olması, ışık yansıtması (ışık kırması), rahat kesilebilme ve parlatılabilme gibi özelliklere sahip olması değerlerini artıran unsurlardır. Değerli taşlarla, yarı değerli taşları birbirinden ayıran kesin bir tanımlama olmamakla birlikte, yıllar boyunca bilinen safir, yakut, elmas ve zümrüt değerli taşlar ile temsil edilirken, diğer taşlar yarı değerli taşlar olarak temsil edilmektedir. Değerli taşlar (safir, yakut, elmas ve zümrüt) belirli işlemlerden geçirildiği takdirde asil taş olarak isimlendirilmektedir (7).

Süs taşları denilince akla doğal kökene sahip taşlar gelse de, süs taşı organik kökene sahip inci, mercan, kehribar vb. gibi materyaller ile gelişen teknolojiye, laboratuvar ortamında yapılan sentetik (imitasyon) olarak üretilen malzemeleri de kapsamaktadır. Son yıllarda laboratuvar ortamında üretilen süs taşları, Dünya piyasasında oldukça popüler bir öneme sahip olmuştur. Dünya piyasasında doğal taşın; dekorasyonda (iç ve dış), tıpta ve diş hekimliğinde, cephe (dış) kaplamalarında sık kullanılmasının yanı sıra, takı malzemesi ve süs eşyalarının üretiminde kullanımları da oldukça artmaktadır. Bu nedenle; Doğal taşların (Süs taşları), değerli ve yarı değerli olmak üzere, kullanımlarının artırılması konusunda oldukça fazla bilgiye ihtiyaç vardır.

Süs taşları farklı jeolojik olayların sonucunda; yüzeyde veya yüzeye yakın yerlerde, magmatik, metamorfik kayaların içerisinde, pegmatitlerde ve hidrotermal depolanma alanlarında bulunabilmektedir. Manto içerisinde oluşan süs taşları ise; faylanma ve volkanizma gibi bazı tektonik hareketlere bağlı olarak yeryüzüne çıkabilmektedir.

Süs taşları ile ilgilenen mineralojinin alt disiplini olan gemoloji bilimi, materyallerin tanımlanmasına, sınıflanmasına ve incelenmesine yardımcı olmakla birlikte, taş kesimleri ve takı yapımı konularında da yakından alakalıdır.

3.2. Peridotit

Ofiyolitik birimlere ait olan peridotitler Dünyada en çok Avrupa da üretilmekte olup, Türkiye de de oldukça fazla üretilmekte ve ihracatı yapılmaktadır. Ultrabazik kayaç

karakterinde olan peridotitler genellikle olivin içeriğinden dolayı dünit kayacı ile temsil edilmektedir. İçerisinde bulunan olivin mineraline bağlı olarak yeşil kayalar olarak adlandırılmaktadır. Bu çalışma kapsamında, Kop ofiyolitinden alınan peridotit örneği Keskin vd. (1991) tarafından adlandırılmış olup, ofiyolitik birime ait olan gabro ve serpantinleşmiş ultramafik kayalardan oluştuğu belirtilmiştir (5). Arazide gözlenen peridotitler alterasyona bağlı olarak sarımsı yeşil ve yer yer kahverengi renklerde görülmüştür (Görsel 1).



Görsel 1. Kop ofiyolitine (Bayburt-Erzurum yolu üzeri) ait peridotit örneği.

Peridotit 6,5-7 sertliğe sahip olup yüksek dayanıklılığa sahip olmasının yanı sıra demir-çelik, döküm, refrakter sanayilerinde, aşındırma işlemlerinde, boya endüstrisi gibi pek çok alanda kullanılmaktadır. Peridotitin bu gibi endüstriyel anlamda pek çok kullanım alanlarının yanı sıra eski zamanlarda özellikle mücevher ve takı alanlarında da yoğun olarak kullanılan kayaç türü olarak bilinmektedir. Özellikle eski mısır dönemlerinde mücevher yapımında kullanılmış olup, en değerli süs taşları olarak görülmüştür. İlk olarak Kızıldeniz de zebercet adasında keşfedilen peridotit, adını da bulunduğu adadan alıp, zebercet olarak isimlendirilmiştir. Bu isimlendirmenin yanı sıra içerisinde bulunan minerallere bağlı olarak yeşil renkte görülmesinden dolayı zeytin taşı olarak ta adlandırılmaktadır.

Peridotitin gerek endüstride gerekse de süs taşı olarak kullanılmasının yanı sıra sağlık açısından şifa kaynağı olarak ta görülmüştür. Özellikle karaciğer-mide rahatsızlıkları, kalp rahatsızlık ve çarpıntılarını azalttığına inanılmaktadır. Çeşitli inanışlara göre stresi ve öfkeyi azaltmasının yanı sıra yaşlanmayı yavaşlattığı ve insanlara şans ve başarı getirdiğine inanılmaktadır.

3.3. Peridotit toz numunesinin epoksi ile bağlanması sonucu üretilen süs taşları

Araziden alınan örnekler küçük parçalara ayrılarak (Görsel 2a), 250 mikron (elek açıklığı) altına geçecek şekilde öğütülmüştür (Görsel 2b). Öğütülen numune hazırlanan epoksi (reçine) ile bağlanarak kalıplara dökülmüş epoksinin kuruması sonucu nihai ürün olan süs taşı (kolye-küpe ucu ve yüzük taşı) elde edilmiştir (Görsel 2c).



Görsel 2. a) Peridotit kayaç parçaları, b) Öğütülmüş kayaç, c) Üretilen süs taşları.

4. TARTIŞMA

Yapılan çalışma daha önceki yapılan çalışmalardan farklı olarak doğal minerallerin epoksi bağlayıcı ile bağlanması sonucu süs taşı elde edilmesi amacıyla yapılmıştır. Bu çalışmada kullanılan peridotit, eski zamanlarda insanlar tarafından popüler olarak bilinmektedir. Günümüzde pek çok alanda kullanılmasının yanı sıra, süs taşı olarak kullanıldığı alanlar genellikle peridotitin (altere olmamış) farklı kesim yöntemleri ile kesilip, parlatılmasına dayanmakta olup çeşitli takı aparatları (kolye, yüzük, küpe vs.) olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada ise doğal taşların veya minerallerin farklı bağlayıcı malzemelerle bağlanması sonucu çeşitli parlaklık, dayanıklılık gibi özellikler kazandırılarak, görsellik açısından süs taşı olarak kullanılabilirliğinin artırılacağı düşünülmüştür. Bunun için de son yıllarda kullanımı oldukça fazla olan sağlamlığının ve dayanıklılığının yanı sıra, çeşitli kimyasallara ve sıcaklıklara karşı direnci yüksek olan, ayrıca üzerinde çalışılması kolay, temiz (şeffaf) olan epoksi tercih edilmiştir. Epoksi sahip olduğu pek çok özellikleri ile dış kaplamalarda, yüksek performanslı zeminlerde (mozaik zemin, sızdırmaz zemin, yonga döşeme, renkli agrega döşeme vs.), orman ürünleri (ahşap, mobilya vs.) için yapıştırıcı üretiminde, inşaat-yapı sektöründe (boya, kaplama, astar vs.), sanayide, havacılık ve uzay sanayisinde ayrıca; sanatsal ve dekoratif olarak pek çok alanda kullanılmaktadır. Sanatsal alanda epoksi reçinelerin içerisine farklı renkler karıştırılarak küpe, yüzük, kolye ve bardak altlığı gibi pek çok ürün elde edilmektedir. Ancak doğal mineraller kullanılarak yapılan epoksi bağlayıcı takı ürünleri ile ilgili çalışmalar sınırlı kalmaktadır. Bu çalışmada bağlayıcı olarak kullanılan epoksi, şeffaflığından dolayı altere peridotite dayanıklılık katmıştır. Ayrıca; atık halde olabilecek doğal kayaçların ve minerallerin epoksi bağlayıcı malzeme ile bağlanması sonucu farklı özellikler kazandırılarak süs taşı olarak kullanılabilir hale gelebileceği görülmüştür. Doğal malzemeler (kayaçlar ve mineraller), farklı bağlayıcı malzemeler ile bağlanarak pek çok süs taşı üretilen olacak olup, bu konuda oldukça fazla araştırma ve geliştirmeye ihtiyaç duyulmaktadır.

5. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Yapılan çalışma ile elde edilen nihai ürünün, takı (küpe, yüzük taşı) olarak kullanılabilirliğini süs taşlarının sınıflamasında var olan kategorilere göre sıraladığımızda;

-Dayanıklılık açısından; Peridotitin sertliği altere olmamış örneklerde 6,5-7'dir. Ancak bu çalışmada altere peridotit kullanıldığından buradaki sertlik, bağlayıcı malzeme olarak

kullanılan, epoksinin yeterli fiziksel ve kimyasal dayanıma sahip olması açısından takı yapımında uygun olduğu görülmüştür.

-Görsellik açısından; Göreceli bir kavram olmakla birlikte, alterasyona bağlı olarak sarı-yeşil tonlarında renkler sunması, ürünün görsel açıdan kullanılabilirliğini artırmıştır.

-Nadirlik açısından ise; Çok nadir bulunmamasına karşın, eski tarihlerden beri Peridotitin takı olarak kullanılması, hali hazırda çeşitli üretim şekillerinde (kesim ve parlatma vs.) kullanılması peridotiti değerli yapmaktadır.

Sonuç olarak yapılan bu çalışma ile atık halde olabilecek, dayanıklı ve görsel açıdan güzel olan tüm doğal taşların ve minerallerin bağlayıcı bir malzeme ile tekrardan kullanılabilir hale getirilebileceği görülmüştür. Ayrıca; bağlayıcı olarak kullanılan epoksinin de gerek sağlamlık (fiziksel ve kimyasal direnç) açısından gerekse de temizlik (şeffaflık) açısından süs taşlarının yapımında farklı uygulamalar için kullanılabilir olduğu saptanmıştır.

Kop dağı peridotitlerinin alterasyona bağlı olarak sarı-yeşil renkler de değişen renkler sunduğu ve takı içerisinde renk verici pigment olarak kullanılmasının yanı sıra, epoksi ile bağlanarak, takı üretimi (süs taşı olarak) için uygun olduğu görülmüştür.

KAYNAKÇA

- [1] Dilek, Y. ve Moores, E. M., *Regional Tectonics of the Eastern Mediterranean Ophiolites*. In: Malpas, J., Moores, E., Panayiotou, A. ve Xenophontos, C. (eds.) *Ophiolites-Oceanic Crustal Analogues. Proceedings of Troodos Ophiolite Symposium, 1987, 295-30, 1990.*
- [2] Parlak, O. *Geochemistry and Geochronology of the Mersin Ophiolite within the Eastern Mediterranean Tectonic Frame (Southern Turkey)*. These Doctorat, Universitede Geneve, İsviçre, 1996.
- [3] Floyd, P. A., Göncüoğlu, M. C., Winchester, J. A. ve Yalınız, M. K., *Geochemical character and tectonic environment of Neotethyan ophiolitic fragments and metabasites in the Central Anatolian Crystalline Complex, Turkey*. In: Bozkurt, E., Winchester, J. A. ve Piper, J.D.A. (eds.) *Tectonics and magmatism in Turkey and the Surroundings Area*. Geological Society London Special Publication, 173, 183-202, 2000.
- [4] Robertson, A. H. F., *Overview of the Genesis and Emplacement of Mesozoic Ophiolites in the Eastern Mediterranean Tethyan Region*. *Lithos*, 65, 1-67, 2002.
- [5] Keskin, İ., Özbek, T., Dönmez, M., Küçümen Ö., Köse-Gökçedere (Gümüşhane), Demirözü (Bayburt) dolayının jeolojisi. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor No: 9450, 1991.
- [6] Schumann, W., *Handbook of rocks, minerals, and gemstones* Boston: Houghton Mifflin Company, 1993.
- [7] <https://www.mta.gov.tr/v3.0/bilgi-merkezi/sustasi> (Erişim tarihi: 03.08.2023)

BEHAVIORAL ANALYSIS OF TEAM MEMBERS IN VIRTUAL ORGANIZATION BASED ON TRUST DIMENSION AND LEARNING

Indiramma M., K. R. Anandakumar

Dept of CSE, BMS College of Engg, Bangalore, India

Abstract:

Trust management and Reputation models are becoming integral part of Internet based applications such as CSCW, E-commerce and Grid Computing. Also the trust dimension is a significant social structure and key to social relations within a collaborative community. Collaborative Decision Making (CDM) is a difficult task in the context of distributed environment (information across different geographical locations) and multidisciplinary decisions are involved such as Virtual Organization (VO). To aid team decision making in VO, Decision Support System and social network analysis approaches are integrated. In such situations social learning helps an organization in terms of relationship, team formation, partner selection etc. In this paper we focus on trust learning. Trust learning is an important activity in terms of information exchange, negotiation, collaboration and trust assessment for cooperation among virtual team members. In this paper we have proposed a reinforcement learning which enhances the trust decision making capability of interacting agents during collaboration in problem solving activity. Trust computational model with learning that we present is adapted for best alternate selection of new project in the organization. We verify our model in a multi-agent simulation where the agents in the community learn to identify trustworthy members, inconsistent behavior and conflicting behavior of agents.

Keywords: Collaborative Decision making, Trust, Multi Agent System (MAS), Bayesian Network, Reinforcement Learning.

IMPROVED AUTOMATED CLASSIFICATION OF ALCOHOLICS AND NON-ALCOHOLICS

Ramaswamy Palaniappan

Department of Computer Science, University of Essex, United Kingdom

Abstract:

In this paper, several improvements are proposed to previous work of automated classification of alcoholics and nonalcoholics. In the previous paper, multilayer-perceptron neural network classifying energy of gamma band Visual Evoked Potential (VEP) signals gave the best classification performance using 800 VEP signals from 10 alcoholics and 10 non-alcoholics. Here, the dataset is extended to include 3560 VEP signals from 102 subjects: 62 alcoholics and 40 non-alcoholics. Three modifications are introduced to improve the classification performance: i) increasing the gamma band spectral range by increasing the pass-band width of the used filter ii) the use of Multiple Signal Classification algorithm to obtain the power of the dominant frequency in gamma band VEP signals as features and iii) the use of the simple but effective k-nearest neighbour classifier. To validate that these two modifications do give improved performance, a 10-fold cross validation classification (CVC) scheme is used. Repeat experiments of the previously used methodology for the extended dataset are performed here and improvement from 94.49% to 98.71% in maximum averaged CVC accuracy is obtained using the modifications. This latest results show that VEP based classification of alcoholics is worth exploring further for system development.

Keywords: Alcoholic, Multilayer-perceptron, Nearest neighbour, Gamma band, MUSIC, Visual evoked potential.

RHETORICAL COMMUNICATION IN THE COGSCI DISCOURSE COMMUNITY: THE COGNITIVE NEUROSCIENCES (2004) IN THE CONTEXT OF SCIENTIFIC DISSEMINATION

Lucia Abbamonte, Olimpia Matarazzo

Department of Psychology, Second University of Naples

Abstract:

In recent years linguistic research has turned increasing attention to covert/overt strategies to modulate authorial stance and positioning in scientific texts, and to the recipients' response. This study discussed some theoretical implications of the use of rhetoric in scientific communication and analysed qualitative data from the authoritative *The Cognitive Neurosciences III* (2004) volume. Its genre-identity, status and readability were considered, in the social interactive context of contemporary disciplinary discourses – in their polyphony of traditional and new, emerging genres. Evidence was given of the ways its famous authors negotiate and shape knowledge and research results – explicitly appraising team work and promoting faith in the fast-paced progress of Cognitive Neuroscience, also through experiential metaphors – by presenting a set of examples, ordered according to their dominant rhetorical quality.

Keywords: Appraisal, disciplinary discourses, experiential metaphors, genre, identity, knowledge, readability, rhetoric, strategies, theoretical implications.

MORAL REASONING AND BEHAVIOUR IN ADULTHOOD

O. Matarazzo, L. Abbamonte, G. Nigro

Department, Second University of Naples, Italy

Abstract:

This study aimed at assessing whether and to what extent moral judgment and behaviour were: 1. situation-dependent; 2. selectively dependent on cognitive and affective components; 3. influenced by gender and age; 4. reciprocally congruent. In order to achieve these aims, four different types of moral dilemmas were construed and five types of thinking were presented for each of them – representing five possible ways to evaluate the situation. The judgment criteria included selfishness, altruism, sense of justice, and the conflict between selfishness and the two moral issues. The participants were 250 unpaid volunteers (50% male; 50% female) belonging to two age-groups: young people and adults. The study entailed a 2 (gender) x 2 (age-group) x 5 (type of thinking) x 4 (situation) mixed design: the first two variables were between-subjects, the others were within-subjects. Results have shown that: 1. moral judgment and behaviour are at least partially affected by the type of situations and by interpersonal variables such as gender and age; 2. moral reasoning depends in a similar manner on cognitive and affective factors; 3. there is not a gender polarity between the ethic of justice and the ethic of care/ altruism; 4. moral reasoning and behavior are perceived as reciprocally congruent even though their congruence decreases with a more objective assessment. Such results were discussed in the light of contrasting theories on morality.

Keywords: Contextual-pragmatic approach to morality, ethic of care, ethic of justice, Kohlbergian approach, moral behaviour, moral reasoning.



A COGNITIVE MODEL FOR FREQUENCY SIGNAL CLASSIFICATION

Rui Antunes, Fernando V. Coito

Electrical Engineering Department of Faculdade de Ciências e Tecnologia, at the New University of Lisbon, Quinta da Torre, 2829-516, Caparica, Portugal

Abstract:

This article presents the development of a neural network cognitive model for the classification and detection of different frequency signals. The basic structure of the implemented neural network was inspired on the perception process that humans generally make in order to visually distinguish between high and low frequency signals. It is based on the dynamic neural network concept, with delays. A special two-layer feedforward neural net structure was successfully implemented, trained and validated, to achieve minimum target error. Training confirmed that this neural net structure descends and converges to a human perception classification solution, even when far away from the target.

Keywords: Neural Networks, Signal Classification, Adaptive Filters, Cognitive Neuroscience

PROBABILITY AND INSTRUCTION EFFECTS IN SYLLOGISTIC CONDITIONAL REASONING

Olimpia Matarazzo, Ivana Baldassarre

Psychology Department, second University of Naples, Italy

Abstract:

The main aim of this study was to examine whether people understand indicative conditionals on the basis of syntactic factors or on the basis of subjective conditional probability. The second aim was to investigate whether the conditional probability of q given p depends on the antecedent and consequent sizes or derives from inductive processes leading to establish a link of plausible cooccurrence between events semantically or experientially associated. These competing hypotheses have been tested through a $3 \times 2 \times 2 \times 2$ mixed design involving the manipulation of four variables: type of instructions ("Consider the following statement to be true", "Read the following statement" and condition with no conditional statement); antecedent size (high/low); consequent size (high/low); statement probability (high/low). The first variable was between-subjects, the others were within-subjects. The inferences investigated were Modus Ponens and Modus Tollens. Ninety undergraduates of the Second University of Naples, without any prior knowledge of logic or conditional reasoning, participated in this study. Results suggest that people understand conditionals in a syntactic way rather than in a probabilistic way, even though the perception of the conditional probability of q given p is at least partially involved in the conditionals- comprehension. They also showed that, in presence of a conditional syllogism, inferences are not affected by the antecedent or consequent sizes. From a theoretical point of view these findings suggest that it would be inappropriate to abandon the idea that conditionals are naturally understood in a syntactic way for the idea that they are understood in a probabilistic way.

Keywords: Conditionals, conditional probability, conditional syllogism, inferential task.

AN INVESTIGATION INTO KANJI CHARACTER DISCRIMINATION PROCESS FROM EEG SIGNALS

Hiroshi Abe, Minoru Nakayama

Graduate School of Decision Science and Technology, Tokyo Institute of Technology, Japan

Abstract:

The frontal area in the brain is known to be involved in behavioral judgement. Because a Kanji character can be discriminated visually and linguistically from other characters, in Kanji character discrimination, we hypothesized that frontal event-related potential (ERP) waveforms reflect two discrimination processes in separate time periods: one based on visual analysis and the other based on lexical access. To examine this hypothesis, we recorded ERPs while performing a Kanji lexical decision task. In this task, either a known Kanji character, an unknown Kanji character or a symbol was presented and the subject had to report if the presented character was a known Kanji character for the subject or not. The same response was required for unknown Kanji trials and symbol trials. As a preprocessing of signals, we examined the performance of a method using independent component analysis for artifact rejection and found it was effective. Therefore we used it. In the ERP results, there were two time periods in which the frontal ERP waveforms were significantly different between the unknown Kanji trials and the symbol trials: around 170ms and around 300ms after stimulus onset. This result supported our hypothesis. In addition, the result suggests that Kanji character lexical access may be fully completed by around 260ms after stimulus onset.

Keywords: Character discrimination, Event-related Potential, Independent Component Analysis, Kanji, Lexical access.



REFORM-ORIENTED TEACHING OF INTRODUCTORY STATISTICS IN THE HEALTH, SOCIAL AND BEHAVIORAL SCIENCES – HISTORICAL CONTEXT AND RATIONALE

Rossi A. Hassad

Faculty of the Division of Social & Behavioral Sciences, Mercy College, USA

Abstract:

There is widespread emphasis on reform in the teaching of introductory statistics at the college level. Underpinning this reform is a consensus among educators and practitioners that traditional curricular materials and pedagogical strategies have not been effective in promoting statistical literacy, a competency that is becoming increasingly necessary for effective decision-making and evidence-based practice. This paper explains the historical context of, and rationale for reform-oriented teaching of introductory statistics (at the college level) in the health, social and behavioral sciences (evidence-based disciplines). A firm understanding and appreciation of the basis for change in pedagogical approach is important, in order to facilitate commitment to reform, consensus building on appropriate strategies, and adoption and maintenance of best practices. In essence, reform-oriented pedagogy, in this context, is a function of the interaction among content, pedagogy, technology, and assessment. The challenge is to create an appropriate balance among these domains.

Keywords: Reform-oriented, reform, introductory statistics, health, behavioral sciences, evidence-based, psychology, teaching, learning.



A REVIEW ON APPLICATION OF CHITOSAN AS A NATURAL ANTIMICROBIAL

F. Nejati Hafdani, N. Sadeghinia

Young Researchers Club of Islamic Azad University- Ardestan Branch, Iran.

Abstract:

In recent years application of natural antimicrobials instead of conventional ones, due to their hazardous effects on health, has got serious attentions. On the basis of the results of different studies, chitosan, a natural bio-degradable and non-toxic biopolysaccharide derived from chitin, has potential to be used as a natural antimicrobial. Chitosan has exhibited high antimicrobial activity against a wide variety of pathogenic and spoilage microorganisms, including fungi, and Gram-positive and Gramnegative bacteria. The antimicrobial action is influenced by intrinsic factors such as the type of chitosan, the degree of chitosan polymerization and extrinsic factors such as the microbial organism, the environmental conditions and presence of the other components. The use of chitosan in food systems should be based on sufficient knowledge of the complex mechanisms of its antimicrobial mode of action. In this article we review a number of studies on the investigation of chitosan antimicrobial properties and application of them in culture and food mediums.

Keywords: Antimicrobial, Chitosan, Preservative

NEUROGENIC POTENTIAL OF CLITORIA TERNATEA AQUEOUS ROOT EXTRACT—A BASIS FOR ENHANCING LEARNING AND MEMORY

Kiranmai S.Rai

Corresponding author is with Kasturba Medical College, Manipal University, Manipal,
INDIA

Abstract:

The neurogenic potential of many herbal extracts used in Indian medicine is hitherto unknown. Extracts derived from *Clitoria ternatea* Linn have been used in Indian Ayurvedic system of medicine as an ingredient of "Medhya rasayana", consumed for improving memory and longevity in humans and also in treatment of various neurological disorders. Our earlier experimental studies with oral intubation of *Clitoria ternatea* aqueous root extract (CTR) had shown significant enhancement of learning and memory in postnatal and young adult Wistar rats. The present study was designed to elucidate the *in vitro* effects of 200ng/ml of CTR on proliferation, differentiation and growth of anterior subventricular zone neural stem cells (aSVZ NSC-s) derived from prenatal and postnatal rat pups. Results show significant increase in proliferation and growth of neurospheres and increase in the yield of differentiated neurons of aSVZ neural precursor cells (aSVZNPC-s) at 7 days *in vitro* when treated with 200ng/ml of CTR as compared to age matched control. Results indicate that CTR has growth promoting neurogenic effect on aSVZ neural stem cells and their survival similar to neurotrophic factors like Survivin, Neuregulin 1, FGF-2, BDNF possibly the basis for enhanced learning and memory.

Keywords: Anterior subventricular zone (aSVZ) neural stemcell, *Clitoria ternatea*, Learning and memory, Neurogenesis.

FORMULATION AND EVALUATION OF VAGINAL SUPPOSITORIES CONTAINING LACTOBACILLUS

Sanae Kaewnopparat, Nattha Kaewnopparat

Faculty of Pharmaceutical Sciences, Prince of Songkla University, Songkla, 90110 Thailand

Abstract:

The objective of this study was to develop vaginal suppository containing lactobacillus. Four kinds of vaginal suppositories containing *Lactobacillus paracasei* HL32 were formulated: 1) a conventional suppository with Witepsol H-15 as a base, 2) a conventional suppository with mixed polyethylene glycols (PEGs) as a base, 3) a hollow-type suppository with Witepsol H-15 as a base and 4) a hollow-type suppository with mixed PEGs as a base. The release studies demonstrated that the hollow-type suppository with mixed PEGs as the base gave the highest release of *L. paracasei* HL32 and was microbiological stable after storage at 2- 8°C over the period of 3 months.

Keywords: *Lactobacillus paracasei* HL32, vaginal suppository, release study, hollow-type, viability.

DATA MINING CLASSIFICATION METHODS APPLIED IN DRUG DESIGN

Mária Stachová, Lukáš Sobíšek

Department of Statistics and Probability, Faculty of Informatics and Statistics, University of Economics, Prague Czech Republic

Abstract:

Data mining incorporates a group of statistical methods used to analyze a set of information, or a data set. It operates with models and algorithms, which are powerful tools with the great potential. They can help people to understand the patterns in certain chunk of information so it is obvious that the data mining tools have a wide area of applications. For example in the theoretical chemistry data mining tools can be used to predict molecule properties or improve computer-assisted drug design. Classification analysis is one of the major data mining methodologies. The aim of the contribution is to create a classification model, which would be able to deal with a huge data set with high accuracy. For this purpose logistic regression, Bayesian logistic regression and random forest models were built using R software. The Bayesian logistic regression in Latent GOLD software was created as well. These classification methods belong to supervised learning methods. It was necessary to reduce data matrix dimension before construct models and thus the factor analysis (FA) was used. Those models were applied to predict the biological activity of molecules, potential new drug candidates.

Keywords: data mining, classification, drug design, QSAR

ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF ETHANOL EXTRACT FROM SOME THAI MEDICINAL PLANTS AGAINST *CAMPYLOBACTER JEJUNI*

Achara Dholvitayakhun, Nathanon Trachoo

Faculty of Science and Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology
Lanna Tak Thailand.

Abstract:

In this study, the forty Thai medicinal plants were used to screen the antibacterial activity against *Campylobacter jejuni*. Crude 95% ethanolic extracts of each plant were prepared. Antibacterial activity was investigated by the disc diffusion assay, and MICs and MBCs were determined by broth microdilution. The results of antibacterial screening showed that five plants have activity against *C.jejuni* including *Adenantha pavonina* L., *Moringa oleifera* Lam., *Annona squamosa* L., *Hibiscus sabdariffa* L. and *Eupatorium odoratum* L. The extraction of *A. pavonina* L. and *A. squamosa* L. produced an outstanding against *C. jejuni*, inhibiting growth at 62.5-125 and 250-500 µg/mL, respectively. The MBCs of two extracts were just 4-fold higher than MICs against *C. jejuni*, suggesting the extracts are bactericidal against this species. These results indicate that *A. pavonina* and *A. squamosa* could potentially be used in modern applications aimed at treatment or prevention of foodborne disease from *C. jejuni*.

Keywords: Antibacterial activity, Thai medicinal plants, *Campylobacter jejuni*



PSO-BASED PLANNING OF DISTRIBUTION SYSTEMS WITH DISTRIBUTED GENERATIONS

Amin Hajizadeh, Ehsan Hajizadeh

Electrical Engineering Department, K.N. Toosi University of Technology, Tehran, Iran.

Industrial Engineering Department, Amirkabir University of Technology, Tehran, Iran

Abstract:

This paper presents a multi-objective formulation for optimal siting and sizing of distributed generation (DG) resources in distribution systems in order to minimize the cost of power losses and energy not supplied. The implemented technique is based on particle swarm optimization (PSO) and weight method that employed to obtain the best compromise between these costs. Simulation results on 33-bus distribution test system are presented to demonstrate the effectiveness of the proposed procedure.

Keywords: Distributed generation, distribution networks, particle swarm optimization, reliability, weight method

THREE-PHASE HIGH FREQUENCY AC CONVERSION CIRCUIT WITH DUAL MODE PWM/PDM CONTROL STRATEGY FOR HIGH POWER IH APPLICATIONS

Nabil A. Ahmed

Electrical Engineering Department, Assiut University Egypt

Abstract:

This paper presents a novel three-phase utility frequency to high frequency soft switching power conversion circuit with dual mode pulse width modulation and pulse density modulation for high power induction heating applications as melting of steel and non ferrous metals, annealing of metals, surface hardening of steel and cast iron work pieces and hot water producers, steamers and super heated steamers. This high frequency power conversion circuit can operate from three-phase systems to produce high current for high power induction heating applications under the principles of ZVS and it can regulate its ac output power from the rated value to a low power level. A dual mode modulation control scheme based on high frequency PWM in synchronization with the utility frequency positive and negative half cycles for the proposed high frequency conversion circuit and utility frequency pulse density modulation is produced to extend its soft switching operating range for wide ac output power regulation. A dual packs heat exchanger assembly is designed to be used in consumer and industrial fluid pipeline systems and it is proved to be suitable for the hot water, steam and super heated steam producers. Experiment and simulation results are given in this paper to verify the operation principles of the proposed ac conversion circuit and to evaluate its power regulation and conversion efficiency. Also, the paper presents a mutual coupling model of the induction heating load instead of equivalent transformer circuit model.

Keywords: Induction heating, three-phase, conversion circuit, pulse width modulation, pulse density modulation, high frequency, soft switching.

A NEW MAXIMUM POWER POINT TRACKING FOR PHOTOVOLTAIC SYSTEMS

Mohamed Azab

Assistant Professor in the Department of Electrical Engineering Technology at Banha High Institute of Technology, Banha, University. Spain.

Abstract:

In this paper a new maximum power point tracking algorithm for photovoltaic arrays is proposed. The algorithm detects the maximum power point of the PV. The computed maximum power is used as a reference value (set point) of the control system. ON/OFF power controller with hysteresis band is used to control the operation of a Buck chopper such that the PV module always operates at its maximum power computed from the MPPT algorithm. The major difference between the proposed algorithm and other techniques is that the proposed algorithm is used to control directly the power drawn from the PV. The proposed MPPT has several advantages: simplicity, high convergence speed, and independent on PV array characteristics. The algorithm is tested under various operating conditions. The obtained results have proven that the MPP is tracked even under sudden change of irradiation level.

Keywords: Photovoltaic, maximum power point tracking, MPPT.

IMPULSE RESPONSE SHORTENING FOR DISCRETE MULTITONE TRANSCEIVERS USING CONVEX OPTIMIZATION APPROACH

Ejaz Khan, Conor Heneghan

Dept. of Electronic and Electrical Engg, University College Dublin, Ireland.

Abstract:

In this paper we propose a new criterion for solving the problem of channel shortening in multi-carrier systems. In a discrete multitone receiver, a time-domain equalizer (TEQ) reduces intersymbol interference (ISI) by shortening the effective duration of the channel impulse response. Minimum mean square error (MMSE) method for TEQ does not give satisfactory results. In [1] a new criterion for partially equalizing severe ISI channels to reduce the cyclic prefix overhead of the discrete multitone transceiver (DMT), assuming a fixed transmission bandwidth, is introduced. Due to specific constrained (unit norm constraint on the target impulse response (TIR)) in their method, the freedom to choose optimum vector (TIR) is reduced. Better results can be obtained by avoiding the unit norm constraint on the target impulse response (TIR). In this paper we change the cost function proposed in [1] to the cost function of determining the maximum of a determinant subject to linear matrix inequality (LMI) and quadratic constraint and solve the resulting optimization problem. Usefulness of the proposed method is shown with the help of simulations.

Keywords: Equalizer, target impulse response, convex optimization, matrix inequality.



HYBRID ASSOCIATION CONTROL SCHEME AND LOAD BALANCING IN WIRELESS LANS

Chutima Prommak, Airisa Jantaweetip

School of Telecommunication Engineering, Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima, 30000 Thailand

Abstract:

This paper presents a hybrid association control scheme that can maintain load balancing among access points in the wireless LANs and can satisfy the quality of service requirements of the multimedia traffic applications. The proposed model is mathematically described as a linear programming model. Simulation study and analysis were conducted in order to demonstrate the performance of the proposed hybrid load balancing and association control scheme. Simulation results shows that the proposed scheme outperforms the other schemes in term of the percentage of blocking and the quality of the data transfer rate providing to the multimedia and real-time applications.

Keywords: Association control, Load balancing, Wireless LANs



ESTIMATION OF BROADCAST PROBABILITY IN WIRELESS ADHOC NETWORKS

Bharadwaj Kadiyala, Sunitha V

Institute of Information and Communication Technology Gandhinagar, Gujarat, 382007, India

Abstract:

Most routing protocols (DSR, AODV etc.) that have been designed for wireless adhoc networks incorporate the broadcasting operation in their route discovery scheme. Probabilistic broadcasting techniques have been developed to optimize the broadcast operation which is otherwise very expensive in terms of the redundancy and the traffic it generates. In this paper we have explored percolation theory to gain a different perspective on probabilistic broadcasting schemes which have been actively researched in the recent years. This theory has helped us estimate the value of broadcast probability in a wireless adhoc network as a function of the size of the network. We also show that, operating at those optimal values of broadcast probability there is at least 25-30% reduction in packet regeneration during successful broadcasting.

Keywords: Crossover length, Percolation, Probabilistic broadcast, Wireless adhoc networks

THEORETICAL ANALYSIS OF CAPACITIES IN DYNAMIC SPATIAL MULTIPLEXING MIMO SYSTEMS

Imen Sfaihi, Nouredine Hamdi

National Institute of Applied Sciences and Technology, and Communication Systems
laboratory ENIT, Tunis

Abstract:

In this paper, we investigate the study of techniques for scheduling users for resource allocation in the case of multiple input and multiple output (MIMO) packet transmission systems. In these systems, transmit antennas are assigned to one user or dynamically to different users using spatial multiplexing. The allocation of all transmit antennas to one user cannot take full advantages of multi-user diversity. Therefore, we developed the case when resources are allocated dynamically. At each time slot users have to feed back their channel information on an uplink feedback channel. Channel information considered available in the schedulers is the zero forcing (ZF) post detection signal to interference plus noise ratio. Our analysis study concerns the round robin and the opportunistic schemes. In this paper, we present an overview and a complete capacity analysis of these schemes. The main results in our study are to give an analytical form of system capacity using the ZF receiver at the user terminal. Simulations have been carried out to validate all proposed analytical solutions and to compare the performance of these schemes.

Keywords: MIMO, scheduling, ZF receiver, spatial multiplexing, round robin scheduling, opportunistic.

FIBER OPTIC SENSORS

Bahareh Gholamzadeh, Hooman Nabovati

h Sadjad Institute of Higher Education, Mashhad, Iran

H. Nabovati, Department of Electrical Engineering, Sadjad Institute of Higher Education,
Mashhad, Iran

Abstract:

Fiber optic sensor technology offers the possibility of sensing different parameters like strain, temperature, pressure in harsh environment and remote locations. these kinds of sensors modulates some features of the light wave in an optical fiber such an intensity and phase or use optical fiber as a medium for transmitting the measurement information. The advantages of fiber optic sensors in contrast to conventional electrical ones make them popular in different applications and now a day they consider as a key component in improving industrial processes, quality control systems, medical diagnostics, and preventing and controlling general process abnormalities. This paper is an introduction to fiber optic sensor technology and some of the applications that make this branch of optic technology, which is still in its early infancy, an interesting field.

Keywords: Fiber optic sensors, distributed sensors, sensorapplication, crack sensor.



PROGRAMMING LANGUAGE EXTENSION USING STRUCTURED QUERY LANGUAGE FOR DATABASE ACCESS

Chapman Eze Nnadozie

Department of Computer Science, Abubakar Tatari Ali Polytechnic, Bauchi, Nigeria

Abstract:

Relational databases constitute a very vital tool for the effective management and administration of both personal and organizational data. Data access ranges from a single user database management software to a more complex distributed server system. This paper intends to appraise the use a programming language extension like structured query language (SQL) to establish links to a relational database (Microsoft Access 2013) using Visual C++ 9 programming language environment. The methodology used involves the creation of tables to form a database using Microsoft Access 2013, which is Object Linking and Embedding (OLE) database compliant. The SQL command is used to query the tables in the database for easy extraction of expected records inside the visual C++ environment. The findings of this paper reveal that records can easily be accessed and manipulated to filter exactly what the user wants, such as retrieval of records with specified criteria, updating of records, and deletion of part or the whole records in a table.

Keywords: Data access, database, database management system, OLE, programming language, records, relational database, software, SQL, table.



AUTOMATED HEART SOUND CLASSIFICATION FROM UNSEGMENTED PHONOCARDIOGRAM SIGNALS USING TIME FREQUENCY FEATURES

Nadia Masood Khan, Muhammad Salman Khan, Gul Muhammad Khan

Department of Electrical Engineering, University of Engineering and Technology Peshawar,
Pakistan

Department of Electrical Engineering Jalozai Campus, University of Engineering and
Technology Peshawar, Pakistan

Department of Electrical Engineering, University of Engineering and Technology Peshawar,
Pakistan

Abstract:

Cardiologists perform cardiac auscultation to detect abnormalities in heart sounds. Since accurate auscultation is a crucial first step in screening patients with heart diseases, there is a need to develop computer-aided detection/diagnosis (CAD) systems to assist cardiologists in interpreting heart sounds and provide second opinions. In this paper different algorithms are implemented for automated heart sound classification using unsegmented phonocardiogram (PCG) signals. Support vector machine (SVM), artificial neural network (ANN) and cartesian genetic programming evolved artificial neural network (CGPANN) without the application of any segmentation algorithm has been explored in this study. The signals are first pre-processed to remove any unwanted frequencies. Both time and frequency domain features are then extracted for training the different models. The different algorithms are tested in multiple scenarios and their strengths and weaknesses are discussed. Results indicate that SVM outperforms the rest with an accuracy of 73.64%.

Keywords: Pattern recognition, machine learning, computer aided diagnosis, heart sound classification, and feature extraction.



ADAPTION MODEL FOR BUILDING AGILE PRONUNCIATION DICTIONARIES USING PHONEMIC DISTANCE MEASUREMENTS

Akella Amarendra Babu, Rama Devi Yellasiri, Natukula Sainath

St. Martin's Engineering College, Dhulapally, Secunderabad, Telangana State, India

CBIT, Gandipet, Hyderabad, Telangana State, India

(Associate Professor) is with St. Martin's Engineering College, Dhulapally, Secunderabad, Telangana State, India

Abstract:

Where human beings can easily learn and adopt pronunciation variations, machines need training before put into use. Also humans keep minimum vocabulary and their pronunciation variations are stored in front-end of their memory for ready reference, while machines keep the entire pronunciation dictionary for ready reference. Supervised methods are used for preparation of pronunciation dictionaries which take large amounts of manual effort, cost, time and are not suitable for real time use. This paper presents an unsupervised adaptation model for building agile and dynamic pronunciation dictionaries online. These methods mimic human approach in learning the new pronunciations in real time. A new algorithm for measuring sound distances called Dynamic Phone Warping is presented and tested. Performance of the system is measured using an adaptation model and the precision metrics is found to be better than 86 percent.

Keywords: Pronunciation variations, dynamic programming, machine learning, natural language processing.

OPTIMIZED AND SECURED DIGITAL WATERMARKING USING ENTROPY, CHAOTIC GRID MAP AND ITS PERFORMANCE ANALYSIS

R. Rama Kishore, Sunesh

University School of Information Communication and Technology, Guru Gobind Singh
Indraprastha University, India

Sunesh (Assistant professor) is with the Maharaja Surajmal Institute of Technology, Delhi,
India.

Abstract:

This paper presents an optimized, robust, and secured watermarking technique. The methodology used in this work is the combination of entropy and chaotic grid map. The proposed methodology incorporates Discrete Cosine Transform (DCT) on the host image. To improve the imperceptibility of the method, the host image DCT blocks, where the watermark is to be embedded, are further optimized by considering the entropy of the blocks. Chaotic grid is used as a key to reorder the DCT blocks so that it will further increase security while selecting the watermark embedding locations and its sequence. Without a key, one cannot reveal the exact watermark from the watermarked image. The proposed method is implemented on four different images. It is concluded that the proposed method is giving better results in terms of imperceptibility measured through PSNR and found to be above 50. In order to prove the effectiveness of the method, the performance analysis is done after implementing different attacks on the watermarked images. It is found that the methodology is very strong against JPEG compression attack even with the quality parameter up to 15. The experimental results are confirming that the combination of entropy and chaotic grid map method is strong and secured to different image processing attacks.

Keywords: Digital watermarking, discrete cosine transform, chaotic grid map, entropy.



A DATASET OF PROGRAM EDUCATIONAL OBJECTIVES MAPPED TO ABET OUTCOMES: DATA CLEANSING, EXPLORATORY DATA ANALYSIS AND MODELING

Addin Osman, Anwar Ali Yahya, Mohammed Basit Kamal

College of Computer Science and Information Systems, Najran University, Saudi Arabia

College of Computer Science and Information Systems, Najran University, Najran, Saudi Arabia and Faculty of Computer Science and Information Systems, Tamar University, Tamar, Yemen

Abstract:

Datasets or collections are becoming important assets by themselves and now they can be accepted as a primary intellectual output of a research. The quality and usage of the datasets depend mainly on the context under which they have been collected, processed, analyzed, validated, and interpreted. This paper aims to present a collection of program educational objectives mapped to student's outcomes collected from self-study reports prepared by 32 engineering programs accredited by ABET. The manual mapping (classification) of this data is a notoriously tedious, time consuming process. In addition, it requires experts in the area, which are mostly not available. It has been shown the operational settings under which the collection has been produced. The collection has been cleansed, preprocessed, some features have been selected and preliminary exploratory data analysis has been performed so as to illustrate the properties and usefulness of the collection. At the end, the collection has been benchmarked using nine of the most widely used supervised multiclass classification techniques (Binary Relevance, Label Powerset, Classifier Chains, Pruned Sets, Random k-label sets, Ensemble of Classifier Chains, Ensemble of Pruned Sets, Multi-Label k-Nearest Neighbors and Back-Propagation Multi-Label Learning). The techniques have been compared to each other using five well-known measurements (Accuracy, Hamming Loss, Micro-F, Macro-F, and Macro-F). The Ensemble of Classifier Chains and Ensemble of Pruned Sets have achieved encouraging performance compared to other experimented multi-label classification methods. The Classifier Chains method has shown the worst performance. To recap, the benchmark has achieved promising results by utilizing preliminary exploratory data analysis performed on the collection, proposing new trends for research and providing a baseline for future studies.

Keywords: Benchmark collection, program educational objectives, student outcomes, ABET, Accreditation, machine learning, supervised multiclass classification, text mining.



A ROBUST OPTIMIZATION MODEL FOR THE SINGLE-DEPOT CAPACITATED LOCATION- ROUTING PROBLEM

Abdolsalam Ghaderi

Department of Industrial Engineering, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran

Abstract:

In this paper, the single-depot capacitated location-routing problem under uncertainty is presented. The problem aims to find the optimal location of a single depot and the routing of vehicles to serve the customers when the parameters may change under different circumstances. This problem has many applications, especially in the area of supply chain management and distribution systems. To get closer to real-world situations, travel time of vehicles, the fixed cost of vehicles usage and customers' demand are considered as a source of uncertainty. A combined approach including robust optimization and stochastic programming was presented to deal with the uncertainty in the problem at hand. For this purpose, a mixed integer programming model is developed and a heuristic algorithm based on Variable Neighborhood Search(VNS) is presented to solve the model. Finally, the computational results are presented and future research directions are discussed.

Keywords: Location-routing problem, robust optimization, Stochastic Programming, variable neighborhood search.

IMAGE DEHAZING USING DARK CHANNEL PRIOR AND FAST GUIDED FILTER IN DAUBECHIES LIFTING WAVELET TRANSFORM DOMAIN

Harpreet Kaur, Sudipta Majumdar

Guru Tegh Bahadur Institute of Technology, Guru Gobind Singh Indraprastha University –
India

Delhi Technological University, India

Abstract:

In this paper a method for image dehazing is proposed in lifting wavelet transform domain. Lifting Daubechies (D4) wavelet has been used to obtain the approximate image and detail images. As the haze is contained in low frequency part, only the approximate image is used for further processing. This region is processed by dehazing algorithm based on dark channel prior (DCP). The dehazed approximate image is then recombined with the detail images using inverse lifting wavelet transform. Implementation of lifting wavelet transform has the advantage of auxiliary memory saving, fast implementation and simplicity. Also, the proposed method deals with near white scene problem, blue horizon issue and localized light sources in a way to enhance image quality and makes the algorithm robust. Simulation results present improvement in terms of visual quality, parameters such as root mean square (RMS) contrast, structural similarity index (SSIM), entropy and execution time.

Keywords: Dark channel prior, image dehazing, lifting wavelet transform.

SCATTERER DENSITY IN EDGE AND COHERENCE ENHANCING NONLINEAR ANISOTROPIC DIFFUSION FOR MEDICAL ULTRASOUND SPECKLE REDUCTION

Ahmed Badawi, J. Michael Johnson, Mohamed Mahfouz

University of Tennessee, Knoxville, Biomedical Engineering Department

Abstract:

This paper proposes new enhancement models to the methods of nonlinear anisotropic diffusion to greatly reduce speckle and preserve image features in medical ultrasound images. By incorporating local physical characteristics of the image, in this case scatterer density, in addition to the gradient, into existing tensorbased image diffusion methods, we were able to greatly improve the performance of the existing filtering methods, namely edge enhancing (EE) and coherence enhancing (CE) diffusion. The new enhancement methods were tested using various ultrasound images, including phantom and some clinical images, to determine the amount of speckle reduction, edge, and coherence enhancements. Scatterer density weighted nonlinear anisotropic diffusion (SDWNAD) for ultrasound images consistently outperformed its traditional tensor-based counterparts that use gradient only to weight the diffusivity function. SDWNAD is shown to greatly reduce speckle noise while preserving image features as edges, orientation coherence, and scatterer density. SDWNAD superior performances over nonlinear coherent diffusion (NCD), speckle reducing anisotropic diffusion (SRAD), adaptive weighted median filter (AWMF), wavelet shrinkage (WS), and wavelet shrinkage with contrast enhancement (WSCE), make these methods ideal preprocessing steps for automatic segmentation in ultrasound imaging.

Keywords: Nonlinear anisotropic diffusion, ultrasound imaging, speckle reduction, scatterer density estimation, edge based enhancement, coherence enhancement.



T-WAVE DETECTION BASED ON AN ADJUSTED WAVELET TRANSFORM MODULUS MAXIMA

Samar Krimi, Kais Ouni, Noureddine Ellouze

Systems and Signal Processing Laboratory (LSTS) in the National Engineering School of
Tunis

Abstract:

The method described in this paper deals with the problems of T-wave detection in an ECG. Determining the position of a T-wave is complicated due to the low amplitude, the ambiguous and changing form of the complex. A wavelet transform approach handles these complications therefore a method based on this concept was developed. In this way we developed a detection method that is able to detect T-waves with a sensitivity of 93% and a correct-detection ratio of 93% even with a serious amount of baseline drift and noise.

Keywords: ECG, Modulus Maxima Wavelet Transform, Performance, T-wave detection

BRIDGING THE MENTAL GAP BETWEEN CONVOLUTION APPROACH AND COMPARTMENTAL MODELING IN FUNCTIONAL IMAGING: TYPICAL EMBEDDING OF AN OPEN TWO-COMPARTMENT MODEL INTO THE SYSTEMS THEORY APPROACH OF INDICATOR DILUTION THEORY

Gesine Hellwig

Research campus Neuherberg near Munich, this investigation was supported in part by the German Cancer Aid (Deutsche Krebshilfe) under grant number 70–2323 and by the Helmholtz Society Strategy Fund

Abstract:

Functional imaging procedures for the non-invasive assessment of tissue microcirculation are highly requested, but require a mathematical approach describing the trans- and intercapillary passage of tracer particles. Up to now, two theoretical, for the moment different concepts have been established for tracer kinetic modeling of contrast agent transport in tissues: pharmacokinetic compartment models, which are usually written as coupled differential equations, and the indicator dilution theory, which can be generalized in accordance with the theory of lineartime- invariant (LTI) systems by using a convolution approach. Based on mathematical considerations, it can be shown that also in the case of an open two-compartment model well-known from functional imaging, the concentration-time course in tissue is given by a convolution, which allows a separation of the arterial input function from a system function being the impulse response function, summarizing the available information on tissue microcirculation. Due to this reason, it is possible to integrate the open two-compartment model into the system-theoretic concept of indicator dilution theory (IDT) and thus results known from IDT remain valid for the compartment approach. According to the long number of applications of compartmental analysis, even for a more general context similar solutions of the so-called forward problem can already be found in the extensively available appropriate literature of the seventies and early eighties. Nevertheless, to this day, within the field of biomedical imaging – not from the mathematical point of view – there seems to be a trench between both approaches, which the author would like to get over by exemplary analysis of the well-known model.

Keywords: Functional imaging, Tracer kinetic modeling, LTI system, Indicator dilution theory / convolution approach, Two-Compartment model.



ANALYSIS OF MEDICAL DATA USING DATA MINING AND FORMAL CONCEPT ANALYSIS

Anamika Gupta, Naveen Kumar, Vasudha Bhatnagar

Department of Computer Science, Delhi University, India.

Abstract:

This paper focuses on analyzing medical diagnostic data using classification rules in data mining and context reduction in formal concept analysis. It helps in finding redundancies among the various medical examination tests used in diagnosis of a disease. Classification rules have been derived from positive and negative association rules using the Concept lattice structure of the Formal Concept Analysis. Context reduction technique given in Formal Concept Analysis along with classification rules has been used to find redundancies among the various medical examination tests. Also it finds out whether expensive medical tests can be replaced by some cheaper tests.

Keywords: Data Mining, Formal Concept Analysis, Medical Data, Negative Classification Rules.



CASE BASED REASONING TECHNOLOGY FOR MEDICAL DIAGNOSIS

Abdel-Badeeh M. Salem

professor with the Department of Computer Science, Faculty of Computer and Information Sciences, Ain Shams University, Cairo, Egypt

Abstract:

Case based reasoning (CBR) methodology presents a foundation for a new technology of building intelligent computeraided diagnoses systems. This Technology directly addresses the problems found in the traditional Artificial Intelligence (AI) techniques, e.g. the problems of knowledge acquisition, remembering, robust and maintenance. This paper discusses the CBR methodology, the research issues and technical aspects of implementing intelligent medical diagnoses systems. Successful applications in cancer and heart diseases developed by Medical Informatics Research Group at Ain Shams University are also discussed.

Keywords: Medical Informatics, Computer-Aided MedicalDiagnoses, AI in Medicine, Case-Based Reasoning.



DETECTION OF DIABETIC SYMPTOMS IN RETINA IMAGES USING ANALOG ALGORITHMS

Daniela Matei, Radu Matei

Technical University of Iasi, Romania, Faculty of Electronics and Telecommunications

Abstract:

In this paper a class of analog algorithms based on the concept of Cellular Neural Network (CNN) is applied in some processing operations of some important medical images, namely retina images, for detecting various symptoms connected with diabetic retinopathy. Some specific processing tasks like morphological operations, linear filtering and thresholding are proposed, the corresponding template values are given and simulations on real retina images are provided.

Keywords: Diabetic retinopathy, pathology detection, cellular neural networks, analog algorithms.

ARRIVING AT AN OPTIMUM VALUE OF TOLERANCE FACTOR FOR COMPRESSING MEDICAL IMAGES

Sumathi Poobal, G. Ravindran

center for Medical Electronics, Anna University, Chennai, India as a research scholar, and working as Professor in Department of ECE, KCG College of Technology, Chennai., India

Abstract:

Medical imaging uses the advantage of digital technology in imaging and teleradiology. In teleradiology systems large amount of data is acquired, stored and transmitted. A major technology that may help to solve the problems associated with the massive data storage and data transfer capacity is data compression and decompression. There are many methods of image compression available. They are classified as lossless and lossy compression methods. In lossy compression method the decompressed image contains some distortion. Fractal image compression (FIC) is a lossy compression method. In fractal image compression an image is coded as a set of contractive transformations in a complete metric space. The set of contractive transformations is guaranteed to produce an approximation to the original image. In this paper FIC is achieved by PIFS using quadtree partitioning. PIFS is applied on different images like , Ultrasound, CT Scan, Angiogram, X-ray, Mammograms. In each modality approximately twenty images are considered and the average values of compression ratio and PSNR values are arrived. In this method of fractal encoding, the parameter, tolerance factor T_{max} , is varied from 1 to 10, keeping the other standard parameters constant. For all modalities of images the compression ratio and Peak Signal to Noise Ratio (PSNR) are computed and studied. The quality of the decompressed image is arrived by PSNR values. From the results it is observed that the compression ratio increases with the tolerance factor and mammogram has the highest compression ratio. The quality of the image is not degraded upto an optimum value of tolerance factor, T_{max} , equal to 8, because of the properties of fractal compression.

Keywords: Fractal image compression, IFS, PIFS, PSNR, Quadtree partitioning