

ISPEC

9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON
ENGINEERING & NATURAL SCIENCES

November 13- 15, 2020 / Ankara, Turkey

Proceedings Book

Editor

Dr. Aslı GUNAY BULUTSUZ

ISBN: 978-625-7720-06-9

by ISPEC Publishing House

ISPEC

9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING &
NATURAL SCIENCES

November 13- 15, 2020 / Ankara, Turkey



PROCEEDINGS BOOK

EDITOR

Dr. Ash GUNAY BULUTSUZ

All rights of this book belong to ISPEC Publishing House
Authors are responsible both ethically and juridically

ISPEC Publications - 2020©

Issued: 01.12.2020

ISBN: 978-625-7720-06-9

CONGRESS ID

CONGRESS TITLE.....	ISPEC 9 th INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING & NATURAL SCIENCES
DATE AND PLACE.....	November 13- 15, 2020 /Ankara, Turkey
ORGANIZATION.....	ISPEC Enstitute, ISPEC Publishing House
ORGANIZING COMMITTEE.	Prof. Dr. Hacer HUSEYINOVA Dr. Seyithan SEYDOŞOĞLU Dr. E. İlhan ŞAHİN Dr. Hüseyin ERİŞ Dr. Hasan ÇİFTÇİ Elena MAGLIO Dr. Almaz AHMETOV
EVALUATION PROCESS.....	All applications have undergone a double-blind peer review process
CONGRESS LANGUAGES	Turkish, English
PRESENTATION.....	Oral presentation

SCIENTIFIC & ADVISORY COMMITTEE

Dr. Almaz AHMEDOV - Bakü State University

Dr. BOUKHATEM Mohamed Nadjib- Université Saad Dahlab Blida

Dr. Remzi TUNTAŞ - Van Yüzüncü Yıl University

Dr. Anatoliy LOGINOV - Ukraine Shevchenko Lugan National University

Dr. Ayslu B. SARSEKENOVA - Orleu National Development Institute

Dr. Cholpon TOKTOSUNOVA - Rasulbekov Kyrgyz Economy University

Dr. Feda REHIMOV - Bakü State University

Dr. Ali BİLGİLİ - Ankara University

Dr. George RUDIC - Montreal Pedagogy Institute

Dr. Hilale CAFEROVA - AMEA Institute

Dr. İsmail ALTINTOP - Kayseri State Hospital

Dr. MEIXIA Huou - Capital Normal University

Dr. Kenes JUSUPOV - M. Tinisbaev Kazakh Vehicle Academy

Dr. Mahmut Alkan - Niğde Ömer Halisdemir University

Dr. Maha Hamdan ALANAZI - Riyadh King Abdulaziz Technology Institute

Dr. Maria LEONTIK - Macedonia Ishtib Gotse Delchev University

Dr. Mavlyanov ABDIGAPPAR - Kyrgyz Elaralık University

Dr. Maira ESIMBOLOVA - Kazakhstan Narkhoz University

Dr. Mustafa ŞAHİN - Selçuk University

Dr. Mustafa TALAS - Niğde Ömer Halisdemir University

Dr. Khan Nadezhda - E.A. Buketov Karaganda State University

Dr. Seyithan SEYDOŞOĞLU - Siirt University

Dr. Rovshan ALİYEV - Bakü State University

Dr. Ümran SEVİL - Ege University

Dr. Yüksel KAPLAN - Niğde Ömer Halisdemir University

Dr. Remzi TUNTAŞ-Van Yüzüncü Yıl University

Dr. Fatih ÇOLAK-Usak University

Dr. Canan DEMİR-Van Yüzüncü Yıl University

Dr. Nazile Abdullazadeh-Azərbaycan Dövlət Pedaqoji University

Dr. Nazmiye ÖZLEM ŞANLI-İstanbul University

Dr. Merve OKUTAN-Hitit University

Dr. Şeyma AYDEMİR-Hitit University

Dr. Filiz BORAN-Hitit University

Dr. Elif Ayşe ANLI-Ankara University

Dr. Elif BAŞKAYA-Karadeniz Technical University

Dr. Derya OKUYAN-Balıkesir University University

Dr. Ayşe KABATAŞ-Karadeniz Technical University

Dr. Murat EYVAZ-Gebze Technical University

Dr. Gökhan KÖK-Ege University

Dr. Özlem ÖZDEMİR-Gazi University

Dr. Leyla ÇİMEN-Niğde Ömer Halisdemir University

Dr. Kevser Sevgi ÜNAL ASLAN-Osmaniye Korkut Ata University

Dr. Murat SÖNMEZ-METU

Dr. Ahmet H. ERTAŞ-Bursa Technical University

Dr. Şevket TULUN-Aksaray University

Dr. Gökhan KÖK-Ege University

Dr. Kerem ASMAZ-Yıldız Technical University

Dr. Merdin DANIŞMAZ-Ahi Evran University

Dr. Aziz AKSOY-Bitlis Eren University

Dr. Nurhayat ATASOY-Van Yüzüncü Yıl University

Dr. Aysel GÜVEN-Başkent University

Dr. Ahu PAKDEMİRLİ-Izmir Demokrasi University

Dr. Yılmaz KOÇAK-Van Yüzüncü Yıl University

ISPEC

9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING & NATURAL SCIENCES

November 13- 15, 2020 / Ankara, Turkey

Conference Program

Zoom Meetings ID: **824 2337 5993**
Zoom Meetings PASSWORD: **112020**

IMPORTANT, PLEASE READ CAREFULLY

- To be able to make a meeting online, login via <https://zoom.us/join> site, enter ID instead of “Meeting ID or Personal Link Name” and solidify the session.
- The Zoom application is free and no need to create an account.
- The Zoom application can be used without registration.
- The application works on tablets, phones and PCs.
- Speakers must be connected to the session **10 minutes before** the presentation time.
- All congress participants can connect live and listen to all sessions.
- During the session, your camera should be turned on at least %70 of session period
- Moderator is responsible for the presentation and scientific discussion (question-answer) section of the session.

TECHNICAL INFORMATION

- Make sure your computer has a microphone and is working.
- You should be able to use screen sharing feature in Zoom.
- Attendance certificates will be sent to you as pdf at the end of the congress.
- Moderator is responsible for the presentation and scientific discussion (question-answer) section of the session.
- Before you login to Zoom please indicate your name surname and hall number,

exp. H-2, Şennur CANDAN



13.11.2020
Turkey's Time: 10⁰⁰ - 12⁰⁰

SESSION-1
HALL-1

MODERATOR: Prof. Dr. Şennur CANDAN

Fatma BAYATA	<i>Istanbul Bilgi University</i>	THE INVESTIGATION OF METAL OXIDE BASED THERMOELECTRIC MATERIALS FOR AUTOMOTIVE APPLICATIONS
Prof. Dr. Şennur CANDAN Faruk URAL Prof. Dr. Harun MİNDİVAN Prof. Dr. Ercan CANDAN	<i>Necmettin Erbakan University Bilecik Şeyh Edebali University</i>	INFLUENCE OF PRODUCTION METHODS ON THE FATIGUE PROPERTIES OF AISI 8620 STEEL GEARS
Prof. Dr. Şennur CANDAN Uğur KANDEMİR Prof. Dr. Ercan CANDAN	<i>Necmettin Erbakan University</i>	IMPROVEMENT OF CORROSION RESISTANCE OF AZ91 MAGNESIUM ALLOY BY Ti AND B MICRO-ALLOYING
Assist. Prof. Dr. Dilşad AKGÜMÜŞ GÖK	<i>Istanbul Aydın University</i>	INSPECTION OF THE ARMATURE PART MADE WITH THE INVESTMENT CASTING METHOD WITH DESTRUCTIVE AND NON-DESTRUCTIVE TESTING METHODS
Alınza ALTINSOY Assist. Prof. Dr. Yusuf ARSLAN	<i>Düzce University</i>	INVESTIGATION OF THE MECHANICAL CHARACTERISTICS OF THE CRYOGENIC PROCESSED POLYOXYMETHYLENE MATERIAL AT DIFFERENT TIMES
Res. Assist. Haşim Fırat KARASU Assist. Prof. Dr. Melih BELEVİ Aziz BAŞDEMİR	<i>Dokuz Eylül University</i>	APPLICATION OF PROBABILITY BASED APPROACH IN DESIGN OF COMPOSITE DISC SPRINGS
Res. Assist. Haşim Fırat KARASU Assist. Prof. Dr. Melih BELEVİ Aziz BAŞDEMİR	<i>Dokuz Eylül University</i>	DESIGN FOR SIX SIGMA IN BELLEVILLE SPRINGS
Cem SARI Bayram KESMEN Ali KİBAR	<i>ICM Makina Innovative Converting Machinery University of Kocaeli</i>	EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF COOLING OF RUBBER CYLINDER IN EMBOSING SYSTEM
Dr. Aslı GUNAY BULUTSUZ	<i>Yildiz Technical University</i>	MECHANICAL AND CORROSION BEHAVIOR OF DEFORMED BIODEGRADABLE IMPLANTS MATERIALS

Zoom Meetings ID:
824 2337 5993
PASSWORD:
112020





13.11.2020
Turkey's Time: 10⁰⁰ - 12⁰⁰

SESSION-1
HALL-2

MODERATOR: Prof. Dr. Erol EĞRİOĞLU

Assoc. Prof. Seydi Battal Gazi KARAKOÇ Derya SUCU	<i>Neuşehir Hacı Bektaş Veli University</i>	NUMERICAL SOLUTIONS OF THE GEW EQUATION WITH FINITE ELEMENT METHOD
Assoc. Prof. Levent ÖZBEK	<i>Ankara University</i>	A STUDY ON A NEW ESTIMATING GROWTH MODEL OF ADANA PIGEONS USING DISCRETE-TIME STOCHASTIC GOMPertz MODEL AND ADAPTIVE KALMAN FILTER
Assoc. Prof. Levent ÖZBEK Fikri ÖZTÜRK	<i>Ankara University</i>	A STUDY ON NON-LINEAR DISCRETE-TIME STATE- SPACE NODELS AND ADAPTIVE EXTENDED KALMAN FILTER APPLICATION ON OSCILLATION OF AN OBJECT TIED TO THE END OF SPRING
Prof. Dr. Erol EĞRİOĞLU Prof. Dr. ROBERT FILDES Assoc. Prof. Eren BAŞ	<i>Giresun University Lancaster University</i>	RECURRENT FUZZY TIME SERIES FUNCTIONS APPROACHES FOR FORECASTING
Prof. Dr. Erol EĞRİOĞLU Assoc. Prof. Eren BAŞ	<i>Giresun University</i>	A NEW AUTOMATIC FORECASTING METHOD BASED ON SINGLE MULTIPLICATIVE NEURON MODEL ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS
Prof. Dr. Erol EĞRİOĞLU Assoc. Prof. Dr. Eren BAŞ	<i>Giresun University</i>	A NEW RECURRENT DENDRITIC NEURON MODEL ARTIFICIAL NEURAL NETWORK FOR TIME SERIES FORECASTING
Prof. Dr. Erol EĞRİOĞLU Assoc. Prof. Dr. Eren BAŞ	<i>Giresun University</i>	MULTIVARIATE PICTURE FUZZY TIME SERIES: DEFINITIONS AND A FORECASTING METHOD BASED ON PI-SIGMA ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS
Res. Asst. Ilgım YAMAN Prof. Dr. Türkan ERBAY DALKILIÇ	<i>Giresun University Karadeniz Technical University</i>	PORTFOLIO OPTIMIZATION BASED ON FUZZY INFERENCE SYSTEM
Res. Asst. Ilgım YAMAN Prof. Dr. Türkan ERBAY DALKILIÇ	<i>Giresun University Karadeniz Technical University</i>	A STUDY ON PORTFOLIO OPTIMIZATION BASED ON FUZZY INFERENCE SYSTEM
Assist. Prof. Dr. Cevahir Doğanay GÜN Prof. Dr. Fahreddin ABDULLAYEV	<i>Gaziantep University Kyrgyz -Turkish Manas University</i>	BERNSTEIN-NIKOLSKII TYPE INEQUALITIES FOR ALGEBRAIC POLYNOMIALS IN REGIONS

Zoom Meetings ID:
824 2337 5993
PASSWORD:
112020





13.11.2020
Turkey's Time: 10⁰⁰ - 12⁰⁰

SESSION-1
HALL-3

MODERATOR: Assist. Prof. Dr. Sezai ARSLAN

Şamil ÖZTÜRK Latife Ceyda İRKİN İlhan ÖZDEMİR	Çanakkale Onsekiz Mart University Atatürk University	INDUCED PLURIPOTENT STEM CELLS AND INNOVATIONS
Şamil ÖZTÜRK İlhan ÖZDEMİR Latife Ceyda İRKİN	Çanakkale Onsekiz Mart University Atatürk University	THE EFFECT OF RECURRING STEM CELL APPLICATION ON IMPLANTATION IN EXPERIMENTAL INTRAUTERIN MODEL
Assist. Prof. Dr. Sezai ARSLAN Prof. Dr. Taraneh ÖNCEL Assist. Prof. Dr. Kudret YENİLMEZ Dr. Nesrin TURAN	Tekirdağ Namık Kemal University Pendik Veterinary Control Institute	INVESTIGATION OF THE PRESENCE OF LEISHMANIA INFANTUM IN DOGS IN THE THRACE REGION
Assist. Prof. Dr. Sezai ARSLAN Prof. Dr. Nuri ALTUĞ Assoc. Prof. Mustafa Necati MUZ Prof. Dr. Nazmi YÜKSEK Assoc. Prof. Yıldray BAŞBUĞAN Assoc. Prof. Özlem ORUNÇ KILINÇ	Tekirdağ Namık Kemal University Van Yüzüncü Yıl University	THE IMPORTANCE OF PROCALCITONE, C REACTIVE PROTEIN, NITRIC OXIDE AND ADENOSINE DEAMINASE LEVELS IN SHEEP WITH NATURAL BABESIOSIS
Assoc. Prof. İsmail YILDIZ N. Fırat DICLE	Van Yüzüncü Yıl University	MORPHOLOGY AND MOLECULAR PHYLOGENY OF Spathidium sp. (Ciliophora, Spathidiida) ISOLATED FROM COASTAL SANDS OF LAKE VAN
Naciye Gülkız ŞENLER Assoc. Prof. İsmail YILDIZ Deniz ŞİRİN Hilal URAL	Tekirdağ Namık Kemal University Van Yüzüncü Yıl University	PHYLOGENY OF FIVE SOIL DILEPTID SPECIES (Ciliophora, Litostomatea, Rhynchostomatia) FROM TEKİRDAĞ, TURKEY

Zoom Meetings ID:
824 2337 5993
PASSWORD:
112020

ISPEC
INSTITUTE



13.11.2020

Turkey's Time: 12³⁰ - 14³⁰

SESSION-2

HALL-1

MODERATOR: Dr. Fahrettin SARCAN

Hüseyin Okan Durmuş Dr. Emel Çetin Arı Dr. Baki Karaböce Prof. Dr. MirHasan Yu. Seyidov	<i>Gebze Technical University TUBITAK National Metrology Institute TUBITAK National Metrology Institute</i>	INVESTIGATION OF TEMPERATURE EFFECTS OF A 635 NM LOW POWER SOLID-STATE LASER ON TISSUE- MIMICKING MATERIALS USING TWO DIFFERENT THERMOCOUPLES
Res. Assist. Dr. Kağan ŞARLAR	<i>Karamanoglu Mehmetbey University</i>	ESTIMATING THE PHASE STRUCTURE OF HIGH ENTROPY ALLOYS BY USING VARIOUS PHYSICAL PARAMETERS BY MACHINE LEARNING
Dr. Wael. HAJAHMAD	<i>Erzincan Binali Yıldırım University, RWTH Aachen University</i>	SEARCH FOR LEPTON FLAVOR VIOLATION IN Z BOSON DECAYS INTO ELECTRON AND MUON WITH THE CMS DETECTOR AT THE LHC
Dr. Wael. HAJAHMAD	<i>Erzincan Binali Yıldırım University, RWTH Aachen University</i>	SIMULATION OF SIGNAL MONTE CARLO SAMPLES OF LEPTON FLAVOR VIOLATING DECAYS OF Z BOSON INTO ELECTRON AND MUON
Dr. Ömer SEVGİLİ	<i>Bingöl University</i>	ELECTRICAL CHARACTERISTICS OF Al/(ORGANIC INTERLAYER)/p-Si SCHOTTKY DIODES UNDER VARIOUS ILLUMINATION INTENSITIES
Dr. Fahrettin SARCAN	<i>Istanbul University</i>	PHOTOCONDUCTIVE PROPERTIES OF MgNiO AND ITS OPTOELECTRONIC APPLICATIONS
Dr. Fahrettin SARCAN	<i>Istanbul University</i>	A LOW VACUUM PRESSURE SENSOR BASED ON ZnO NANOPARTICLES

Zoom Meetings ID:

824 2337 5993

PASSWORD:

112020





13.11.2020

Turkey's Time: 12³⁰ - 14³⁰

SESSION-2

HALL-2

MODERATOR: Assist. Prof. Dr. Yusuf AKBABA

Assist. Prof. Dr. Gediz UĞUZ Assist. Prof. Dr. Kürşat GÜLTEKİN	<i>Ondokuz Mayıs University</i>	PREPERATION AND CHARACATERIZATION OF NANO BORON NITRIDE REINFORCED EPOXY ADHESIVES
Assist. Prof. Dr. Kürşat GÜLTEKİN Assist. Prof. Dr. Gediz UĞUZ Prof. Dr. Adnan ÖZEL	<i>Ondokuz Mayıs University Erzincan Binali Yıldırım University</i>	EXPERIMENTAL ANALYSIS OF NANO BORON CARBIDE DOPED SINGLE LAP JOINTS SUBJECTED TO TENSILE LOADING
Ismail YENER	<i>Dicle University</i>	DETERMINATION OF METAL CONTENTS OF THE ROOT PART OF THE SPECIES OF IŞKIN (Rheum ribes L.) PURCHASED FROM THE MARKET BY USING ICP-MS
Assist. Prof. Dr. Halil İLKİMEN Gözde SALÜN Birsel İLKİMEN Prof. Dr. Cengiz YENİKAYA	<i>Kütahya Dumlupınar University</i>	SYNTHESIS and CHARACTERIZATION of Ni(II), Cu(II) and Cd(II) METAL COMPLEXES of 4-CHLORO-3-SULFAMOILBENZOIC ACID
Assist. Prof. Dr. Halil İLKİMEN Gözde SALÜN Birsel İLKİMEN Prof. Dr. Cengiz YENİKAYA	<i>Kütahya Dumlupınar University</i>	SYNTHESIS and CHARACTERIZATION of Mg(II), Fe(II) and Co(II) METAL COMPLEXES of 4- CHLORO-3-SULFAMOILBENZOIC ACID
Assist. Prof. Dr. Bunyamin OZGERIS	<i>Erzurum Technical University</i>	SYNTHESIS OF NICOTINOYL THIOUREAS FROM VARIOUS AMINES
Assist. Prof. Dr. Yusuf AKBABA	<i>Erzurum Technical University</i>	SYNTHESIS OF NOVEL SYMMETRICAL UREAS COMPOUNDS FROM SUBSTITUED 2-AMINOINDANE AND 1-AMINOTETRALINE DERIVATIVES
Assist. Prof. Dr. Hasan AĞIL	<i>Hakkari University</i>	PHASE FORMATION AND MICROSTRUCTURE PROPERTIES OF MgB ₂ SUPERCONDUCTOR SYNTHESIZED BY IN-SITU SPARK PLASMA SINTERING
Asst. Prof. Dr. Şenol YAVUZ	<i>Hitit University</i>	SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF NEW NAPHTHAQINONE COMPOUNDS BY REACTION OF HALONAPHTHAQINONES WITH S- AND N-GROUP NUCLEOPHILS

Zoom Meetings ID:

824 2337 5993

PASSWORD:

112020





13.11.2020
Turkey's Time: 12³⁰ - 14³⁰

SESSION-2
HALL-3

MODERATOR: Dr. Yıldray ANAGÜN

Dr. Yıldray ANAGÜN	<i>Eskisehir Osmangazi University</i>	ONE-SAMPLE-BASED FACE RECOGNITION USING DEEP LEARNING
Assist. Prof. Dr. Onur SEVLİ	<i>Burdur Mehmet Akif Ersoy University</i>	PREDICTION OF HEART DISEASE USING SUPPORT VECTOR MACHINE
Assist. Prof. Dr. Onur SEVLİ	<i>Burdur Mehmet Akif Ersoy University</i>	DETECTION OF FACE MASK USAGE BY DEEP CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS
Lect. Mert DEMİR	<i>İzmir Kavram Vocational School</i>	RADAR USING ELECTROMAGNETIC WAVES
Lect. Mert DEMİR	<i>İzmir Kavram Vocational School</i>	VECTOR IDENTIFICATION OF OBJECT FOR QUICK OBJECT RECOGNITION
Erdem UYSAL Dr. Abdullah ELEWİ Assoc. Prof. Erdiç AVAROĞLU	<i>Mersin University</i>	INTERNET OF THINGS BASED SMART PARKING SYSTEM DESIGN AND IMPLEMENTATION
Eren GÜL Assist. Prof. Dr. Aytaç GÖREN	<i>Dokuz Eylül University</i>	SIMULATION FOR STRUCTURAL HEALTH MONITORING WITH ACCELERATION DATA USING CUSTOM PEAK PICKING METHOD
Sibel CANAZ SEVGİN Yeşim ALİEFENDİOĞLU TANRIVERMİŞ	<i>Ankara University</i>	MASS APPRAISAL USING ARTIFICIAL NEUREUL NETWORK

Zoom Meetings ID:
824 2337 5993
PASSWORD:
112020

ISPEC
INSTITUTE



14.11.2020
Turkey's Time: 10⁰⁰ - 12⁰⁰

SESSION-1
HALL-1

MODERATOR: Assist. Prof. Dr. Levent BOSTANCI

Assist. Prof. Dr. Levent BOSTANCI	<i>Beykent University</i>	EFFECT OF CROPPED CARBON FIBER INCLUSION ON MECHANICAL PROPERTIES OF HYBRID FLY ASH MORTARS AT EARLY STAGE OF HYDRATION
Esra ŞAHİN	<i>İstanbul Aydın University, Istanbul Technical University</i>	STRUCTURAL PERFORMANCE EVALUATION OF HISTORICAL ÇARDAK CARAVANSERAI IN DENİZLİ BY PERFORMING LINEAR ANALYSES
Hakan SARIKAYA	<i>Usak University</i>	DETERMINATION OF THE NATURAL RADIOACTIVITY OF BUILDING MATERIALS USED IN USAK PROVINCE AND SURROUNDING AREAS
Res. Assist. Erdal KESGİN Kadir GEZİCİ Prof. Dr. Hayrullah AĞAÇCIOĞLU	<i>Yıldız Technical University</i>	HYDROLOGICAL EVALUATION OF SPORTS FIELDS DRAINAGE
Assoc. Prof. Dr. İlker KALKAN Asst. Prof. Dr. Boğaçhan BAŞARAN	<i>Kirikkale University Amasya University</i>	DEFLECTION PREDICTION FOR RC BEAMS HAVING HIGH REINFORCEMENT RATIOS THROUGH DIFFERENT EFFECTIVE MOMENT OF INERTIA EXPRESSIONS
Assoc. Prof. Dr. İlker KALKAN Asst. Prof. Dr. Boğaçhan BAŞARAN	<i>Kirikkale University Amasya University</i>	APPLICATION AND COMPARISON OF PLOTTING METHODS FOR ESTIMATION OF LATERAL TORSIONAL BUCKLING LOADS OF RC BEAMS
Mehmet ÜLGER Assoc. Prof. Yeşim TANRIVERMİŞ	<i>Ankara University</i>	MODEL APPROACH TO FORECASTING THE EFFECT OF COASTAL EROSIONS ON REAL ESTATE VALUE
Hilal ÜSTÜNER Prof. Dr. Füsün DEMİREL	<i>Gazi University</i>	RESEARCH OF THE EFFECTS OF RESIDENTIAL BALCONIES AS SOUND BARRIERS AGAINST ENVIRONMENTAL NOISE
Süleyman İPEK Kasım MERMERDAŞ	<i>Bingöl University Harran University</i>	STUDYING THE IMPACT OF CRUMB RUBBER ON THE SETTING TIME OF SELF-COMPACTING MORTAR
Assoc. Prof. Dr. Veysel GÜMÜŞ Ramyar Sabah ISMAEL Assist. Prof. Dr. Oğuz ŞİMŞEK	<i>Harran University</i>	TREND ANALYSIS OF PRECIPITATION AND TEMPERATURE IN ERBİL, IRAQ

Zoom Meetings ID:
824 2337 5993
PASSWORD:
112020

ISPEC
INSTITUTE



14.11.2020
Turkey's Time: 10⁰⁰ - 12⁰⁰

SESSION-1
HALL-2

MODERATOR: Assist. Prof. Dr. Adem ÖZÇELİK

Erdal ÇILGIN	Dicle University	EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF THE EFFECT OF ALCOHOL (METHANOL) ADDED TO DIESEL BIODIESEL BLEND FUELS ON DIESEL ENGINE EMISSIONS
Assist. Prof. Dr. Adem ÖZÇELİK	Aydın Adnan Menderes University	A THREE DIMENSIONAL PRINTED-GLASS HYBRID MICROFLUIDIC DEVICE FOR DROPLET GENERATION
Orhun ÖZER Dr. Sıtkı USLU Prof. Dr. Selin ARADAĞ	TOBB TED University	DESIGN, INSTALLATION AND TESTS OF TEST SETUP FOR A PLATE AND FIN TYPE HEAT EXCHANGER USED AS A HELICOPTER ENGINE OIL COOLER
Abdullah YILDIZ Prof. Dr. Adnan ÖZEL	Erzincan Binali Yıldırım University	AN INVESTIGATION OF ADHESIVELY BONDED JOINTS BEHAVIOR UNDER IMPACT LOADS
Damla ÖZDEMİR Prof. Dr. Bülent EKMEKÇİ	Zonguldak Bülent Ecevit University	INVESTIGATION OF ELECTRICAL DISCHARGE MACHINED Ti-6Al-4V SURFACE BIO-COMPATIBILITY WHEN USING SILVER-HYDROXYAPATITE POWDER SINTERED TOOL ELECTRODES
Mahmut Berkan ALİSİNOĞLU Hasan Ali CİVELEK Kadir ÇAVDAR	Beka-Mak Machinery R & D Center Bursa Uludag University	MODELING AND CONTROL OF TWIN PARALLEL AXIS LINEAR SERVO MECHANISMS FOR GANTRY TYPE HEAVY DUTY SAW MACHINES
Hasan Ali CİVELEK Mahmut Berkan ALİSİNOĞLU Kadir ÇAVDAR	Beka-Mak Machinery R & D Center Bursa Uludag University	THE EFFECT OF CUTTING SPEED ON CUTTING TOOL TEMPERATURE IN BAND SAW MACHINES
Mehmet Bülent YAŞAR Assist. Prof. Melih BELEVİ	Dokuz Eylül University	ANALYSIS OF CONTACT STRESS IN A CYCLOID REDUCER BY THE FINITE ELEMENT METHOD
Mehmet Bülent YAŞAR Assist. Prof. Melih BELEVİ	Dokuz Eylül University	FUNDEMENTAL CONCEPTS IN CYCLOID REDUCER AND CYCLOID REDUCER DESIGN WITH SOFTWARE SUPPORT

Zoom Meetings ID:
824 2337 5993
PASSWORD:
112020





14.11.2020
Turkey's Time: 10⁰⁰ - 12⁰⁰

SESSION-1
HALL-3

MODERATOR: Assist. Prof. Dr. Elif Burcu BALI

Esra ERDOĞAN Selami GÜNAL	Malatya İnönü University	IN VITRO INTERACTIONS OF ANTIBIOTICS WITH DRUGS USED IN CHRONIC DISEASES
Esra ERDOĞAN Leman ACUN DELEN Mehmet Mustafa ERDOĞAN	Malatya İnönü University	CANDIDEMIA IN ADULT INTENSIVE CARE UNITS: ANALYSIS OF A 4-YEAR PROCESS IN A TERTIARY HOSPITAL IN TURKEY
Taha Bartu HAYAL Ayşegül DOĞAN Fikrettin ŞAHİN	Yeditepe University	SCHIFF BASE-POLOXAMER P85 COMBINATION DEMONSTRATES ANTI-PROLIFERATIVE EFFECT ON PROSTATE CANCER CELLS IN VITRO
Hatice Burcu ŞİŞLİ Selinay ŞENKAL Taha Bartu HAYAL Derya SAĞRAÇ Binnur KİRATLI Ayşegül DOĞAN	Yeditepe University	ACTIVATION OF WNT PATHWAY REPRESS PROLIFERATION AND INVASIVENESS OF CHORDOMA CELLS
Assist. Prof. Dr. Elif Burcu BALI Gulsah ALBAYRAK	Gazi University Ufuk University	CHLOROQUINE ACTIVATES CUL3-P62 MEDIATED AUTOPHAGY IN A549 LUNG CANCER CELLS
Hüseyin ABDİK Fikrettin ŞAHİN	Istanbul Sabahattin Zaim University Yeditepe University	DIFFERENTIATED PREADIPOCYTES PROMOTE PROSTATE CANCER PROGRESSION IN INDIRECT CO-CULTURE MODEL IN VITRO
Jaiyeoba-Ojigho Jennifer Efe Omotoso Dayo Rotimi Odah David	Delta State University Redeemer's University	PALMAR CREASE VARIATION AMONG THE ANIOMA PEOPLE OF NIGERIA

Zoom Meetings ID:
824 2337 5993
PASSWORD:
112020

ISPEC
INSTITUTE



14.11.2020

Turkey's Time: 10⁰⁰ - 12⁰⁰

SESSION-1

HALL-4

MODERATOR: Prof. Dr. Melek ÖZKAN

Esra MEŞE ERDOĞAN Prof. Dr. Melek ÖZKAN	Gebze Technical University	USE OF LEAD CONTAMINATED WATER HYACINTH PLANT IN BIOBUTANOL FERMENTATION BY Clostridium acetobutylicum DSM 1732
Yusuf Yekta GÜZEL Assist. Prof. Dr. Melis UZAR Assoc. Prof. Nursu TUNALIOĞLU	Yildiz Technical University	EXTRACTION OF GREEN AREAS WITH DEEP LEARNING
Mehmet Fatih GÖKÇEN Assist. Prof. Dr. Melis UZAR Assoc. Prof. Nursu TUNALIOĞLU	Yildiz Technical University	ACCURACY ANALYSIS OF ORTHOPHOTOS PRODUCED BY UAV-PHOTOGRAMMETRY AT OPEN-CAST MINING AREAS
Assoc. Prof. Cumhur ŞAHİN İlkay Murat ERTEKİN	Gebze Technical University	DLT CALIBRATION OF FISH EYE CAMERAS USED IN PANORAMIC SENSING
Hanny Dwiyan AMANTHA Assit. Prof. Rosa Maria FLORES RANGEL	Marmara University	INVESTIGATION OF WATER SOLUBLE IONS IN HIGH TIME RESOLVED PM2.5 IN BEŞİKTAŞ/ISTANBUL
Seval GÜRBÜZ Yusuf Arif KUTLU	Canakkale Onsekiz Mart University	A SURVEY STUDY ON THE 24 JANUARY 2020 ELAZIG EARTHQUAKE PRECURSOR
Assoc. Prof. Dr. Deniz İzlen ÇİFÇİ	Tekirdağ Namık Kemal University	REMOVAL OF REACTIVE RED 239 PAINT WITH FENTON AND PHOTO- FENTON OXIDATION
Assoc. Prof. Dr. Deniz İzlen ÇİFÇİ	Tekirdağ Namık Kemal University	INVESTIGATION OF THE FILTER COFFEE WASTE USABILITY AS AN ADSORBENT FOR DYE REMOVAL
Tancy Silvera Ariel Grey Zohre Kurt John Michael Coatney	Universidad Tecnológica de Panamá Institute of Scientific Research and High Technology Services, Panama, Middle East Technical University	STUDY TO DETERMINE WELL WATER QUALITY, BY MEANS OF PHYSICAL, CHEMICAL, AND MICROBIOLOGICAL PARAMETERS IN THE COMMUNITY OF MIRAMAR, PROVINCE OF COLÓN, REPUBLIC OF PANAMA

Zoom Meetings ID:

824 2337 5993

PASSWORD:

112020

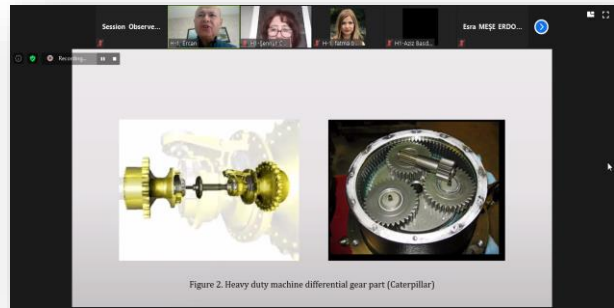


Photography Gallery



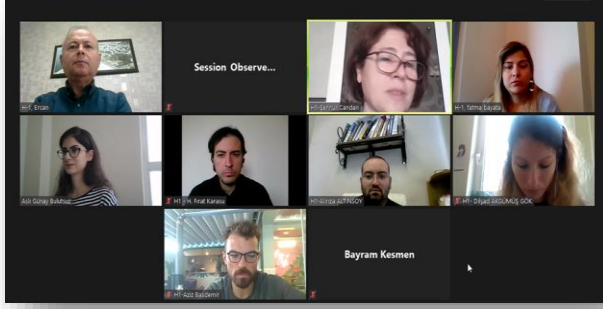
ISPEC
9th INTERNATIONAL
CONFERENCE ON
ENGINEERING & NATURAL
SCIENCES

November 13- 15, 2020



Conference Venue:
Ankara, Turkey





CONTENT

CONGRESS ID	I
PROGRAM	II
PHOTO GALLERY	III
CONTENT	IV

Author	Title	No
Fatma BAYATA	THE INVESTIGATION OF METAL OXIDE BASED THERMOELECTRIC MATERIALS FOR AUTOMOTIVE APPLICATIONS	1
Şennur CANDAN Faruk URAL Harun MİNDİVAN Ercan CANDAN	INFLUENCE OF PRODUCTION METHODS ON THE FATIGUE PROPERTIES OF AISI 8620 STEEL GEARS	2
Şennur CANDAN Uğur KANDEMİR Ercan CANDAN	IMPROVEMENT OF CORROSION RESISTANCE OF AZ91 MAGNESIUM ALLOY BY Ti AND B MICRO-ALLOYING	4
Dilşad AKGÜMÜŞ GÖK	INSPECTION OF THE ARMATURE PART MADE WITH THE INVESTMENT CASTING METHOD WITH DESTRUCTIVE AND NON-DESTRUCTIVE TESTING METHODS	6
Alırza ALTINSOY Yusuf ARSLAN	INVESTIGATION OF THE MECHANICAL CHARACTERISTICS OF THE CRYOGENIC PROCESSED POLYOXYMETHYLENE MATERIAL AT DIFFERENT TIMES	8
Haşim Fırat KARASU Melih BELEVİ Aziz BAŞDEMİR	APPLICATION OF PROBABILITY BASED APPROACH IN DESIGN OF COMPOSITE DISC SPRINGS	15
Haşim Fırat KARASU Melih BELEVİ Aziz BAŞDEMİR	DESIGN FOR SIX SIGMA IN BELLEVILLE SPRINGS	16
Cem SARI Bayram KESMEN Ali KİBAR	EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF COOLING OF RUBBER CYLINDER IN EMBOSING SYSTEM	19
Aslı GUNAY BULUTSUZ	MECHANICAL AND CORROSION BEHAVIOR OF DEFORMED BIODEGRADABLE IMPLANTS MATERIALS	21
Seydi Battal Gazi KARAKOÇ Derya SUCU	NUMERICAL SOLUTIONS OF THE GEW EQUATION WITH FINITE ELEMENT METHOD	26
Levent ÖZBEK	A STUDY ON A NEW ESTIMATING GROWTH MODEL OF ADANA PIGEONS USING DISCRETE-TIME STOCHASTIC GOMPertz MODEL AND ADAPTIVE KALMAN FILTER	35
Levent ÖZBEK Fikri ÖZTÜRK	A STUDY ON NON-LINEAR DISCRETE-TIME STATE-SPACE NODELS AND ADAPTIVE EXTENDED KALMAN FILTER APPLICATION ON OSCILLATION OF AN OBJECT TIED TO THE END OF SPRING	36
Erol EĞRİOĞLU ROBERT FILDES Eren BAŞ	RECURRENT FUZZY TIME SERIES FUNCTIONS APPROACHES FOR FORECASTING	37
Erol EĞRİOĞLU Eren BAŞ	A NEW AUTOMATIC FORECASTING METHOD BASED ON SINGLE MULTIPLICATIVE NEURON MODEL ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS	38

Erol EĞRİOĞLU Eren BAŞ	A NEW RECURRENT DENDRITIC NEURON MODEL ARTIFICIAL NEURAL NETWORK FOR TIME SERIES FORECASTING	39
Erol EĞRİOĞLU Eren BAŞ	MULTIVARIATE PICTURE FUZZY TIME SERIES: DEFINITIONS AND A FORECASTING METHOD BASED ON PI-SIGMA ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS	40
İlgım YAMAN Türkan ERBAY DALKILIÇ	PORTFOLIO OPTIMIZATION BASED ON FUZZY INFERENCE SYSTEM	41
İlgım YAMAN Türkan ERBAY DALKILIÇ	A STUDY ON PORTFOLIO OPTIMIZATION BASED ON FUZZY INFERENCE SYSTEM	43
Cevahir Doğanay GÜN Fahredden ABDULLAYEV	BERNSTEIN-NIKOLSKII TYPE INEQUALITIES FOR ALGEBRAIC POLYNOMIALS IN REGIONS	49
Şamil ÖZTÜRK Latife Ceyda İRKİN İlhan ÖZDEMİR	INDUCED PLURIPOTENT STEM CELLS AND INNOVATIONS	51
Şamil ÖZTÜRK İlhan ÖZDEMİR Latife Ceyda İRKİN	THE EFFECT OF RECURRING STEM CELL APPLICATION ON IMPLANTATION IN EXPERIMENTAL INTRAUTERIN MODEL	57
Sezai ARSLAN Taraneh ÖNCEL Kudret YENİLMEZ Nesrin TURAN	INVESTIGATION OF THE PRESENCE OF LEISHMANIA INFANTUM IN DOGS IN THE THRACE REGION	63
Sezai ARSLAN Nuri ALTUĞ Mustafa Necati MUZ Nazmi YÜKSEK Yıldıray BAŞBUĞAN Özlem ORUNÇ KILINÇ	THE IMPORTANCE OF PROCALCITONE, C REACTIVE PROTEIN, NITRIC OXIDE AND ADENOSINE DEAMINASE LEVELS IN SHEEP WITH NATURAL BABESIOSIS	65
İsmail YILDIZ N. Fırat DICLE	MORPHOLOGY AND MOLECULAR PHYLOGENY OF Spathidium sp. (Ciliophora, Spathidiida) ISOLATED FROM COASTAL SANDS OF LAKE VAN	67
Naciye Gülkız ŞENLER İsmail YILDIZ Deniz ŞİRİN Hilal URAL	PHYLOGENY OF FIVE SOIL DILEPTID SPECIES (Ciliophora, Litostomatea, Rhynchostomatia) FROM TEKİRDAĞ, TURKEY	68
Hüseyin Okan Durmuş Emel Çetin Arı Baki Karaböce MirHasan Yu. Seyidov	INVESTIGATION OF TEMPERATURE EFFECTS OF A 635 NM LOW POWER SOLID-STATE LASER ON TISSUE- MIMICKING MATERIALS USING TWO DIFFERENT THERMOCOUPLES	69
Kağan ŞARLAR	ESTIMATING THE PHASE STRUCTURE OF HIGH ENTROPY ALLOYS BY USING VARIOUS PHYSICAL PARAMETERS BY MACHINE LEARNING	71
Wael. HAJAHMAD	SEARCH FOR LEPTON FLAVOR VIOLATION IN Z BOSON DECAYS INTO ELECTRON AND MUON WITH THE CMS DETECTOR AT THE LHC	72
Wael. HAJAHMAD	SIMULATION OF SIGNAL MONTE CARLO SAMPLES OF LEPTON FLAVOR VIOLATING DECAYS OF Z BOSON INTO ELECTRON AND MUON	73
Ömer SEVGİLİ	ELECTRICAL CHARACTERISTICS OF Al/(ORGANIC INTERLAYER)/p-Si SCHOTTKY DIODES UNDER VARIOUS ILLUMINATION INTENSITIES	74
Fahrettin SARCAN	PHOTOCONDUCTIVE PROPERTIES OF MgNiO AND ITS OPTOELECTRONIC APPLICATIONS	75
Fahrettin SARCAN	A LOW VACUUM PRESSURE SENSOR BASED ON ZnO NANOPARTICLES	76
Gediz UĞUZ Kürşat GÜLTEKİN	PREPERATION AND CHARACATERIZATION OF NANO BORON NITRIDE REINFORCED EPOXY ADHESIVES	77

Kürşat GÜLTEKİN Gediz UĞUZ Adnan ÖZEL	EXPERIMENTAL ANALYSIS OF NANO BORON CARBIDE DOPED SINGLE LAP JOINTS SUBJECTED TO TENSILE LOADING	89
Ismail YENER	DETERMINATION OF METAL CONTENTS OF THE ROOT PART OF THE SPECIES OF IŞKIN (Rheum ribes L.) PURCHASED FROM THE MARKET BY USING ICP- MS	98
Halil İLKİMEN Gözde SALÜN Birsal İLKİMEN Cengiz YENİKAYA	SYNTHESIS and CHARACTERIZATION of Ni(II), Cu(II) and Cd(II) METAL COMPLEXES of 4-CHLORO-3- SULFAMOILBENZOIC ACID	99
Halil İLKİMEN Gözde SALÜN Birsal İLKİMEN Cengiz YENİKAYA	SYNTHESIS and CHARACTERIZATION of Mg(II), Fe(II) and Co(II) METAL COMPLEXES of 4- CHLORO-3- SULFAMOILBENZOIC ACID	101
Bunyamin OZGERIS	SYNTHESIS OF NICOTINOYL THIOUREAS FROM VARIOUS AMINES	103
Yusuf AKBABA	SYNTHESIS OF NOVEL SYMMETRICAL UREAS COMPOUNDS FROM SUBSTITUED 2-AMINOINDANE AND 1-AMINOTETRALINE DERIVATIVES	104
Hasan AĞIL	PHASE FORMATION AND MICROSTRUCTURE PROPERTIES OF MgB ₂ SUPERCONDUCTOR SYNTHESIZED BY IN-SITU SPARK PLASMA SINTERING	105
Şenol YAVUZ	SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF NEW NAPHTHAQINONE COMPOUNDS BY REACTION OF HALONAPHTHAQUINONES WITH S- AND N-GROUP NUCLEOPHILS	106
Yıldırım ANAĞÜN	ONE-SAMPLE-BASED FACE RECOGNITION USING DEEP LEARNING	108
Onur SEVLİ	PREDICTION OF HEART DISEASE USING SUPPORT VECTOR MACHINE	109
Onur SEVLİ	DETECTION OF FACE MASK USAGE BY DEEP CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS	116
Mert DEMİR	VECTOR IDENTIFICATION OF OBJECT FOR QUICK OBJECT RECOGNITION	123
Mert DEMİR	RADAR USING ELECTROMAGNETIC WAVES	128
Erdem UYSAL Abdullah ELEWİ Erdoğan AVAROĞLU	INTERNET OF THINGS BASED SMART PARKING SYSTEM DESIGN AND IMPLEMENTATION	134
Eren GÜL Aytaç GÖREN	SIMULATION FOR STRUCTURAL HEALTH MONITORING WITH ACCELERATION DATA USING CUSTOM PEAK PICKING METHOD	139
Sibel CANAZ SEVGİN Yeşim ALİEFENDİOĞLU TANRIVERMİŞ	MASS APPRAISAL USING ARTIFICIAL NEUREUL NETWORK	153
Levent BOSTANCI	EFFECT OF CROPPED CARBON FIBER INCLUSION ON MECHANICAL PROPERTIES OF HYBRID FLY ASH MORTARS AT EARLY STAGE OF HYDRATION	154
Esra ŞAHİN	STRUCTURAL PERFORMANCE EVALUATION OF HISTORICAL ÇARDAK CARAVANSERAI IN DENİZLİ BY PERFORMING LINEAR ANALYSES	160
Hakan SARIKAYA	DETERMINATION OF THE NATURAL RADIOACTIVITY OF BUILDING MATERIALS USED IN USAK PROVINCE AND SURROUNDING AREAS	173

Erdal KESGİN Kadir GEZİCİ Hayrullah AĞAÇCIOĞLU	HYDROLOGICAL EVALUATION OF SPORTS FIELDS DRAINAGE	182
İlker KALKAN Boğaçhan BAŞARAN	DEFLECTION PREDICTION FOR RC BEAMS HAVING HIGH REINFORCEMENT RATIOS THROUGH DIFFERENT EFFECTIVE MOMENT OF INERTIA EXPRESSIONS	192
İlker KALKAN Boğaçhan BAŞARAN	APPLICATION AND COMPARISON OF PLOTTING METHODS FOR ESTIMATION OF LATERAL TORSIONAL BUCKLING LOADS OF RC BEAMS	193
Mehmet ÜLGER Yeşim TANRIVERMİŞ	MODEL APPROACH TO FORECASTING THE EFFECT OF COASTAL EROSIONS ON REAL ESTATE VALUE	194
Hilal ÜSTÜNER Füsun DEMİREL	RESEARCH OF THE EFFECTS OF RESIDENTIAL BALCONIES AS SOUND BARRIERS AGAINST ENVIRONMENTAL NOISE	204
Süleyman İPEK Kasım MERMERDAŞ	STUDYING THE IMPACT OF CRUMB RUBBER ON THE SETTING TIME OF SELF-COMPACTING MORTAR	210
Veysel GÜMÜŞ Ramyar Sabah ISMAEL Oğuz ŞİMŞEK	TREND ANALYSIS OF PRECIPITATION AND TEMPERATURE IN ERBIL, IRAQ	223
Erdal ÇİLĞİN	EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF THE EFFECT OF ALCOHOL (METHANOL) ADDED TO DIESEL BIODIESEL BLEND FUELS ON DIESEL ENGINE EMISSIONS	224
Adem ÖZÇELİK	A THREE DIMENSIONAL PRINTED-GLASS HYBRID MICROFLUIDIC DEVICE FOR DROPLET GENERATION	231
Orhun ÖZER Sıtkı USLU Selin ARADAĞ	DESIGN, INSTALLATION AND TESTS OF TEST SETUP FOR A PLATE AND FIN TYPE HEAT EXCHANGER USED AS A HELICOPTER ENGINE OIL COOLER	236
Abdullah YILDIZ Adnan ÖZEL	AN INVESTIGATION OF ADHESIVELY BONDED JOINTS BEHAVIOR UNDER IMPACT LOADS	238
Damla ÖZDEMİR Bülent EKMEKCİ	INVESTIGATION OF ELECTRICAL DISCHARGE MACHINED Ti-6Al-4V SURFACE BIO-COMPATIBILITY WHEN USING SILVER-HYDROXYAPATITE POWDER SINTERED TOOL ELECTRODES	239
Mahmut Berkan ALİSİNOĞLU Hasan Ali CİVELEK Kadir ÇAVDAR	MODELING AND CONTROL OF TWIN PARALLEL AXIS LINEAR SERVO MECHANISMS FOR GANTRY TYPE HEAVY DUTY SAW MACHINES	241
Hasan Ali CİVELEK Mahmut Berkan ALİSİNOĞLU Kadir ÇAVDAR	THE EFFECT OF CUTTING SPEED ON CUTTING TOOL TEMPERATURE IN BAND SAW MACHINES	247
Mehmet Bülent YAŞAR Melih BELEVİ	ANALYSIS OF CONTACT STRESS IN A CYCLOID REDUCER BY THE FINITE ELEMENT METHOD	254
Mehmet Bülent YAŞAR Melih BELEVİ	FUNDAMENTAL CONCEPTS IN CYCLOID REDUCER AND CYCLOID REDUCER DESIGN WITH SOFTWARE SUPPORT	263
Esra ERDOĞAN Selami GÜNAL	IN VITRO INTERACTIONS OF ANTIBIOTICS WITH DRUGS USED IN CHRONIC DISEASES	277
Esra ERDOĞAN Leman ACUN DELEN Mehmet Mustafa ERDOĞAN	CANDIDEMIA IN ADULT INTENSIVE CARE UNITS: ANALYSIS OF A 4-YEAR PROCESS IN A TERTIARY HOSPITAL IN TURKEY	285
Taha Bartu HAYAL Ayşegül DOĞAN Fikrettin ŞAHİN	SCHIFF BASE-POLOXAMER P85 COMBINATION DEMONSTRATES ANTI-PROLIFERATIVE EFFECT ON PROSTATE CANCER CELLS IN VITRO	293
Hatice Burcu ŞİŞLİ Selinay ŞENKAL Taha Bartu HAYAL	ACTIVATION OF WNT PATHWAY REPRESS PROLIFERATION AND INVASIVENESS OF CHORDOMA CELLS	294

Derya SAĞRAÇ Binnur KİRATLI Ayşegül DOĞAN		
Elif Burcu BALI Gulsah ALBAYRAK	CHLOROQUINE ACTIVATES CUL3-P62 MEDIATED AUTOPHAGY IN A549 LUNG CANCER CELLS	295
Hüseyin ABDİK Fikrettin ŞAHİN	DIFFERENTIATED PREADIPOCYTES PROMOTE PROSTATE CANCER PROGRESSION IN INDIRECT CO- CULTURE MODEL IN VITRO	296
Jaiyeoba-Ojigho Jennifer Efe Omotoso Dayo Rotimi Odah David	PALMAR CREASE VARIATION AMONG THE ANIOMA PEOPLE OF NIGERIA	297
Esra MEŞE ERDOĞAN Melek ÖZKAN	USE OF LEAD CONTAMINATED WATER HYACINTH PLANT IN BIOBUTANOL FERMENTATION BY Clostridium acetobutylicum DSM 1732	298
Yusuf Yekta GÜZEL Melis UZAR Nursu TUNALIOĞLU	EXTRACTION OF GREEN AREAS WITH DEEP LEARNING	304
Mehmet Fatih GÖKÇEN Melis UZAR Nursu TUNALIOĞLU	ACCURACY ANALYSIS OF ORTHOPHOTOS PRODUCED BY UAV-PHOTOGRAMMETRY AT OPEN- CAST MINING AREAS	306
Cumhur ŞAHİN İlkay Murat ERTEKİN	DLT CALIBRATION OF FISH EYE CAMERAS USED IN PANORAMIC SENSING	308
Hanny Dwiyan AMANTHA Rosa Maria FLORES RANGEL	INVESTIGATION OF WATER SOLUBLE IONS IN HIGH TIME RESOLVED PM2.5 IN BEŞİKTAŞ/İSTANBUL	304
Seval GÜRBÜZ Yusuf Arif KUTLU	A SURVEY STUDY ON THE 24 JANUARY 2020 ELAZIG EARTHQUAKE PRECURSOR	315
Deniz İzlen ÇİFÇİ	REMOVAL OF REACTIVE RED 239 PAINT WITH FENTON AND PHOTO- FENTON OXIDATION	317
Deniz İzlen ÇİFÇİ	INVESTIGATION OF THE FILTER COFFEE WASTE USABILITY AS AN ADSORBENT FOR DYE REMOVAL	323
Tancy Silvera Ariel Grey Zohre Kurt John Michael Coatney	STUDY TO DETERMINE WELL WATER QUALITY, BY MEANS OF PHYSICAL, CHEMICAL, AND MICROBIOLOGICAL PARAMETERS IN THE COMMUNITY OF MIRAMAR, PROVINCE OF COLÓN, REPUBLIC OF PANAMA	329

**PROCEEDINGS BOOK**by ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

**THE INVESTIGATION OF METAL OXIDE BASED THERMOELECTRIC MATERIALS FOR
AUTOMOTIVE APPLICATIONS****Fatma BAYATA**

Istanbul Bilgi University, Department of Mechanical Engineering

ABSTRACT

Internal combustion engines use a nearly 30% of thermal efficiency obtained from fossil fuels and more than 60% energy in form of heat is wasted. The recovery of this high amount of waste heat makes crucial contribution to reducing the fuel consumption in vehicles. Converting the heat loss to electrical energy using thermoelectric (TE) devices seem to be one of the most practical and economical solution to derive benefit from waste heat. The TE devices integrated to exhaust manifold can transform the heat to electricity. This produced electrical energy can be utilized by vehicle electrical components such as heating-cooling systems, lighting, sensors, etc. and hence the fuel saving can be obtained by eliminating the energy consumed for electrical components. However, the low performance of TE materials limits the usage area of these energy conversion devices. In the present study, Ca₃Co₄O₉ metal oxide based TE materials were preferred and investigated for waste heat recovery automotive applications since they have high thermal stability, high tolerance against oxidation and low toxicity characteristics at high operation temperatures. The performance of TE materials is expressed by the magnitude of 'figure of merit (ZT)' value. ZT is a positive function of Seebeck coefficient and electrical conductivity, and negative function of thermal conductivity. Here, the main difficulty is increasing ZT value because the electrical conductivity and thermal conductivity are two interrelated properties. In this study, sol-gel process was used for the production of TE materials. Then the synthesized TE materials were characterized using SEM, XRD and their performances were examined using Seebeck Coefficient/Electrical Resistance Measurement System and Laser Flash thermal conductivity measurement instruments. The Seebeck coefficient, electrical conductivity and lattice thermal conductivity values were controlled separately by heat treatment conditions and as a result Ca₃Co₄O₉ based metal oxide TE materials with high ZT value were obtained.

Keywords: Internal combustion engine, energy conversion, thermoelectrics

PROCEEDINGS BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

**ÜRETİM YÖNTEMLERİNİN AISI 8620 KALİTE ÇELİK DİŞLİLERİN YORULMA
ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ****INFLUENCE OF PRODUCTION METHODS ON THE FATIGUE PROPERTIES OF AISI 8620 STEEL
GEARS****Şennur CANDAN**Prof. Dr., Necmettin Erbakan Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Biyomedikal mühendisliği
Bölümü, ORCID No: 0000-0001-5549-9476**Faruk URAL**Yüksek Lisans Öğrencisi, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim
Dalı, ORCID No: 0000-0002-2573-812X**Harun MİNDİVAN**Prof. Dr., Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği
Bölümü, ORCID No: 0000-0003-3948-253X**Ercan CANDAN**Prof. Dr., Necmettin Erbakan Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Metalurji ve Malzeme Mühendisliği
Bölümü, ORCID No: 0000-0002-0610-5044**ÖZET**

8620 kalite malzeme makine ve otomotiv sanayinde, dişli çark, pim, mil, şalter kovanı, soğuk şekillendirilen piston pimleri, zincir baklaları ve benzeri parçalarda kullanılır. Aynı zamanda sementaston ve nitrasyon (yüzey sertleştirmeye) işlemine uygun bir malzemedir. Çekirdekte yumuşak ve tokluğun istenildiği, yüzeyde ise sert ve aşınmaya dayanıklı olan ve darbeli yerlerde tercih edilen esnek bir yapı çeliği olmasından dolayı özellikle ağır yük dişli çark yapımında kullanılmaktadır. Amerikan Dişli Üreticileri Birliği (AGMA) ulusal standardında diş bozuklukları; yüzey yorulma hasarları, aşınma, plastik akma, kırılma ve imalat sırasında oluşan hasarlar olarak sınıflandırılmıştır. Ağır yük altında çalışan planet dişliler yaygın olarak 8620 kalite çelikten yapılmaktadır ve genellikle yataklama hatalarından kaynaklanan titreşim ve buna bağlı yorulmalar kaynaklı hasar gösterirler. Dişlilerdeki yorulma davranışları deneysel çalışmalarla belirlenerek dişlinin nasıl davranacağı tasarlanmalıdır.

Bu çalışmada, 8620 kalite çelikten yapılan dişlilerin haddelenme ve dövme (hadde+dövme) yöntemi ile üretilmesi ve buna bağlı yorulma davranışları karşılaştırılmıştır. Dövme dişlilerin üretimi için hadde biyetlerin dövülmesi ve daha sonra dişli açılması yoluna gidilmiştir. Üretilen dişlilere sementasyon işlemi uygulanmıştır. Mikroyapı incelemeleri optik mikroskop yardımıyla yapılmıştır. Numunelere sertlik ve çekme deneyleri uygulanmıştır. Yorulma deneyleri, üç nokta eğme deney düzeneğinde tekrarlı yükleme ile gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, yorulma kırılması yüzeyleri taramalı elektron mikroskopu (SEM) yöntemi ile incelenmiştir.

Sonuçlar, 8620 kalite çeliğin dövme sonucu tokluk ve yorulma mukavemetinin dikkate değer oranda arttığını göstermiştir. Hadde biyetlerden işlenen numunelerin dişleri 12 çevrim sonunda yorulma sonucu kırılırken, dövülmüş numuneler 85 çevrimin ardından yorulma kırılmasına maruz kalmışlardır.

Anahtar Kelimeler: Planet dişli sistemleri, Yorulma, AISI 8620

ABSTRACT

8620 quality steel is used in many engineering parts including, machinery and automotive, gear wheel, pin, shaft, switch sleeve, cold formed piston pins, chain links etc. It is also a suitable material for cementation and nitration (surface hardening) leads to the production of heavy-duty gear wheels due to its flexible structure that is soft and tough in the core, hard and abrasion resistant on the surface impact areas. American Gear Manufacturers Association (AGMA) national standard classifies main reasons for gear surface fatigue damages as; wear, plastic flow, cleavage and manufacturing damages. Planetary gears operating under heavy loads are commonly made of 8620 quality steel and generally show damage due to vibration and fatigue caused by bearing errors. It must be designed how the gear will behave by determining the fatigue behaviours in the gears under experimental studies.

In this study, production of the gears rolled and forged (roll+forge) forms and their associated fatigue properties have been investigated. Machining of gear teeth has been carried out from the rolled and forged billets. Cementation processing has also been applied to the produced gear teeth. Microstructural investigations were carried out by using optical microscopy. Hardness and tensile tests were applied to the produced samples. Their fatigue properties were evaluated by using three-point bending tests under the repeated loadings. Additionally, scanning electron microscopy (SEM) analysis were used for the investigation of the ruptured surfaces.

Results showed that both ductility and fatigue strengths of the 8620 steel were improved considerably after the forging. Fatigue strengths of the samples produced from rolled billets ruptured after the 12 repeats while the forged samples ruptured after 85 repeats.

Keywords: Planetary gear systems, Fatigue, AISI 8620

PROCEEDINGS BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

Ti VE B MİKRO-ALAŞIMLAMA İLE AZ91 MAGNEZYUM ALAŞIMININ KOROZYON DİRENCİNİN GELİŞTİRİLMESİ**IMPROVEMENT OF CORROSION RESISTANCE OF AZ91 MAGNESIUM ALLOY BY Ti AND B MICRO-ALLOYING****Şennur CANDAN**Prof. Dr., Necmettin Erbakan Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Biyomedikal mühendisliği Bölümü,
ORCID No: 0000-0001-5549-9476**Uğur KANDEMİR**Yüksek Lisans Öğrencisi, Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim
Dalı, ORCID No: 0000-0002-4725-6180**Ercan
CANDAN**Prof. Dr., Necmettin Erbakan Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Metalurji ve Malzeme Mühendisliği
Bölümü, ORCID No: 0000-0002-0610-5044**ÖZET**

Magnezyum (Mg), düşük yoğunluğu nedeniyle mikro elektronik, telekomünikasyon, otomotiv ve uzay endüstrisi gibi birçok mühendislik alanında kullanılan en hafif metalik mühendislik malzemesidir. Aynı zamanda, Mg düşük toksik, biyo-uyumlu ve biyo-bozunur bir metal olması nedeniyle son yıllarda biyo-bozunurluluk üzerine yoğun çalışmalar yapılmaktadır. Ancak, Mg'un dayanımının düşük olması nedeniyle kullanım alanındaki sınırlamalar değişik alaşımların üretilmesine yol açmıştır. Diğer Mg alaşımları ile karşılaştırıldığında, AZ serisi (Al ve Zn ile alaşımlandırılan grup) özellikle AZ91 Mg alaşımı (Mg-%9Al-%1Zn) sahip olduğu iyi döküm ve yüksek mekanik özellikleri sayesinde öne çıkmasına rağmen düşük korozyon direnci bu alaşımın kullanım alanlarını kısıtlamaktadır. Korozyon direncinin artırılması için yüzey işlemleri veya mikro-alaşımlama gibi yöntemler üzerine çalışmalar yapılmaktadır.

Bu çalışmada, ağırlıkça %0.3Ti ve %0.3Ti+ 0.06B (TiB) ile mikro-alaşımlandırılmış AZ91 Mg alaşımlarının mikroyapı ve korozyon davranışları karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Mikroyapı analizleri Taramalı Elektron Mikroskopu (SEM) ve X Işını Difraktometre (XRD) kullanılarak yapılmıştır. Korozyon çalışmaları %3.5 NaCl çözeltisinde, daldırma deneyi (3, 7 ve 21 gün) ve elektrokimyasal ölçümler ile değerlendirilmiştir. Mikroyapı çalışmaları, AZ91 Mg alaşımına Ti veya TiB mikro-alaşımlama ile yapıdaki taneler arası β (Mg 17 Al 12) intermetalik fazının sürekliliğini azalttığını ve fazın daha ince yapıya dönüştüğünü göstermiştir.

Korozyon testi sonuçları, AZ91 alaşımının korozyon direncinin Ti veya TiB ile mikro-alaşımlama ile arttığını, ancak TiB ile mikro-alaşımlamanın korozyon direncinde en iyi sonucu verdiğini göstermiştir. AZ91 alaşımları ile kıyaslandığında Ti ve TiB ile mikro-alaşımlandırılmış AZ91 alaşımlarının korozyon özelliklerinin daha iyi olmasının nedeni, mikroyapı içerisindeki Mg 17 Al 12 intermetalik fazının miktarı ve morfolojisindeki değişim ile birlikte tane inceltme etkilerine dayandırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: AZ91 Mg alaşımı, AZ91Ti alaşımı, AZ91TiB alaşımı, Mikroyapı, Korozyon**ABSTRACT**

Magnesium (Mg) is the lightest metallic engineering material used in many engineering fields such as micro electronics, telecommunications, automotive and space industries due to its low density. Since Mg is a low

toxic, biocompatible and biodegradable metal, intensive studies have been carried out on its biodegradability in recent years. However, due to its low strength, led to the production of various Mg alloys for usage in some areas. Compared to other Mg alloys, AZ series (Al and Zn alloyed group) especially AZ91 Mg alloy (Mg-9% Al-1% Zn) stands out due to its good casting and high mechanical properties, but its low corrosion resistance limits the usage areas of this alloy in certain environments. Recent studies are focused on methods such as surface treatments or micro-alloying to increase corrosion resistance.

In this study, microstructure and corrosion behaviours of AZ91 alloy micro-alloyed with 0.3 wt.% Ti and 0.3 wt.% Ti+0.06B (TiB) were investigated. The micro structures of Mg alloys were analysed by Scanning Electron Microscopy (SEM) and X-Ray Diffractometer (XRD). Their corrosion behaviours were evaluated by immersion tests (3, 7 and 21 days) and electrochemical measurements in wt. 3.5% NaCl solution. Microstructural studies have shown that Ti or TiB micro-alloying to AZ91 Mg alloy reduces the continuity of the intermetallic phase β (Mg 17 Al 12) in the structure and the phase transforms into a finer structure.

Corrosion test results showed that the corrosion resistance of AZ91 alloy increased by micro-alloying with Ti or TiB, however micro-alloying with TiB resulted in the best result in corrosion resistance. The reason for the better corrosion properties of AZ91 alloys micro-alloyed with Ti and TiB, compared to AZ91 alloys, attributed to the grain refining effects, together with the change in the amount and morphology of the Mg 17 Al 12 intermetallic phase in the microstructure.

Keywords: AZ91 Mg alloys, AZ91Ti alloys, AZ91TiB alloys, Microstructure, Corrosion

PROCEEDINGS BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

HASSAS DÖKÜM YÖNTEMİ İLE ÜRETİLMİŞ ARMATÜR PARÇANIN TAHRİBATLI VE TAHRİBATSIZ MUAYENE YÖNTEMLERİ İLE İNCELENMESİ**INSPECTION OF THE ARMATURE PART MADE WITH THE INVESTMENT CASTING METHOD WITH DESTRUCTIVE AND NON-DESTRUCTIVE TESTING METHODS****Dilşad AKGÜMÜŞ GÖK**Dr. Öğr. Üyesi, İstanbul Aydın Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü,
ORCID No: 0000-0003-3403-3815**ÖZET**

Kalıp malzemeleri, kalıplama yöntemleri, ergitme ocakları, döküm malzemeleri gibi alanlarda sürekli geliştirilen döküm teknolojisi günümüzde yaygın olarak kullanılan bir üretim yöntemi haline gelmiştir. Günümüzde döküm teknolojisinde yer alan en ileri yöntemlerden birisi de hassas döküm yöntemidir. Hassas döküm yöntemi, diğer imalat yöntemleri ile üretimi zor ve pahalı olan kompleks şekilli parçaların, yüksek boyutsal hassasiyette hemen hemen hiçbir yüzey işlemi gerektirmeden seri üretimini mümkün kılmaktadır. Bu yöntem balmumu veya plastikten hazırlanan harcanan bir modelin etrafı oda sıcaklığında sertleşen bir refrakter çamurla sarılmakta ve sonrasında içeride kalan mum eritilerek oluşan kalıp boşluğuna ergimiş metal doldurulması şeklinde gerçekleştirilmektedir.

Paslanmaz çelikler yüksek korozyon dirençleri, yüksek ve düşük sıcaklık dayanımları, iyi mekanik özellikler göstermeleri, şekil verme kolaylığı ve estetik görünümleri gibi birçok özellikleri nedeniyle kimya, enerji, inşaat, otomotiv ve gıda gibi farklı endüstrilerde kullanım alanı bulmaktadır. Paslanmaz çelikler diğer çeliklere oranla daha pahalı olmalarının dışında bakımlarının ucuz ve kolay olması, uzun ömürlü olmaları, tümüyle geri kazanabilmeleri ve çevre dostu bir malzeme olmaları ile imalat açısından avantajlar sağlar. Parçanın tüm ömrü dikkate alındığında paslanmaz çelik kullanımının daha ekonomik olduğu görülür.

Bu çalışma kapsamında östenitik paslanmaz çeliklerin özellikleri ve yapıları, hassas döküm yöntemi ve aşamaları, tahribatlı ve tahribatsız muayene yöntemleri incelenmiştir. Çalışma neticesinde hassas döküm yöntemiyle 304 paslanmaz çelik armatürü üretilmiştir. Parçanın üretimindeki tüm aşamalara detaylı olarak yer verilmiştir. Üretilen parçaya tahribatlı muayene yöntemlerinden; çekme, sertlik ve metalografik muayeneler, tahribatsız muayene yöntemlerinden; penetrant sıvı ve radyografi muayeneleri uygulanmıştır. Çalışma sonunda üretilen yangın armatürünün test ve deney standartlarını sağladığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Hassas Döküm, Tahribatlı Muayene, Tahribatsız Muayene.**ABSTRACT**

The casting technology, which has been continuously developed in fields such as mold materials, molding methods, melting furnaces, casting materials, has become a widely used production method today. Today, one of the most advanced methods in casting technology is the investment casting method. The investment casting method enables the mass production of complex shaped parts, which are difficult and expensive to produce with other manufacturing methods, with high dimensional precision, without requiring almost any surface treatment. This method is carried out by wrapping a spent model made of wax or plastic with a refractory mud that hardens at room temperature and then filling the molten metal into the mold cavity formed by melting the remaining wax.

Stainless steels find use in different industries such as chemistry, energy, construction, automotive and food due to their many properties such as high corrosion resistance, high and low temperature resistance, good

mechanical properties, ease of forming and aesthetic appearance. Apart from being more expensive than other steels, stainless steels provide advantages in terms of manufacturing with their being cheap and easy to maintain, being long-life time, fully recyclable and environmentally friendly. Considering the entire life of the part, it is seen that the use of stainless steel is more economical.

In this study, the properties and structures of austenitic stainless steels, investment casting method and stages, destructive and non-destructive testing methods are examined. As a result of the study, 304 stainless steel armature was produced by investment casting method. All stages in the production of the part are detailed. Among the destructive inspection methods for the produced part; tensile, hardness and metallographic examinations, non-destructive testing methods; penetrant fluid and radiographic examinations were applied. At the end of the study, it was seen that the produced fire armature part met the test and experiment standards.

Keywords: Investment Casting. Destructive Testing, Non-Destructive Testing Methods.

PROCEEDINGS BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

**FARKLI ZAMANLARDA KRIYOJENİK İŞLEM GÖRMÜŞ POLİOKSİMETİLEN
MALZEMESİNİN MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ****INVESTIGATION OF THE MECHANICAL CHARACTERISTICS OF THE CRYOGENIC PROCESSED
POLYOXYMETHYLENE MATERIAL AT DIFFERENT TIMES****Alırza ALTINSOY**

Yüksek Lisans öğrencisi, Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Bölümü, Orcid No: 0000-0002-8429-9606

Yusuf ARSLAN

Dr. Öğr. Üyesi Düzce Üniversitesi, Düzce Meslek Yüksekokulu, Makine ve Metal Teknolojileri Bölümü, Orcid No: 0000-0003-1731-5423

ÖZET

Bir mühendislik plastiği olan polioksümetilen termal dayanımları, yüksek mekanik özelliklerinden dolayı günümüzde uçak ve havacılık sanayi, otomotiv parçaları, dişliler gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Mühendislik plastikleri içerisinde önemli bir yere sahip olan polioksümetilen ile ilgili literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde kriyojenik işlem sonrası mekanik deneylerin kısıtlı olduğu görülmektedir. Bu çalışmada dişli, conta, rulman yatakları, pompa gibi birçok mekanik alanlarda kullanılan polioksümetilen kopolimer malzemelerin aşınma direncini ve mekanik dayanımlarını artırmak hedeflenmektedir. Numunelere 6 ve 12 saat boyunca -175°C 'de kriyojenik işlem uygulayarak, kriyojenik işlemten sonra, oda sıcaklığında bekletilen numuneler ile birlikte, 20N yük altında 126d/dk hızında aşınma deneyi, çekme deneyi ve sertlik deneyi uygulanmıştır. Sonuçlar değerlendirildiğinde 6 ve 12 saat kriyojenik sıcaklıkta bekletilen numunelerde, oda sıcaklığına göre sürtünme katsayılarında sırasıyla % 20.72 ve % 28.49 iyileşme olmuştur. Çekme deneyinde 6 saat bekletilen numune oda sıcaklığına göre % 0,98 12 saat bekletilen numunede % 1,90 oranında çekme mukavemetinde azalma olmuştur. Sertlik deneylerinde 6 saat kriyojenik sıcaklıkta bekletilen numunede oda sıcaklığına göre % 2,04 12 saat bekletilen numunede % 1,07'lik bir sertlik artışı görülmüştür.

Anahtar Kelime: Kriyojenik İşlem, Polioksümetilen, Polimer, Çekme, Aşınma, Sertlik**ABSTRACT**

Polyoxymethylene, which is an engineering plastic, is used in many areas such as aircraft and aviation industry, automotive parts, gears due to its thermal resistance and high mechanical properties. When the studies in the literature on polyoxymethylene, which has an important place in engineering plastics, are examined, it is seen that mechanical experiments after cryogenic processing are limited. In this study, it is aimed to increase the abrasion resistance and mechanical strength of polyoxymethylene copolymer materials used in many mechanical areas such as gears, seals, roller bearings, pumps. By applying cryogenic process at -175°C for 6 and 12 hours, after cryogenic processing, abrasion test, tensile test and hardness test were applied with the samples kept at room temperature under 20N load at 126 rpm. When the results were evaluated, there was an improvement of 20.72 % and 28.49 % in the friction coefficients, respectively, in the samples kept at cryogenic temperature for 6 and 12 hours. In the tensile experiments, a sample kept at cryogenic temperature for 6 hours showed a 0.98% decrease in strength compared to room temperature, and a 1.90% decrease in the strength of the sample kept for 12 hours. Hardness tests showed a hardness increase of 2.04% compared to room temperature in a sample kept at cryogenic temperature for 6 hours and 1.07% in a sample kept for 12 hours. Although the tensile strength decreased after the cryogenic process, it was observed that the hardness value

increased and the friction coefficient decreased accordingly. These results showed that the cryogenic process positively affected the abrasion resistance of the polyoxymethylene material.

Keywords: Cryogenic Process, Polyoxymethylene, Polymer, Tensile Strength, Wear, Hardness

1. GİRİŞ

Mühendislik polimerlerin korozyona uğramaması, metal ve alüminyumlara göre hafif olması üstün termal ve mekanik özelliklerinden dolayı birçok alanda tercih edilmektedir. Oluşan taleple birlikte polimerlere uygulanan AR-GE çalışmalarını da artmıştır. Çalışmalar sonuçlarında farklı termal ve mekanik özelliklerde mühendislik polimeri geliştirilerek günümüzde otomotiv, yat ve gemi sanayi, havacılık, savunma sanayi, gibi birçok sektörde kullanılmaya başlanmıştır. Kullanım alanlarına göre polimerler düşük ve yüksek sıcaklıklarda, dinamik kuvvetler altında çalıştığından birçok yüke ve kuvvete maruz kalmaktadır. Bu nedenle polimerlerin dayanımının artırılması için çalışmalar yapılmıştır [1-3].

Polimerlerin mekanik özelliklerini artırmak için alaşım ve başka polimer ile beraber harmanlama, iyon implantasyonu, elyaf takviyesi gibi birçok modifikasyonlar yapılmıştır [4-7]. Ancak bu işlemler arasında en etkili yöntemlerden bir tanesinin kriyojenik işlem olduğu yapılan çalışmalarda görülmektedir [8]. Polimerlere uygulanan kriyojenik işlemin sonuçlarını daha iyi anlamak için 1960-1970'lerde NASA ve diğer kurumlar tarafından birçok araştırma yapılmıştır [9]. Polimerler kriyojenik sıcaklıkta günümüzde, uzay araçlarında kullanılan conta, valf, pompa gibi parçalarda kullanılmaya başlanmıştır [10,11]. Bu malzemelerin özelliklerinin sıcaklığa bağlı olarak değiştiği bilinmektedir [12]. Sıfır altı işlem polimer malzemelerin geliştirilmesinde son yıllarda büyük önem kazanmıştır. Polimerler sünek özelliklerini cam geçiş sıcaklığı altında kaybeder. Bundan dolayı zincir hareketi yavaşlar, malzeme saf, homojen ve yoğun bir mikro yapı oluşur [13]. Kriyojenik işlemde bütün yapı etkilendiğinden bu geri dönüşü olmayan bir işlemdir. Düşük sıcaklıklar iç moleküllerdeki birleşme seviyesini artırır, atomik hareketi yavaşlatır ve polimerde saf ve homojen bir yapı elde edilir. Bu yapısal değişim mekaniksel ve fiziksel değişimlere neden olur [8, 13].

Bu çalışmada polioksümetilen kopolimerinin (pom-c) 6 ve 12saat boyunca -175 ° C'de kriyojenik işlem uygulayarak, kriyojenik işlem görmemiş polioksümetilen kopolimer malzemesi arasındaki mekanik farklılıklar değerlendirilmiştir.

2.MATERYAL VE METOD

Deney için kullanılan polioksümetilen kopolimer Martan Plastik aracılığıyla Ensinger firması tarafından temin edilmiştir. Çekme deney numuneleri ASTM D638 Type 3'e göre su jeti tezgahında şekillendirildikten sonra, deney numuneleri, kriyojenik tankta -175° C' de 6 ve 12 saat boyunca sıvı azot kullanılarak soğutma işlemi gerçekleştirilmiştir.

2.1 Çekme Deneyi

Gerekli standartlara göre şekillendirilen numunelere şekil 2.1'de görüldüğü gibi UTEST marka 10 ton kapasiteli çekme deney cihazında 50mm/dk hızında gerçekleştirilerek sonuçlar kayıt altına alınmıştır. Her deney için 5 adet numune kullanılarak toplamda 15 adet çekme deneyi uygulanmıştır.



Şekil 2.1 Çekme deneyi düzeneği

2.2 Aşınma Deneyi

Aşınma deney numuneleri ASTM G99 standartlarına göre hazırlanmıştır. Deneyler kuru ortamda şekil 2.2’de görüldüğü gibi oda sıcaklığında 20N yük altında 126d/dk hızında gerçekleştirilmiştir. Aşındırıcı disk olarak 56 HRC sertliğinde AISI 4140 çeliği kullanılmıştır. Deneyden önce numunelerin aşınacak yüzeyleri öncelikle 1000 numara zımpara, daha sonra 1500 numara zımpara ile zımparalanarak yüzeyleri temizlenmiştir. Her test sonrası aşındırıcı yüzeyleri 1000 numara zımpara ile zımparalandıktan sonra alkol ile yüzeyleri temizlenmiştir. Deneyler 3 defa tekrarlanarak ortalaması alınmıştır.



Şekil 2.2 Aşınma deney düzeneği

2.3 Shore D Sertlik Deneyi

Sertlik deney numuneleri 6mm kalınlığında Ø 35mm çapında shore d cihazına göre hazırlanmıştır. Her bir numuneden 9 adet ölçüm alınarak toplamda 135 adet ölçüm yapılmıştır (şekil 2.3)



Şekil 2.3 Numunelerin shore d sertlik cihazında ölçülmesi

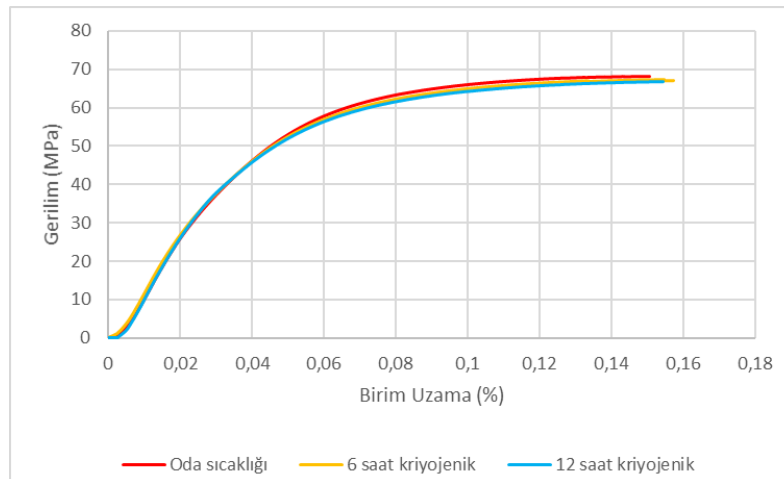
3.SONUÇLAR VE TARTIŞMA

3.1 Çekme dayanımı sonuçları

Çekme testlerinden elde edilen çekme dayanımı (MPa) değerleri Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3.1 Çekme dayanım değerleri (MPa)

	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Numune 4	Numune 5	Ortalama
Oda Sıcaklığı	68,630	68,129	67,012	68,480	68,120	68,074
Kriyojenik sıcaklıkta 6 saat bekletilmiş	68,246	67,627	68,091	66,456	66,598	67,403
Kriyojenik sıcaklıkta 12 saat bekletilmiş	66,344	66,306	66,154	68,299	66,788	66,778



Şekil 3.1 İşlem görmüş ve görmemiş numunelerin çekme deneyi sonuçları

Tablo 3.1 incelendiğinde oda sıcaklığında çekme dayanımının ortalamasının 68,074 MPa olduğu 6 saat ve 12 saat kriyojenik sıcaklıkta bekletilen numunelerin çekme dayanımı sırasıyla 67,804 MPa ve 66,778 olarak bulunmuş. Çekme dayanımında azalma eğilimi görülmektedir. % uzama değerlerine bakıldığında 6 saat kriyojenik işlem diğer numunelere göre daha fazla uzama değerine ulaşmıştır. Çekme deneyinde numuneler şekil 2'deki gibi gevrek bir yapıda kopma eğilimi göstermiştir.



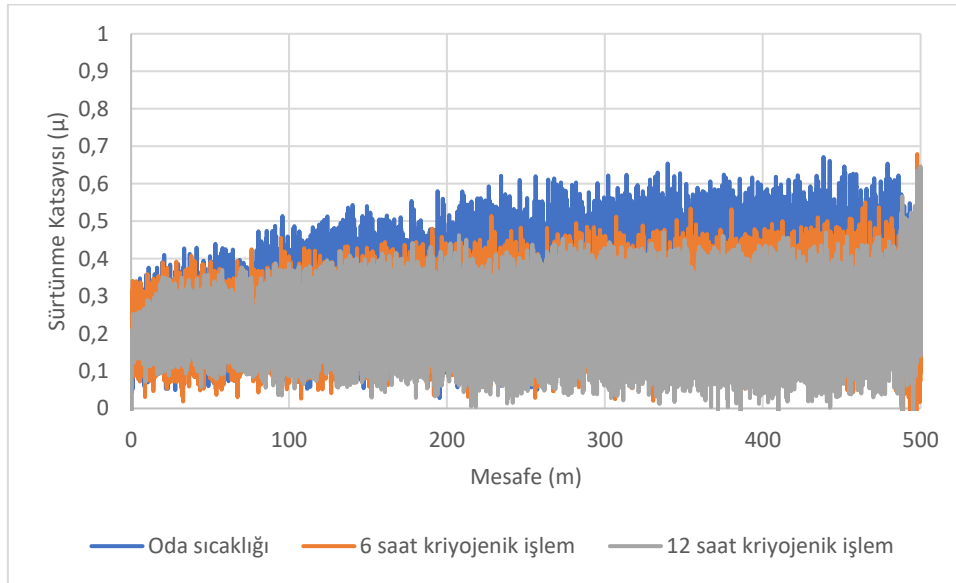
Şekil 3.2 Çekme deneyi sonrası numune

3.2 Aşınma deney sonuçları

Kriyojenik işlem uygulanmış ve uygulanmamış numunelerin 126d/dk' da 20N yük altında kayma mesafesi ve sürtünme katsayısı arasındaki ilişki grafiği tablo 3.3 ve şekil 3.4'te verilmiştir. Şekil 3.4'teki grafikte her üç numunenin sürtünme katsayısı ortalaması alındıktan sonra grafik oluşturulmuştur.

Tablo 3.3 Aşınma deneyi sonrası sürtünme katsayısı(μ) değerleri

	1.Numune	2.Numune	3.Numune	Ortalama
Oda sıcaklığı	0,2955	0,3102	0,3659	0,3233
Kriyojenik sıcaklıkta 6 saat bekletilmiş numune	0,2281	0,2924	0,2484	0,2563
Kriyojenik sıcaklıkta 12 saat bekletilmiş numune	0,2298	0,2401	0,2238	0,2312



Şekil 3.4 Aşınma deney sonuç grafiği

Polioksimetilen kopolimeri için başlangıç kısmındaki sürtünme katsayısı değişimi ve sürekli kayma mesafesindeki sürtünme katsayısı olarak iki aşamada gerçekleştirilmiştir. Şekil 3.4 incelendiğinde, sürtünme katsayısı genel olarak daha az olurken, mesafe arttıkça belirli mesafeye kadar artış eğilimi göstermiştir. Ancak sürtünme katsayısı yaklaşık 300m mesafeden sonra kararlı bir hal aşamasına ulaşmıştır. Şekilde sürtünme katsayısı genel olarak geniş aralıklarla devam etmiştir. Polioksimetilen kopolimeri malzemesine uygulanan kriyojenik işlemin sürtünme katsayısını önemli ölçüde azalttığı görülmüştür. Kriyojenik sıcaklıkta bekletilen numunelerin, bekletme süresi arttıkça sürtünme katsayısının azaldığı görülmektedir.

3.3 Sertlik deney sonuçları

Yapılan sertlik deneylerinde ilk olarak oda sıcaklığındaki daha sonra 6 ve 12 saat boyunca kriyojenik sıcaklıkta bekletilmiş numunelerin sertlik deney sonuçları sırasıyla tablo 3.6'da verilmiştir.

Tablo 3.6 Shore D sertlik deney sonuçları

	1.Numune	2.Numune	3.Numune	4. Numune	5. Numune	Ortalama
Oda sıcaklığı	76,5	76,4	77,4	76,9	75,1	76,46
6 saat kriyojenik sıcaklıkta bekletilmiş	75,4	79	79	79	77,7	78,02
12 saat kriyojenik sıcaklıkta bekletilmiş	76	77,2	77,7	78,5	77	77,28



Şekil 3.7 Sertlik deney sonuçları grafiği

Şekil 3.7 incelendiğinde, işlem görmemiş numunenin shore d sertlik değeri 76,46 bulunurken, 6 ve 12 saat işlem görmüş numunelerin sertlikleri sırasıyla 78,02 ve 77,28 olarak bulunmuştur.

4. SONUÇLAR

Sonuçlar değerlendirildiğinde 6 ve 12 saat kriyojenik sıcaklıkta bekletilen numunelerde, oda sıcaklığına göre sürtünme katsayılarında sırasıyla %20,72 ve %28,49 iyileşme olmuştur. Çekme deneyinde 6 saat bekletilen numune oda sıcaklığına göre %0,98, 12 saat bekletilen numunede %1,90 oranında çekme mukavemetinde azalma olmuştur. Kriyojenik işlemin çekme dayanımına etkisinin olmadığı görülmüştür. Sertlik deneylerinde 6 saat kriyojenik sıcaklıkta bekletilen numunede oda sıcaklığına göre %2,04, 12 saat bekletilen numunede %1,07'lik bir sertlik artışı görülmüştür. Kriyojenik işlem sonrasında çekme dayanımı azalmasına rağmen

sertlik değerinin arttığı ve buna bağlı olarak sürtünme katsayısının düştüğü görülmüştür. Bu sonuçlar, kriyojenik işlemn polioksimetilen malzemenin aşınma direncini, malzemenin sertliğini olumlu yönde etkilediğini göstermiştir

TEŞEKKÜR: Bu alışma Düzce Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (Proje no: 2019.21.01.1047) Koordinatörlüğü tarafından desteklenmiş, Uluslararası Mühendislik ve Fen Bilimleri Kongresinde (ISPEC 2020) adlı sempozyumda sunulmuştur.

KAYNAKLAR

- 1-Scurlock, R. G. (1990). A matter of degrees: a brief history of cryogenics. *Cryogenics*, 30(6), 483-500.
- 2- Akhbarizadeh, A., Amini, K., & Javadpour, S. (2012). Effect of simultaneous magnetic field and deep cryogenic heat treatment on the micro structure of 1.2080 tool steel. *Materials & Design*, 35, 484-490.
- 3-Kalsi, N. S., Sehgal, R., & Sharma, V. S. (2010). Cryogenic treatment of tool materials: a review. *Materials and Manufacturing Processes*, 25(10), 1077-1100.
- 4- Bijwe, J., Logani, C. M., & Tewari, U. S. (1990). Influence of fillers and fibre reinforcement on abrasive wear resistance of some polymeric composites. *Wear*, 138(1-2), 77-92.
- 5- Albalak, R. (2017). *Polymer devolatilization*. Routledge.
- 6- Shepard, S. R., & Suh, N. P. (1982). The effects of ion implantation on friction and wear of metals.
- 7- Pande, K. N., Peshwe, D. R., & Kumar, A. (2012). Effect of the cryogenic treatment on polyamide and optimization of its parameters for the enhancement of wear performance. *Transactions of the Indian Institute of Metals*, 65(3), 313-319.
- 8- Hechtel, K. (2014). *Design Considerations for use of plastic materials in cryogenic environments*.
- 9-Paul, S., & Chattopadhyay, A. B. (1995). Effects of cryogenic cooling by liquid nitrogen jet on forces, temperature and surface residual stresses in grinding steels. *Cryogenics*, 35(8), 515-523.
- 10- Yano, O., & Yamaoka, H. (1995). Cryogenic properties of polymers. *Progress in Polymer Science*, 20(4), 585-613.
- 11- Michael, P. C., Rabinowicz, E., & Iwasa, Y. (1991). Friction and wear of polymeric materials at 293, 77 and 4.2 K. *Cryogenics*, 31(8), 695-704.
- 12- Hechtel, K. (2014). *Design Considerations for use of plastic materials in cryogenic environments*.
- 13- Pande, K. N., Peshwe, D. R., & Kumar, A. (2012). Optimization of cryo-treatment parameters for PTFE by quantum-chemical approach and its evaluation through mechanical, thermal and structural characterization. *Transactions of the Indian Institute of Metals*, 65(4), 365-373.

PROCEEDINGS BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

**KOMPOZİT DİSK YAYLARIN TASARIMINDA OLASILIĞA DAYALI YAKLAŞIM
YÖNTEMİNİN UYGULANMASI****APPLICATION OF PROBABILITY BASED APPROACH IN DESIGN OF COMPOSITE DISC SPRINGS****Haşim Fırat KARASU**

Arş Gör, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümü, ORCID No: 0000-0001-7129-4171

Melih BELEVİ

Dr. Öğr. Üyesi, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümü, ORCID No: 0000-0002-0862-4657

Aziz BAŞDEMİR

Yüksek Lisans Öğr, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makina Mühendisliği Anabilim,

ORCID No: 0000-0001-6372-7264

ÖZET

Tasarımda oluşan mühendislik problemlerini çözmek için belli yaklaşımlar uygulanmaktadır. Bu yaklaşımlar; deterministik ve olasılığa dayalı yaklaşımlardır. Deterministik yaklaşım; amaç fonksiyonuna bağlı olarak incelenen sistemi maksimize veya minimize etmek için değişken parametreleri göz önünde tutarak alışılmış metotlarla problemi çözmeye çalışmaktır. Fakat bu yaklaşımda, değişken parametrelerin gerilme, deformasyon, emniyet faktörü ve üretim esnasında meydana gelen hatalar gibi sistemde oluşacak değişkenler üzerine etkisi hesaba katılmamaktadır. Bu değişkenlerin hesaba katılması için olasılığa dayalı yaklaşım yapılmaktadır. Olasılığa dayalı yaklaşımda ise gerilme, deformasyon, emniyet faktörü, üretim hassasiyetlerine bağlı değişkenler ve üretim hatalarına bağlı değişkenler dikkate alınarak yaklaşım yapılmaktadır. Bu yaklaşımda, değişkenlerin tasarımı ve üretimi doğrudan etkilediği göz önünde bulundurulmaktadır. Bu sebeple üretim veya tasarım aşamalarında oluşabilecek varyasyonları tespit etmek ve minimum seviyeye düşürmek için Altı Sigma istatistiksel süreç metodu kullanılması gerekmektedir. Böylece üretimde oluşacak hataları minimum seviyeye indirmek hedeflenmiştir.

Altı Sigma metodu, herhangi bir makine elemanı tasarımı için uygulandığında değişken parametrelerdeki sapmalar tespit edilebilmektedir. Böylece, üretim veya tasarım aşamalarında oluşacak hataların en aza indirilmesi sağlanmaktadır. Bu sebeple, büyük kuvvetler altında küçük yer değiştirmeler yapan ve aynı zamanda enerji depolayan kompozit disk yay tasarımı için Altı Sigma yöntemi uygulanmıştır.

Bu çalışma kapsamında, ANSYS Workbench programının ACP modülü kullanılarak kompozit disk yay modellenmiştir. Bu modelde, dış yarıçap, iç yarıçap ve koni yüksekliği değişken parametre olarak tanımlanmıştır. Bu parametrenin deformasyon üzerine etkilerini incelemek amacıyla deneysel tasarım (DOE) gerçekleştirilmiş ve farklı tasarım noktaları oluşturulmuştur. Bu tasarım noktaları değerlendirilerek yanıt yüzey metodu (RSM) ile değişkenlerin etkileri incelenmiştir. Sapmalara bağlı olarak optimizasyon gerçekleştirilmiştir. Bu optimizasyon literatürde Robust tasarım mühendisliği (RED) olarak da bilinmektedir. Sonuç olarak, olasılığa dayalı yaklaşım yönteminin uygulanması ile tasarıma bağlı olumsuz koşulların oluşmasının önüne geçilerek daha kaliteli ürün elde edilip maliyetin azaltılmasına yönelik ciddi şekilde iyileşme olmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kompozit Disk Yay, Altı Sigma, Sonlu Elemanlar Metodu (SEM).

ABSTRACT

Certain approaches are applied to solve engineering problems in design. These approaches are; deterministic and probabilistic approaches. Deterministic approach; in order to maximize or minimize the system examined depending on the purpose function, it is aimed to solve the problem with conventional methods by considering the variable parameters. However, in this approach, the effect of variable parameters on variables in the system such as stress, deformation, safety factor and defects occurring during manufacturing is not taken into account. A probabilistic approach is used to take these variables into account. In the probabilistic approach, the approach is made according to the variables related to stress, deformation, safety factor, manufacturing sensitivities and manufacturing defects. In this approach, it is considered that variables affect the design and manufacture. For this reason, it is necessary to use Six Sigma statistical process method to detect and minimize the variations that may occur during the manufacturing or design stages. Thus, it is aimed to minimize the errors that may occur in manufacturing.

When the Six Sigma method is applied for any machine element design, deviations in variable parameters can be detected. Thus, it minimizes the detect that may occur during the manufacturing or design stages. For this reason, the Six Sigma method was applied for the composite disc spring design, which makes small displacements under large forces and also stores energy.

In this study, composite disc spring was modeled in the ACP module by using Ansys Workbench program. In this model, outer radius, inner radius and cone height is defined as a variable parameter. In order to examine the effects of this parameter on deformation design of experiment (DOE) was performed and different design points were created. By evaluating these design points, the effects of variables were investigated by response surface method (RSM). Optimization was performed depending on deviations. It is also known in the literature as Robust design engineering (RED). As a result, it has been determined that there has been a serious improvement in reducing the cost by obtaining a higher quality product as a result of preventing adverse conditions related to design and production in engineering.

Keywords: Composite Disc Spring, Six Sigma, Finite Element Method (FEM).

PROCEEDINGS BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

DESIGN FOR SIX SIGMA IN BELLEVILLE SPRINGS
BELLEVILLE YAYLARINDA ALTI SİGMA İLE TASARIM**Haşim Fırat KARASU**

Araş Gör, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümü, ORCID No: 0000-0001-7129-4171

Melih BELEVİ

Dr. Öğr. Üyesi, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümü, ORCID No: 0000-0002-0862-4657

Aziz BAŞDEMİR

Yüksek Lisans Öğrencisi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makina Mühendisliği Anabilim, ORCID No: 0000-0001-6372-7264

ABSTRACT

A number of approaches are applied to reduce production and design errors in engineering as a result of determining variables depending on time or space. One of these approaches is known in the literature as the stochastic process or probabilistic approach. This approach is to evaluate the deterministic approach over probability. Probability based approach is optimization according to variables related to design and production. Variables directly affect design and production. For this reason, it is necessary to use the Six Sigma method in production in order to determine and minimize the variations that may occur during the production or design stages.

If the Six Sigma method is applied for the production of any machine element, it is ensured that many errors that may occur during the design or production stages depending on the variables are minimized. Belleville springs are machine elements that store energy by making small deflections under sudden loading and show great resistance to vibration. These springs, also called disc springs in the literature; It is frequently used in modern aircraft, high performance racing cars, aiming rifles and fishing reels.

In this study, Six Sigma method was applied in a computer-assisted environment for the design of steel disc springs. The steel disc spring was modeled and analyzed using the ANSYS Workbench program within the scope of the finite element method, and optimization was achieved. In this model; inner diameter, outer diameter and thickness measurements are defined as variable parameters. In order to examine the effects of these parameters on von Mises stress, optimization was performed by performing a sensitivity case analysis in the "Six Sigma Analysis (SSA)" module of ANSYS Workbench package program. This is also known as Robust Design Analysis (RDA) in the literature. As a result, with the Six Sigma method, it is possible to obtain low cost parts with minimum defects and robust design.

Keywords: Optimization, Probability Based Approach Method, Computer Aided Engineering.**ÖZET**

Zamana veya mekâna bağlı değişkenlerin tespit edilmesi sonucunda mühendislikte oluşan üretim ve tasarım hatalarını azaltmak için birtakım yaklaşımlar uygulanmaktadır. Bu yaklaşımlardan biri, literatürde stokastik süreç veya olasılığa dayalı yaklaşım olarak bilinmektedir. Bu yaklaşım deterministik yaklaşımın olasılık üzerinden değerlendirilmesidir. Olasılığa dayalı yaklaşım, tasarım ve üretime bağlı değişkenlere göre

optimizasyon yapılmasıdır. Değişkenler direkt olarak tasarım ve üretimi etkilemektedir. Bu sebeple üretim veya tasarım aşamalarında oluşabilecek varyasyonları belirlemek ve en az seviyeye indirmek için üretimde Altı Sigma yöntemi kullanılması gerekmektedir.

Altı Sigma metodu, herhangi bir makine elemanının üretimi için uygulanırsa, değişkenlere bağlı olarak tasarım veya üretim aşamalarında oluşabilecek birçok hatanın minimum seviyeye düşmesi sağlanmaktadır. Belleville yayları, ani yükleme altında küçük sehimler yaparak enerji depolayan ve titreşime karşı büyük direnç gösteren makine elemanlarıdır. Literatürde disk yay olarak da adlandırılan bu yaylar; modern uçaklarda, yüksek performanslı yarış araçlarında, nişan tüfeklerinde ve balıkçılık makaralarında sıklıkla kullanılmaktadır.

Bu çalışmada, çelik disk yayların tasarımı için bilgisayar destekli ortamda Altı Sigma metodu uygulanmıştır. Çelik disk yay modellenip ANSYS Workbench programı ile sonlu elemanlar metodu kapsamında analize tabi tutularak optimizasyon gerçekleştirilmiştir. Bu modelde; iç çap, dış çap ve kalınlık ölçüleri değişken parametre olarak tanımlanmıştır. Bu parametrelerin von Mises gerilmesi üzerine etkilerini incelemek amacıyla ANSYS Workbench paket programının “Six Sigma Analysis (SSA)” modülünde, sapma değişkenlerine bağlı olarak hassasiyet durum incelemesi yapılarak optimizasyon gerçekleştirilmiştir. Bu, literatürde Robust (Güçlü) Tasarım Analizi (RDA) olarak da bilinmektedir. Sonuç olarak, Altı Sigma metodu ile minimum hatalı, sağlam tasarıma sahip düşük maliyetli parça elde edilmesi mümkün kılınmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Optimizasyon, Olasılığa Dayalı Yaklaşım Metodu, Bilgisayar Destekli Mühendislik.

PROCEEDINGS BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

GOFRAJ SİSTEMİNDEKİ LASTİK SİLİNDİRİN SOĞUTULMASININ DENEYSEL OLARAK İNCELENMESİ**EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF COOLING OF RUBBER CYLINDER IN EMBOSSING SYSTEM****Cem SARI**

ICM Makine ve Mühendislik, ORCID No: 0000-0001-7277-1021

Bayram KESMEN

ICM Makine ve Mühendislik, ORCID No: 0000-0002-1636-9676

Ali KİBAR

Kocaeli Üniversitesi, Uzunçiftlik Nuh Çimento MYO, ORCID No: 0000-0002-2310-1088

ÖZET

Temizlik kağıtları üzerine desen oluşturulması için kâğıdın gofraj ve lastik silindirler arasından geçirilmesi ile sağlanmaktadır. Burada kullanılan lastik silindirlerin ömrüne etki eden etkenler arasında gofraj yoğunluğu, gofraj silindirin lastik silindir üzerinde yaptığı baskı kuvveti ve lastik silindirin sıcaklığı gelmektedir. Lastik silindirin sıcaklığı ömre etki eden en önemli faktördür. Bu çalışmada temizlik kâğıtları üzerinde kabartma deseninin oluşturulması için kullanılan gofraj sistemindeki lastik silindirin soğutulması deneysel olarak çalışılmıştır. Silindirlerin devir sayılarının artmasıyla lastik silindir yüzeyinde meydana gelen sıcaklıklar artmaktadır. Sıcaklık artışıyla birlikte lastik silindiri yüzeyinde aşınmalar meydana gelmektedir. Deneylerde 350 m/dak hızla akan kâğıt üzerine desen oluşturan gofraj sisteminde bulunan lastik silindirin içerisinden soğutulması için bir sistem tasarlanıp imal edilmiştir. Sistem ilk aşamada soğutma olmaksızın çalıştırılmış ve zamana bağlı olarak yüzey sıcaklığında oluşan değişimler kayıt edilmiştir. Yapılan deneyler sonucunda 46 °C civarında lastik silindir yüzeyinin hasarlanmaya başladığı tespit edilmiştir. İkinci aşamada ise soğutma sistemi kullanılarak sistem çalıştırılmış ve zamana bağlı olarak yüzey sıcaklığında oluşan değişimler kayıt edilmiştir. Tasarlanan soğutma sistemi ile lastik silindirin bu değerden daha düşük değerlerde tutulması sağlanmıştır. Böylece lastik silindirin hasarlanmasında en önemli etkenlerden birisi olan sıcaklığın belli bir miktar düşürülmesi sağlanmıştır. Bu durum lastik silindirin ömrünün artırılmasına katkı sağlamıştır.

Anahtar Kelimeler: Silindir soğutma, gofraj silindiri, lastik silindiri, kâğıt deseni**ABSTRACT**

Creating patterns on cleaning tissue is provided by passing the paper between embossing and rubber cylinders. Among the factors affecting the life of the rubber cylinders used here are the embossing density, the pressure force of the embossing roller on the rubber roller, and the temperature of the rubber roller. The temperature of the rubber roller is the most important factor affecting the life. In this study, the cooling of the rubber cylinder in the embossing system which is used to create the embossing pattern on the tissue paper is studied experimentally. The temperatures of the rubber roller increase as the revolutions of the rollers increase. Abrasions occur on the surface of the tire roller with increasing the temperature. In the experiments, a special cooling system was designed to cool the rubber cylinder that forms a pattern on the paper running at 350 m/min. Firstly; the system was operated without cooling. Outside temperature of the rubber was recorded with respect to the time. As a result of the experiments, it was determined that the rubber roller was damaged and became unusable at around 46 °C. Secondly; the system was operated with cooling and experiments were repeated. The rubber cylinder is kept at lower values than this value using the designed cooling system.

Therefore, the temperature, which is one of the most important factors in damaging the rubber roller, is reduced a little bit. This outcome is contributed to increasing the life of the rubber roller.

Keywords: Cylinder cooling, Embossing cylinder, rubber cylinder, tissue pattern.

PROCEEDINGS BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

DEFORME EDİLMİŞ BİYOÇÖZÜNÜR İMPLANT MALZEMELERİNİN MEKANİK VE KOROZYON DAVRANIŞLARI**MECHANICAL AND CORROSION BEHAVIOR OF DEFORMED BIODEGRADABLE IMPLANTS MATERIALS****Aslı GUNAY BULUTSUZ**

Department of Mechanical Engineering, Yıldız Technical University, ORCID No: 0000-0001-5841-4829

ÖZET

Günümüzde ince taneli mikro yapılar elde etmek ve malzemelerin mekanik, korozyon davranışı gibi özelliklerini iyileştirmek amacı ile çeşitli plastik deformasyon yöntemleri kullanılmaktadır. Kullanım esnasındaki avantajları sayesinde çözünebilir biyomedikal malzemelere olan ilgi gün geçtikçe artmaktadır. Biyoçözür implant malzemelerinin insan vücudu içerisindeki denemeleri yaklaşık yüz yıl önce başlamıştır. Günümüze kadar, tıbbi gereksinimleri karşılamak için çeşitli metal esaslı alaşım, kompozitler ve polimerik malzemeler geliştirilmiştir. Biyolojik ortamda çözünebilir malzemelerden beklenen temel gereksinimleri şunlardır: (1) zehirleyici olmayan davranış; (2) minimum mekanik mukavemet ihtiyaçlarının karşılanması; (3) homojen ve yavaş korozyon hızı; (4) biyouyumlu elastik modül (5) implantın osseointegrasyon kabiliyetini olumsuz etkileyebilen iyon salınımı ve gaz çıkışlarının olmaması.

Ekstrüzyon, haddeleme, yüksek basınç altında burma gibi plastik deformasyon yöntemlerinin uygulanması, birim alana düşen tane sınırı uzunluğunu, kafes kusurlarını ve dislokasyon yoğunluğunu artırmaktadır. Plastik deformasyonlar ile mikro yapıda oluşturulan bu mekanizmalar malzeme özellikleri iyileştirilebilmektedir. Uygulanan plastik deformasyonların mekanik özellikler üzerindeki etkilerinin yanı sıra, özellikle alaşım ve kompozitlerin yapısındaki çöktiller ve ikincil fazların homojen dağılımı ile korozyon davranışının iyileştirildiği gözlemlenmiştir. Bu çalışma kapsamında çeşitli biyoçözünür malzemelerin farklı yöntemler ile imalatı sonrasında gösterdiği mekanik, korozyon davranışlarını içeren çalışmalar incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Mekanik Davranış, Biyoçözünür, Biyomalzeme, İmalat, Plastik deformasyon**ABSTRACT**

Plastic deformation methods are being used to obtain refined microstructures with improved material properties such as mechanical strength, corrosion rate. Day by day the interest on biodegradable materials is increasing due to their advantages during the treatments. The initial trials of biodegradable implants in the human body nearly made a century ago. Up to date, various metallic and polymeric materials have been developed to meet the needs of surgeons. The major requirements from biodegradable materials in a biological environment are (1) non-toxic behavior; (2) meeting the lower mechanical strength needs; (3) homogenous and optimal corrosion rate; (4) enough ductility with biocompatible elastic modulus; (5) non-harmful ion or gas releases which can decrease osseointegration capability of implant.

The application of plastic deformation methods such as extrusion, rolling, high pressure torsion increases grain boundary length in per unit area, lattice defects and dislocation density. These plastic deformation modification results with increased mechanical strength. Besides their effect on mechanical properties, especially for alloys after plastic deformation, materials showed better corrosion behavior with homogeneously distributed precipitates and secondary phases.

In this study, mechanical, corrosion and degradation behavior of various biodegradable materials are systematically reviewed, which are modified with different plastic deformation methods.

Keywords: Mechanical Behavior, Biodegradation, Biomaterials, Manufacturing, Plastic Deformation

Introduction

Permanent metallic implants have been used in medical treatments for a long time. Some of the most common biomaterials for these treatments are pure titanium and its alloys, stainless steels and other noble alloys. These materials perform adequate mechanical strength, durability, and ductility that are needed during the treatments. Most of the permanent implant stays in the body for a lifetime. Thus, the material durability and biocompatible mechanical behavior are vital properties.

Besides these permanent materials in some medical cases, temporary support of implants is needed [1]. In previous applications, permanent implants were also used for temporary support. After the healing period, a second surgery was being applied to remove the inserted implant. This option increases medical risks and expenses [2, 3]. To reply to the need in these medical cases biodegradable materials have attracted great attention. Biodegradable material corrodes in the body environment at different rates, after a certain time totally digest by the body [4]. To date, there are biodegradable materials such as screws, catguts and plates. Most of the used biodegradable materials are made from polymeric materials. However, especially orthopedic treatments, these polymeric materials have disadvantages with their low mechanical properties. Metallic materials such as Mg, Fe are alternative materials with higher mechanical properties than polymeric materials. Generally pure, alloyed materials or composites have been studied to date [5]. Besides, plastic deformation methods are used to improve their material properties. The needed corrosion rates differed according to the implant application area. Previously, some daily intake limits were defined for these materials for non-toxicity. Materials such as Fe, Mg and Zn are all essential elements for our body; however, the daily take in amount are 240-420 mg day⁻¹ for Mg, 8-18 mg day⁻¹ for Fe and 8-11 mg day⁻¹ for Zn [6].

Thus, these alloying deformation procedures are being made according to the needs of the specific application. Biological compatibility and degradation behavior are vital parameters. Besides, mechanical properties are another important factor for design and usage of implants. Improvement of mechanical properties with additional alloying elements is possible, however the material variety is restricted because of biological compatibility. For this purpose, plastic deformation methods such as extrusion, rolling, severe plastic deformation methods are being used to improve mechanical properties. In this work, deformed biodegradable materials corrosion and mechanical behaviors were observed to understand the deformation effect for various implants.

Mechanical Behavior of Deformed Biodegradable Materials

One of the vital property of implants is the nontoxic behavior in the body. Besides, mechanical behavior strongly dominates the implant success during the treatment. Some of these properties are Young's modulus, maximum tensile and compressive strength, impact strength, wear behavior, and fatigue properties (Figure 1). The mismatch between body and inserted material under load may result in biological problems. Besides an inadequate mechanical, impact strength may result in fractures in a case of heavy or sudden load over that region.

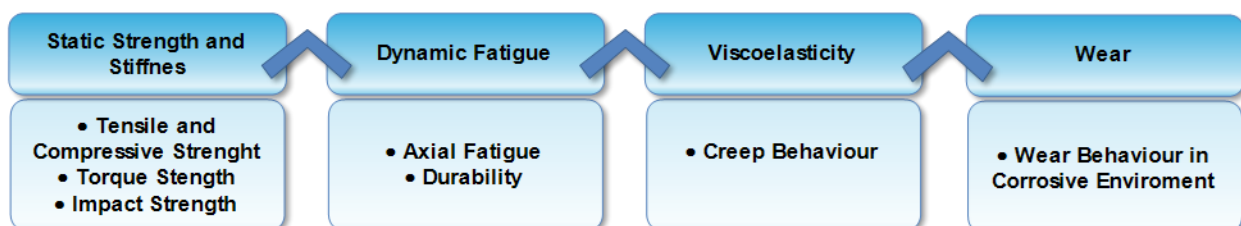


Figure 1 Important Mechanical Properties of materials.

Another case is the too high young modulus difference between bone and implant. Bone has a low Young's modulus, which varies between 18 and 25 GPa [7]. Metallic implants generally have higher Young's Modulus than bone. The mismatch between the body and implant may result with the stress shielding effect, bone fracture or losing [8-9]. For biodegradable materials such as Mg, Zn, Fe Young's Module varies between 40-200 GPa. And this is not dependent on degradation. However, you modulus can be changed slightly with structural changes. Besides Young modulus the degradation strongly dominates material strength due to the loss of mass. Thus, mechanical behavior of biodegradable materials is need to be optimized according to the clinician and patient need. For example a stent needs to be mechanically stable up to 6-12 months for treatments [10]. As much as corrosion, the radial compressive mechanical strength also should be adequate during this period. To increase mechanical properties of these materials plastic deformation methods are being applied. A previous study showed that the use of ECAP and additional HPT (1 revolution) leads to the strong grain refinement in the Mg-1% Zn-0.2% Ca alloy, as a result of which the micro hardness of the samples increased by a factor of 2, and the UTS of 283 MPa was achieved, which is higher than the UTS of the initial state (125 MPa) more than 2 times [11]. In another study, researchers applied HPT to ZKX600 alloy and applied annealing at 300 °C for 1 minute and obtained improved strength with uniform elongation [12]. Besides strengthening and hardening mechanism of plastic deformation processes, in some cases, softening observed, especially materials with low melting point [13].

Up to date, there is not a standardization for mechanical properties of biodegradable metallic implants. Only research papers give information about the mechanical behavior of these materials. The closest reference is the ASTM standard which is for polymeric materials [14]. 4 major property is highlighted in this standard which are: mechanical strength and stiffness, cyclic fatigue, viscoelasticity, wear and degradation. Mechanical strength, fatigue and degradation behavior have been searched before [15, 16]. However, the viscoelasticity, and wear behavior is still need to be investigated for all kinds of biodegradable material.

Corrosion Behavior of Biodegradable Materials

The degradation rates of materials are effected from; external forces, body environment, alloying elements and material-processing type. Besides external stress induced degradation, there are different degradation phenomenons driven by electrochemical reactions and these are correlated with other factors. For some cases lower degradation rate is needed. Beyond degradable metallic implants, Mg has a high degradation rate and hydrogen generation limits their usage area as biodegradable material. Especially after the insertion of Mg implant into the body, in the first healing weeks the hydrogen gas bubbles negatively affect tissue attachment [17].

In the scope of this study plastic deformation effect on corrosion is reviewed. For some studies plastic deformation decreased the corrosion rate, in some studies it did not have an effect [18-20]. Especially for alloys and composite materials, the reason for corrosion rate decrease is grounded with a homogenous distribution of intermetallic phases. This homogenous structure can prevent localized corrosion. In HPT studies of Mg-2% Zn 0.24%Ca alloy, the corrosion rate decreased with homogenization in the precipitate distribution by means of HPT procedure [19, 20]. Another point is the increase in the protective oxide layer. Grain refinement increases the grain boundary length in a unit area. The energy in the grain boundaries improves the total surface energy and protective surface layer thickness. And also the energy mismatch between the surface layers also increases the corrosion performance [21]. Besides these positive results, there are some results which point decrease in corrosion rate of biodegradable materials [22-24]. One of the possible reasons for this increase is grounded with the residual stress after deformation [22-34].

Conclusion

In literature, biodegradable materials are a popular subject as a good candidate for next generation implant materials. According to these studies, there is a high potential to obtain materials with good mechanical behavior and optimal degradation rates. Mg, Fe and Zn are the most commonly studied metallic implant materials in the literature. Beyond these materials, Zn is the newest type with a limited number of studies. Besides need for detailed investigation for Zn and its alloys, there is also need for further mechanical, corrosion behavior characterization needs for other metallic implant materials. According to the ASTM standard for polymeric degradable materials, the viscoelasticity, wear and degradation are poorly characterized. According

to this study there is a need for further investigation especially for deformed biodegradable metallic implant materials for these properties.

REFERENCES

1. Weileri-Reinhard, F.G., Hoffmann, Andreas C., Stähelin, Hanns-Joachim H., Norbert, P., (2000), "Biodegradable Implants in Sports Medicine: The Biological Base", *The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, Volume: 16, Issue: 3, 2000, Pages 305-321.
2. Gristina, A. G., Naylor, P. T., & Myrvik, Q. N. (1987). Biomaterial-centered infections: Microbial adhesion versus tissue integration. *Science*, 237(4822), 1588–1595. 7.
3. Litsky, A. S. (2010). Clinical reviews: Bioabsorbable implants for orthopedic fracture fixation. *Journal of Applied Biomaterials*, 4(1), 109–111.
4. Staiger, M.P., Pietak, A.M., Huadmai, J., Dias, G. (2006), "Magnesium and its alloys as orthopedic biomaterials: a review", *Biomaterials*, Volume: 27, Pages: 1728-1734.
5. Mahapatro, A. (2012), "Metals for biomedical applications and devices". *Journal of Biomaterials and Tissue Engineering*, Volume: 2, Issue: 4, Pages 259-268.
6. Trumbo, P., Schlicker, S., Yates, A.A., Poos, M., (2002), "Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein and amino acids", *J Am Diet Assoc*, Volume: 102, Pages 1621-1630.
7. Rho, JY, Ashman, RB, Turner, CH., (1993), "Young's modulus of trabecular and cortical bone material: ultrasonic and microtensile measurements", *Journal of Biomechanics*, Volume: 26, Issue: 2, Pages: 111-119
8. Yaszemski, M. (2003). *Biomaterials in Orthopedics*. Boca Raton: CRC Press,
9. Günay-Bulutsuz, A., Berrak, Ö., Yeprem, H. A., Arisan, E. D., and Yurci, M. E. (2018), "Biological responses of ultrafine grained pure titanium and their sand blasted surfaces," *Materials Science and Engineering C*, Volume: 91, Pages 382–388.
10. Borhani, S., Hassanajili, S., Tafti, SHA, Rabbani, S., (2018), "Cardiovascular stents: overview, evolution, and next generation", *Progress in Biomaterials*, Volume:7, Issue: 175.
11. Khudododova, G.D., (2019), "Microstructure and mechanical properties of the Mg–Zn–Ca, biodegradable alloy after severe plastic deformation", *IOP Conference Series.: Material Science Engineering*.
12. Ruixiao, Z., Tilak, B., Akinobu, S., Taisuke, S., Kazuhiro, H., Mohit, J., Nobuhiro, T., (2017), "Simultaneously enhanced strength and ductility of Mg-Zn-Zr-Ca alloy with fully recrystallized ultrafine grained structures", *Scripta Materialia*, Volume: 131, Pages 1-5.
13. Kawasaki, M., Figueiredo, R. B., Huang, Y., Langdon, T. G., (2014) "Interpretation of hardness evolution in metals processed by high-pressure torsion", *Journal of Materials Science*, Volume: 49, Pages: 6586–6596.
14. ASTM F2902-16e1 (2016), *Standard Guide for Assessment of Absorbable Polymeric Implants*, ASTM International, West Conshohocken, PA.
15. Zhu, D., Cockerill, I., Su, Y., Zhang, Z., Fu, J., Lee, K.W., Ma, J., Okpokwasili, C., Tang, L., Zheng, Y., (2019), "Mechanical strength, biodegradation, and in vitro and in vivo biocompatibility of Zn biomaterials". *ACS Applied Materials and Interfaces*, Volume: 11, Pages: 6809–6819.
16. Sharma, U., Concagh, D., Core, L. (2018), "The development of bioresorbable composite polymeric implants with high mechanical strength". *Nature Material*, Volume: 17, Pages 96–103.
17. Poinern, G.E.J., Brundavanam, S., Fawcett, D., (2012), "Biomedical magnesium alloys: a review of material properties, surface modifications and potential as a biodegradable orthopaedic implant", *Am J Biomed Eng*, Volume: 2, Pages 218-240.

18. Torabi, H., Hoseini, M., Sadrkhah, M., Faraji, G., and Masoumi, A., (2020) “Microstructure, mechanical properties and bio-corrosion properties of Mg-HA bio nanocomposites fabricated by a novel severe plastic deformation process,” *Ceramics International*, vol. 46, no. 3, pp. 2836–2844.
19. Zhang, CZ, Zhu, SJ, Wang, LG, Guo, RM, Yue, GC, (2016), “Microstructures and degradation mechanism in simulated body fluid of biomedical Mg–Zn–Ca alloy processed by high pressure torsion”, *Materials & Design*, Volume: 96, Pages 54-62.
20. Gao, JH., Guan, SK., ZW Ren, Sun, YF., Zhu, SJ., Wang, B. (2011), “Homogeneous corrosion of high pressure torsion treated Mg–Zn–Ca alloy in simulated body fluid” *Materials Letters*, 2 Volume: 65, Issue: 4, Pages 691-693.
21. Argade, GR, Panigrahi, SK, Mishra, RS. (2012), “Effects of grain size on the corrosion resistance of wrought magnesium alloys containing neodymium”. *Corrosion Science*, Volume: 58, Pages 145–151.
22. Aghion E, Jan L, Meshi L, (2015), “Increased corrosion resistance of the AZ80 magnesium alloy by rapid solidification”, *Journal Biomedical Material Research B*. Volume: 103, Pages: 1541–1548.
23. W, Li, DY, Li (2005), “Variations of work function and corrosion behaviors of deformed copper surfaces”. *Applied Surface Science*, Volume: 240, Pages: 388–395.
24. Zhang, Y., Gao, M., Etim I., Tan L. Yang K., (2019), “Optimizing the torsional properties and corrosion resistance of biodegradable WE43 Mg alloy by ECAP and subsequent ageing”, *Materials Technology*, Volume: 35, Issue: 7, Pages 402-410.

PROCEEDINGS BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

**SONLU ELEMAN YÖNTEMİ İLE GENELLEŞTİRİLMİŞ EŞİT GENİŞLİKLİ DALGA (GEW)
DENKLEMİNİN SAYISAL ÇÖZÜMLERİ**

NUMERICAL SOLUTIONS OF THE GEW EQUATION WITH FINITE ELEMENT METHOD

Seydi Battal Gazi KARAKOÇ

Doç. Dr., Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Matematik Bölümü, ORCID No: 0000-0002-2348-4170

Derya SUCU

Doktora Öğrencisi, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Matematik Anabilim Dalı,

ORCID No: 0000-0001-8396-8081

ÖZET

Lineer olmayan fiziksel olaylar, hidrodinamik, plazma fiziği, optik fiberler, akışkanlar dinamiği, doğrusal olmayan optik, kuantum mekaniği, katı hal fiziği, matematiksel biyoloji, kinematik, kimyasal fizik ve kimya gibi bilimsel ve mühendislik bilimlerinin birçok alanında ortaya çıkan lineer olmayan evrim denklemleriyle ilgilidir. Lineer olmayan oluşum denklemleri, gerçek hayat problemlerinin davranışını ifade eden çeşitli matematiksel modelleri incelemek için araştırılmıştır. Bu lineer olmayan olayları daha iyi anlamak için, bunların kesin çözümlerine ulaşmak önemlidir. Ancak bu denklemlerin kesin çözümleri, özellikle denklem lineer olmayan terimler içerdiğinde türetilemez. Bu kısmî diferansiyel denklemlerin yalnızca sınırlı sayıda sınıfları analitik yollarla çözüldüğünden sayısal çözümler fiziksel olayları incelemek için oldukça önemli bir rol oynarlar. Sığ kanallardaki su dalgaları teorisini tanımlamak için kullanılan önemli matematiksel modellerden biri aşağıda verilen genelleştirilmiş eşit genişlikli dalga denklemdir (GEW):

$$U_t + \varepsilon U^p U_x - \mu U_{xxt} = 0.$$

Bu denklemin fiziksel olarak birçok uygulaması vardır; bunlara bir su kanalında yayılan tek yönlü dalgalar, kıyıya yakın bölgelerdeki uzun dalgalar örnek olarak verilebilir. Bu çalışmada Kuartik B-spline fonksiyonları kullanılarak GEW denklemi için “Alt Alan” (Subdomain) sonlu eleman yöntemi oluşturulmuştur. Önerilen yöntemin doğruluğu ve etkinliği, tek dalganın yayılmasıyla gösterilmiştir. Sayısal çözüm ile analitik çözüm arasındaki farkı görmek için ve hata normları kullanılmıştır. Ayrıca, sunulan algoritmanın korunum özelliklerini belirlemek için üç değişmez ve hesaplanmıştır. Lineerleştirilmiş şemanın Fourier kararlılık analizi kullanılarak nümerik sonuçların koşulsuz kararlı olduğu gösterilmiştir. Tek dalga hareketinin sayısal simülasyonları için üç parametre ailesi alınmış ve tartışılmıştır. Bu tür problemleri çözmek için yapılan nümerik hesaplamalar, sonlu elemanlar yönteminin doğruluğunu ve etkinliğini kanıtlamaktadır. Elde edilen sayısal sonuçlar, hata normlarının gerektiği kadar küçük olduğunu ve mevcut sayısal hesaplamalardan daha küçük veya literatürdeki sonuçlara daha yakın olduğunu göstermektedir. Bu nedenle, kullanılan sayısal teknik kısmi diferansiyel denklemlerin sayısal çözümlerini elde etmek için uygun olduğu söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: GEW denklemi, Subdomain, Kuartik B-spline fonksiyonlar, Sonlu elemanlar yöntemi, Soliter dalgalar, Dalga denklemi.

ABSTRACT

The nonlinear physical phenomena are related to the nonlinear evolution equations, which are appeared in many areas of scientific and engineering fields such as hydrodynamics, plasma physics, optical fibers, fluid dynamics, nonlinear optics, quantum mechanics, solid state physics, mathematical

biology and chemical kinematics, chemical physics, geochemistry etc. Nonlinear evolution equations (NLEEs) have been investigated to study various mathematical models expressing behavior of real life problems. To better understand these nonlinear phenomena, it is important to explore their exact solutions. But exact solutions of these equations are commonly not derivable, particularly when the nonlinear terms are contained. In so far as only limited classes of these equations are solved by analytical means, numerical solutions of these nonlinear partial differential equations are very operable to examine physical phenomena. In this paper, we investigate an important nonlinear wave equation, the generalized equal width wave equation (GEW), of the form

$$U_t + \varepsilon U^p U_x - \mu U_{xxt} = 0.$$

This equation has a lot of implementations in physical situations for example unidirectional waves propagating in a water channel, long waves in near-shore zones, and many others. In this study, Subdomain finite element method is built for GEW equation by using Quartic B-spline functions. Accuracy and efficiency of the proposed method is demonstrated by employing propagation of single solitary wave. To see the difference between numerical solution and analytic solution, it is used and error norms. Also, three invariants and have been calculated to determine the conservation properties of the presented algorithm. It has been demonstrated that the results are unconditionally stable by the Fourier stability analysis of the linearized scheme. For the numerical simulations of the movement of single solitary wave, three sets of parameters have been taken and discussed. Numerical experiment prove the correctness and effectiveness of the method which can be further used for solving such problems. The obtained numerical results predicate that our error norms are as small as required and they are smaller than existing numerical calculations or too close to the result in literature. Therefore, our numerical technique is suitable for getting numerical solutions of partial differential equations.

Keywords: GEW equation, Subdomain, Quartic B-spline functions, Finite element method, Solitary waves, Soliton, Wave equation.

1.GİRİŞ

Bu makalede,

$$U_t + \varepsilon U^p U_x - \mu U_{xxt} = 0 \quad (1.1)$$

şeklindeki GEW denklemi,

$$\begin{aligned} U(a,t) = 0, U(b,t) = 0, \\ U_x(a,t) = 0, U_x(b,t) = 0, \\ U_{xx}(a,t) = 0, U_{xx}(b,t) = 0, t > 0 \end{aligned} \quad (1.2)$$

homojen sınır şartları ve

$$U(x,0) = f(x), \quad a \leq x \leq b \quad (1.3)$$

başlangıç şartı ile ele alınacaktır. Denklemdaki ε , p ve μ pozitif parametreler; t zaman, x ise konumsal koordinatı göstermektedir.

Bilindiği gibi sıvı problemlerinde, U miktarı su yüzeyinin dalga genliğini veya benzer bir fiziksel olayı gösterir. Plazma işlemlerinde, U elektrostatik potansiyelin negatifidir (Karakoç ve Zeybek, 2016). $p = 1$ için (1.1) denklemi, çok sayıda önemli fiziksel olayı tanımladığı için doğrusal olmayan dağıntık dalgaların çalışmasında önemli bir denklem olan EW denkleminin indirgenir. GEW denkleminin diğer bir özel durumu $p = 2$ olduğunda elde edilir. Bu, değiştirilmiş eşit genişlikli dalga (MEW) denkleminin karşılığı gelir (Geyikli ve Karakoç, 2011). Literatürde, GEW denklemi ile ilgili sınırlı sayıda makale bulunmaktadır. Hamdi ve arkadaşları, GEW denkleminin tam tek dalga çözümlerini üretmiştir (Hamdi, 2003). Evans ve Raslan, tek soliter dalganın sayısal çözümlerini, soliter dalgaların etkileşimini ve solitonların oluşmasını elde etmek için ikinci dereceden B spline fonksiyonlarına dayanan kollokasyon yöntemini kullanarak GEW denkleminin sayısal sonuçlarını elde etmişlerdir (Evans ve Raslan, 2005). Homojen denge yöntemi, genelleştirilmiş eşit

genişlik denkleminin tam hareketli dalga çözümlerini oluşturmak için kullanılmıştır (Taghizadeh, 2013). Denklem, standart radyal temel fonksiyonlar ile global bir eş dizime dayalı ağırsız bir yöntemle sayısal olarak çözülmüştür (Panahipour, 2005). GEW denkleminin sayısal çözümlerini elde etmek için Karakoç ve Zeybek tarafından iki farklı lineerleştirme tekniğiyle sırasıyla kuintik B-spline kollokasyon yöntemi ve kübik B-spline fonksiyonlarına dayalı bir lumped Galerkin yöntemi kullanılmıştır (Zeybek ve Karakoç, 2017). Bu çalışmada, Kuartik B-spline fonksiyonlarını kullanarak GEW denklemi için Subdomain sonlu elemanlar yöntemi oluşturulmuştur.

2. KUARTİK B-SPLINE FONKSİYONLAR VE SUBDOMAIN YÖNTEMİ

Problemin çözüm bölgesi olan $[a, b]$ aralığının düzgün bir parçalanışı

$a = x_0 < x_1 < \dots < x_{N-1} < x_N = b$ olsun. $h = \frac{b-a}{N} = x_{m+1} - x_m$ olmak üzere düğüm noktalarında

$$\varphi_m(x) = \begin{cases} (x - x_{m-2})^4, & [x_{m-2}, x_{m-1}] \\ (x - x_{m-2})^4 - 5(x - x_{m-1})^4, & [x_{m-1}, x_m] \\ (x - x_{m-2})^4 - 5(x - x_{m-1})^4 + 10(x - x_m)^4, & [x_m, x_{m+1}] \\ (x_{m+3} - x)^4 - 5(x_{m+2} - x)^4, & [x_{m+1}, x_{m+2}] \\ (x_{m+3} - x)^4, & [x_{m+2}, x_{m+3}] \\ 0 & \text{diğer.} \end{cases} \quad (2.1)$$

şeklinde olup, problemin tam çözümü olan $U(x, t)$ fonksiyonuna karşılık gelen $U_N(x, t)$ yaklaşık çözümü aşağıdaki gibi verilebilir:

$$U_N(x, t) = \sum_{j=m-2}^{N+1} \varphi_j(x) \delta_j(t).$$

Bu ifadeye $\varphi_i(x)$ fonksiyonları kuartik B-spline fonksiyonlar ve $\delta_i(t)$ ler sınır şartları yardımıyla elde edilecek olan zamana bağlı parametrelerdir (Prenter, 2008). (2.1) ile verilen kuartik B-spline fonksiyonlar ve (2.2) ile ifade edilen yaklaşım fonksiyonu kullanılırsa x_m düğüm noktasında U 'nun kendisinin ve e göre birinci, ikinci ve üçüncü mertebeden türevleri

$$\begin{aligned} U_N(x_m, t) &= U_m = \delta_{m-2} + 11\delta_m + \delta_{m+1}, \\ U'_m &= \frac{4}{h}(-\delta_{m-2} - 3\delta_{m-1} + 3\delta_m + \delta_{m+1}), \\ U''_m &= \frac{12}{h^2}(\delta_{m-2} - \delta_{m-1} - \delta_m + \delta_{m+1}), \\ U'''_m &= \frac{24}{h^3}(-\delta_{m-2} + 3\delta_{m-1} - 3\delta_m + \delta_{m+1}) \end{aligned} \quad (2.3)$$

şeklinde. Sonlu elemanlar yöntemi, ağırlıklı kalan yöntemler ailesiyle ilgilidir ve bu standart yöntemlerden biri Subdomain yöntemidir (Lindgren, 2009). Bu yöntemde, fiziksel bölge birbiriyle çakışmayan bir dizi alt alana ayrılır. Her ağırlık fonksiyonu, belirli bir alt alan üzerinde bir olarak alınır ve diğer kısımlar üzerinde sıfıra eşit olarak ayarlanır. Tek boyutlu problemler için ağırlık fonksiyonu

$$W_m(x) = \begin{cases} 1, & x \in [x_m, x_{m+1}], \\ 0, & \text{diğer,} \end{cases} \quad m = 1, 2, \dots, n. \quad (2.4)$$

biçiminde verilir. Ağırlıklı kalan yönteminde

$$\int_a^b W_m R(x) dx = \int_{x_m}^{x_{m+1}} R(x) dx = 0 \quad (2.5)$$

yazılabilir. Bu, n alt etki alanının her biri üzerindeki kalanının ortalamasının sıfır olmaya zorlandığını gösterir (Salih, 2016). (1.1) ile verilen denkleme, (2.4) ile verilen ağırlık fonksiyonu ile Subdomain sonlu eleman yöntemi uygulandığında, denklemin zayıf formunu şu şekilde elde ederiz:

$$\int_{x_m}^{x_{m+1}} 1.(U_t + \varepsilon U^p U_x - \mu U_{xx}) dx = 0. \quad (2.6)$$

$h\xi = x - x_m$ dönüşümü (2.6) ile belirtilen zayıf forma uygulanır ve (2.6) denklemindeki integralleri hesaplamak için yaklaşım fonksiyonlar yerine kuartik B-spline fonksiyonlar yazılır ve her bir terim hesaplanırsa,

$$\begin{aligned} & \frac{h}{5} (\dot{\delta}_{m-2} + 26\dot{\delta}_{m-1} + 66\dot{\delta}_m + 26\dot{\delta}_{m+1} + \dot{\delta}_{m+2}) + Z_m (-\delta_{m-2} - 10\delta_{m-1} + 10\delta_{m+1} + \delta_{m+2}) - \\ & \mu \frac{12}{h^2} (\dot{\delta}_{m-2} + 2\dot{\delta}_{m-1} - 6\dot{\delta}_m + 2\dot{\delta}_{m+1} + \dot{\delta}_{m+2}) = 0, \end{aligned} \quad (2.7)$$

denklemler sistemi bulunur. Bu denklemler sisteminde

$$Z_m = \varepsilon (\delta_{m-2} + 11\delta_{m-1} + 11\delta_m + \delta_{m+1})^p \quad (2.8)$$

dir. (2.7) ile verilen denklemler sisteminde δ_i ve zamana bağlı parametreler olan $\dot{\delta}_i$ lerin yerine sırasıyla aşağıdaki Crank-Nicolson ve sonlu fark yaklaşımı kullanılırsa,

$$\delta_i = \frac{\delta^n + \delta^{n+1}}{2}, \quad \dot{\delta}_i = \frac{\delta^{n+1} - \delta^n}{\Delta t}$$

$$\begin{aligned} & \omega_{m1} \delta_{m-2}^{n+1} + \omega_{m2} \delta_{m-1}^{n+1} + \omega_{m3} \delta_m^{n+1} + \omega_{m4} \delta_{m+1}^{n+1} + \omega_{m5} \delta_{m+2}^{n+1} \\ & = \omega_{m5} \delta_{m-2}^n + \omega_{m4} \delta_{m-1}^n + \omega_{m3} \delta_m^n + \omega_{m1} \delta_{m+1}^n + \omega_{m1} \delta_{m+2}^n \end{aligned} \quad (2.9)$$

şeklindeki denklemler sistemi elde edilir ve burada

$$\begin{aligned} \omega_{m1} &= 1 - EZ_m - M, & \omega_{m2} &= 26 - 10EZ_m - 2M, \\ \omega_{m3} &= 66 + 6M, & \omega_{m4} &= 26 + 10EZ_m - 2M, \\ \omega_{m5} &= 1 + EZ_m - M, \end{aligned} \quad (2.10)$$

$$E = \frac{5\Delta t}{2h}, \quad M = \frac{20\mu}{h^2}, \quad m = 0, 1, \dots, N-1$$

ile ifade edilir. (2.9) ile verilen cebirsel denklemler sisteminde N tane lineer denklem ve $N+4$ tane bilinmeyen vardır. Bu cebirsel denklemler sisteminin bir tek çözümünü elde etmek için denklem sayısı ile bilinmeyenlerin sayısı aynı olmalıdır. Bunun için sınır şartları kullanılarak $\delta_{-2}, \delta_{-1}, \delta_N$, ve δ_{N+1} bilinmeyenleri (2.9) ile verilen denklemler sisteminden yok edilir ve böylece N tane denklem ve $d = (\delta_0, \delta_1, \dots, \delta_{N-1})$ gibi N tane bilinmeyenden oluşan $Ma^{n+1} = Nd^n$ ile belirtilen matris sistemi elde edilir.

Elde edilen bu cebirsel denklemler sistemi Thomas algoritması ile kolayca çözülebilir (Salih, 2016). Lineer olmayan Z_m terimi için her bir zaman adımında $\delta^{n*} = \delta^n + \frac{(\delta^n - \delta^{n-1})}{2}$ şeklindeki iç iterasyon iki veya üç defa

uygulanır. δ^n parametrelerinin hesaplanabilmesi için δ^0 başlangıç vektörünün bilinmesi gerekir. δ^0 başlangıç vektörünün elde edilebilmesi için (1.1) denklemleri ile verilen aşağıdaki başlangıç ve türevli sınır şartları kullanılması gerekir:

3.1. Tek Soliton Dalga Hareketi

Soliter dalganın genliği $\frac{c(p+1)(p+2)}{2\varepsilon}$, genişliği $\frac{p}{2\sqrt{\mu}}$, c ve x_0 keyfi sabitler olmak üzere GEW

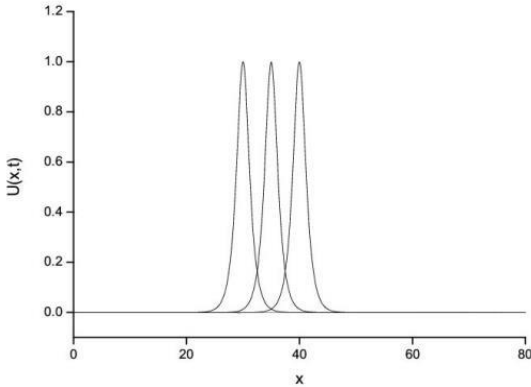
Denkleminin tam çözümü

$$U(x,t) = \sqrt{\frac{c(p+1)(p+2)}{2\varepsilon}} \operatorname{sech}^2 \left[\frac{p}{2\sqrt{\mu}} (x - ct - x_0) \right]$$

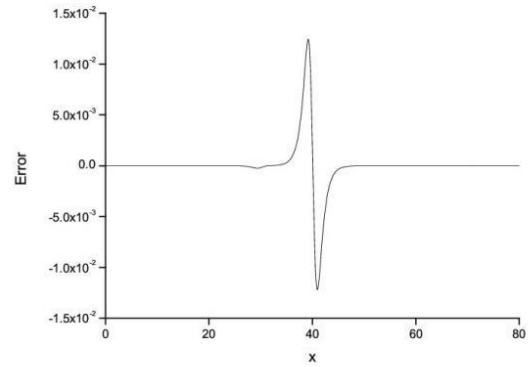
şeklinde verilmiştir (Panahipour, 2012). Tek dalganın hareketinin sayısal simülasyonları için üç parametre ailesi alınmış ve tartışılmıştır. Karakoç ve Zeybek çalışmalarındaki sonuçlar ile karşılaştırabilmek için, $[0, 80]$ aralığında $p = 2$, $c = 0.5$, $h = 0.1$, $\Delta t = 0.2$, $\varepsilon = 3$, $\mu = 1$, $x_0 = 30$ parametreleri seçildi. Bu parametreler, genliği 1.0 olan tek bir dalganın hareketini temsil eder ve algoritma, çözüm bölgesi üzerinde $t = 20$ zamanına kadar çalıştırılır. Bahsedilen çalışmalarda hesaplanan değerlerin yanı sıra kesin çözümle bir karşılaştırma yapılmıştır. Farklı zaman adımlarında hesaplanan L_2, L_∞ hata normlarının değerleri ile I_1, I_2 ve I_3 değişmezlerinin değerleri Tablo 1’de verilmiştir. Bu tablodan elde edilen hata norm değerlerinin karşılaştırma yapılan diğer referanslara göre daha iyi olduğu ve yine değişmezler için elde edilen değerlerin ise programın çalışması süresince hemen hemen sabit kaldığı ve tablodaki referanslar ile oldukça uyumlu olduğu görülmektedir. Tek soliter dalganın $t = 0, 10, 20$ zaman adımlarındaki hareketleri sayısal çözümleri Şekil 1’de gösterilmektedir. $t = 20$ zaman adımında hata dağılımının grafiği Şekil 2’de verilmiştir. Şekil 2’den sınır şartlarının doğru seçildiği ve denkleme doğru bir şekilde uygulandığı anlaşılmaktadır.

Metot	I_1	I_2	I_3	L_2	L_∞
Tam Çözüm	3.1415961	2.6666667	1.3333333	0.0000000	0.0000000
$t = 0$	3.1415963	2.6666625	1.3333283	0.0000000	0.0000000
$t = 5$	3.1374227	2.6611036	1.3277747	0.0074320	0.0052489
$t = 10$	3.1332986	2.6556033	1.3222912	0.0190058	0.0130097
$t = 15$	3.1292124	2.6501590	1.3168748	0.0346782	0.0232969
$t = 20$	3.1251634	2.6447698	1.3115241	0.0544214	0.0360834
Kübik Gal. [1]	3.1589605	2.6902580	1.3570299	0.0380303	0.0262900
Kuintik Koll. İlk Çözüm [12]	3.1253043	2.6445829	1.3113394	0.0513210	0.0341675
Kuintik Koll. 2.Çözüm [12]	3.1416722	2.6669051	1.3335718	0.0167509	0.0102639

Tablo 1. $0 \leq x \leq 80$ aralığında $p = 2$, $c = 0.5$, $h = 0.1$, $\Delta t = 0.2$, $\varepsilon = 3$, $\mu = 1$, $x_0 = 30$ parametreleri için tek soliter dalganın değişmezleri ve hata norm değerleri



Şekil 1. Tek soliter dalganın $t = 0, 10, 20$



Şekil 2. $t = 20$ zaman adımında $p = 2$,

zaman adımlarındaki hareketi

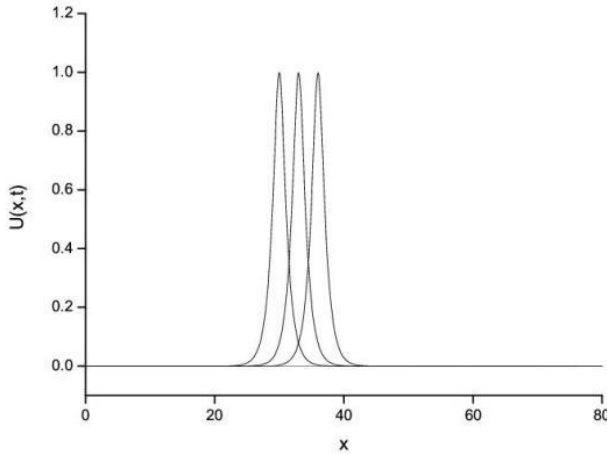
$$c = 0.5, h = 0.1, \Delta t = 0.2, \varepsilon = 3, \mu = 1,$$

$x_0 = 30$ tek soliter dalganın hata grafiği.

İkinci test problemi için, $[0, 80]$ aralığında $p = 3, c = 0.3, h = 0.1, \Delta t = 0.2, \varepsilon = 3, \mu = 1, x_0 = 30$ parametreleri seçilirse, soliter dalga 1.0 genliğine sahiptir. Algoritma, çözüm bölgesi üzerinde $t = 20$ zamanına kadar çalıştırılır. Tablo 2, $t = 20$ 'de [1,12] çalışmalarında elde edilenler ile mevcut yöntemle elde edilen değişmezlerin ve hata normlarının değerlerinin bir karşılaştırmasını göstermektedir. Tek soliter dalganın $t = 0, 10, 20$ zaman adımlarındaki hareketleri Şekil 3'te gösterilmektedir. $t = 20$ zaman adımında hata dağılımının grafiği Şekil 2'de verilmiştir. Kesikli zamanlarda hata sapması, Şekil 4'te gösterilmektedir.

Metot	I_1	I_2	I_3	L_2	L_∞
$t = 0$	2.8043580	2.4639124	0.9855618	0.0000000	0.0000000
$t = 5$	2.8009794	2.4589310	0.9805878	0.0057707	0.0045666
$t = 10$	2.7976460	2.4540202	0.9756990	0.0154171	0.0111684
$t = 15$	2.7973553	2.4491772	0.9708921	0.0288633	0.0212993
$t = 20$	2.7911063	2.4444001	0.9661645	0.0460246	0.0333820
Kübik Gal. [1]	2.8187398	2.4852249	0.0070200	0.0165563	0.0137045
Kuintik Koll. İlk Çözüm [12]	2.8043570	2.4639086	0.9855602	0.0080147	0.0053823
Kuintik Koll. 2.Çözüm [12]	2.8042943	2.4637495	0.9854011	0.0070855	0.0048047

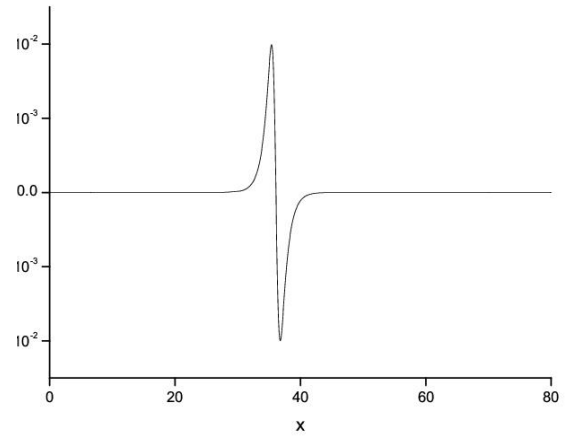
Tablo 2. $p = 3, c = 0.3, h = 0.1, \Delta t = 0.2, \varepsilon = 3, \mu = 1, x_0 = 30$ parametreleri için değişmezlerin değerleri ve tek soliter dalga için hata normlarının karşılaştırılması



Şekil 3. Tek soliter dalganın $t = 0, 10, 20$ zaman adımlarındaki hareketi

$$c = 0.3, h = 0.1, \Delta t = 0.2, \varepsilon = 3, \mu = 1,$$

$$x_0 = 30 \text{ için tek soliter dalganın hata grafiği}$$



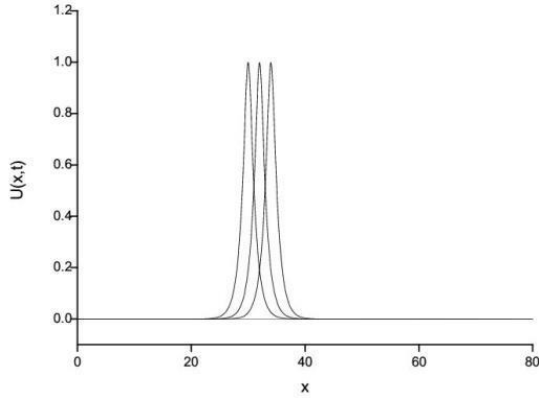
Şekil 4. $t = 20$ zaman adımında $p = 3,$

Son test problemi için, $p = 4, c = 0.2, h = 0.1, \Delta t = 0.2, \varepsilon = 3, \mu = 1, x_0 = 30$ parametreleri seçilmiştir. Soliter dalganın genliği 1.0'dır ve simülasyonlar L_2 ve L_∞ hata normlarını ve I_1, I_2 ve I_3 sayısal değişmezleri elde etmek için $t = 20$ zamanına kadar gerçekleştirilmiştir. Tablo 3, mevcut yöntemle elde edilen değişmezlerin değerlerinin ve hata normlarının diğer yöntemlerle elde edilenlerle karşılaştırmasını

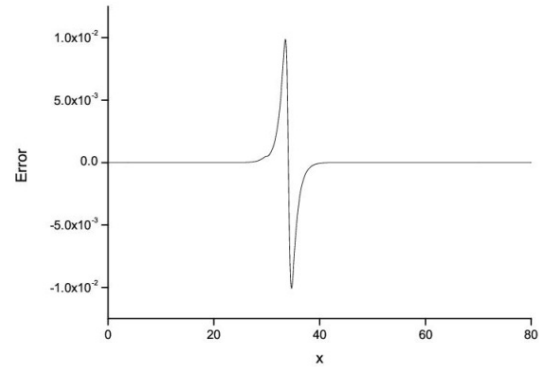
göstermektedir. $p = 3$, $c = 0.3$, $h = 0.1$, $\Delta t = 0.2$ değerleri için çözümlerin $t = 0, 10, 20$ zamanlarındaki davranışları Şekil 5'te gösterilmiştir. $t = 20$ zamanındaki hata dağılımları Şekil 6 'da çizilmiştir.

Tablo 3. $p = 4$, $c = 0.2$, $h = 0.1$, $\Delta t = 0.2$, $\varepsilon = 3$, $\mu = 1$, $x_0 = 30$ parametreleri için değişmezlerin değerleri ve tek soliter dalga için hata normlarının karşılaştırılması

Metot	I_1	I_2	I_3	L_2	L_∞
$t = 0$	2.6220516	2.3561965	0.7853952	0.0000000	0.0000000
$t = 5$	2.6195341	2.3522596	0.7814646	0.0050342	0.0041635
$t = 10$	2.6170567	2.3483875	0.7776117	0.0130014	0.0103774
$t = 15$	2.6146144	2.3445730	0.7738285	0.0238590	0.0185860
$t = 20$	2.6122055	2.3408135	0.7701119	0.0375343	0.0287549
Kübik Gal. [1]	2.6327833	2.3730032	0.8023383	0.0089061	0.0082199
Kuintik Koll. İlk Çözüm [12]	2.6220508	2.3561901	0.7853939	0.0042169	0.0029795
Kuintik Koll. 2.Çözüm [12]	2.6219284	2.3559327	0.7851364	0.0033908	0.0024703



Şekil 5. Tek soliter dalganın $t = 0, 10, 20$ zaman adımlarındaki hareketi



Şekil 6. $t = 20$ zaman adımında $p = 4$, $c = 0.2$, $h = 0.1$, $\Delta t = 0.2$, $\varepsilon = 3$, $\mu = 1$, $x_0 = 30$ için tek soliter dalganın hata grafiği.

5. SONUÇ

Bu çalışmada, GEW denkleminin soliter dalga çözümleri, kuartik B-spline tabanlı Subdomain yöntemi kullanılarak başarıyla elde edilmiştir. Sayısal yöntemin performansını ve doğruluğunu kanıtlamak için L_2 ve L_∞ hata normları ve değişmez büyüklükler I_1 , I_2 ve I_3 hesaplanmıştır. Tablolara bakıldığında elde edilen hata norm değerlerinin oldukça küçük ve değişmezlerin değerlerinin ise korunduğu kolaylıkla görülebilir. Bu nedenle, sayısal tekniğimiz kısmi diferansiyel denklemlerin sayısal çözümlerini elde etmek için uygundur.

6. KAYNAKLAR

1. Karakoç, S. B. G., & Zeybek, H. (2016). A Cubic B-spline Galerkin approach for the numerical simulation of the GEW equation. *Statistics, Optimization & Information Computing*, 4(1), 30-41.
2. Karakoç, S. B. G., & Geyikli, T. (2012). Numerical solution of the modified equal width wave equation. *International journal of differential equations*, 2012.

3. Geyikli, T., & Karakoc, S. B. G. (2011). Septic B-spline collocation method for the numerical solution of the modified equal width wave equation. *Applied mathematics*, 2(06), 739.
4. Geyikli, T., & Karakoç, S. G. (2015). Subdomain finite element method with quartic B-splines for the modified equal width wave equation. *Computational Mathematics and Mathematical Physics*, 55(3), 410-421.
5. Karakoc, S. B. G., (2011) Sonlu Elemanlar Yöntemi ile Modifiye Edilmiş Eşit Genişlikli Dalga Denkleminin Sayısal Çözümleri, Doktora Tezi, İnönü Üniversitesi, Matematik Anabilim Dalı, Malatya.
6. Esen, A. L. A. A. T. T. İ. N. (2006). A lumped Galerkin method for the numerical solution of the modified equal-width wave equation using quadratic B-splines. *International Journal of Computer Mathematics*, 83(5-6), 449-459.
7. Saka, B. (2007). Algorithms for numerical solution of the modified equal width wave equation using collocation method. *Mathematical and Computer Modelling*, 45(9-10), 1096-1117.
8. Hamdi, S., Enright, W. H., Schiesser, W. E., & Gottlieb, J. J. (2003). Exact solutions of the generalized equal width wave equation. In *International Conference on Computational Science and Its Applications (725-734)*. Springer, Berlin, Heidelberg.
9. Evans, D. J., & Raslan, K. R. (2005). The Adomian decomposition method for solving delay differential equation. *International Journal of Computer Mathematics*, 82(1), 49-54.
10. Raslan, K. R. (2006). Collocation method using cubic B-spline for the generalised equal width equation. *International Journal of Simulation and Process Modelling*, 2(1-2), 37-44.
11. Taghizadeh, N., Mirzazadeh, M., Akbari, M., & Rahimian, M. (2013). Exact soliton solutions for generalized equal width equation. *Mathematical Sciences Letters*, 2(2), 99.
12. Zeybek, H., & Karakoç, S. B. G. (2017). Application of the collocation method with B-splines to the GEW equation. *Electronic Transactions on Numerical Analysis*, 46, 71-88.
13. Prenter, P. M. (2008). *Splines and variational methods*. Courier Corporation.
14. Lindgren, L. E. (2009). *From weighted residual methods to finite element methods*.
15. Salih, A. (2016). *Weighted Residual Methods*. Department of Aerospace Engineering Indian Institute of Space Science and Technology, Thiruvananthapuram–December.
16. Von Rosenberg, D. U. (1969). *Methods for the numerical solution of partial differential equations*.
17. Panahipour, H. (2012). Numerical simulation of GEW equation using RBF collocation method. *Communications in Numerical Analysis*, 2012, 1-28.

PROCEEDINGS BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

AYRIK ZAMANLI STOKASTİK GOMPERTZ MODELİ VE UYARLANABİLİR KALMAN FİLTRESİ KULLANILARAK ADANA GÜVERCİNLERİNİN YENİ BİR BÜYÜME MODELİ ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA

A STUDY ON A NEW ESTIMATING GROWTH MODEL OF ADANA PIGEONS USING DISCRETE-TIME STOCHASTIC GOMPERTZ MODEL AND ADAPTIVE KALMAN FILTER

Levent ÖZBEK

Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi, İstatistik Bölümü, Orcid. 0000-0003-1018-3114

ÖZET

Hayvanlarda kullanılan klasik büyüme fonksiyonları doğrusal olmayan formdadır. Doğrusal olmayan fonksiyonlarda parametreleri tahmin etmek için çeşitli sayısal yöntemler geliştirilmiştir. Bu çalışmada, Adana güvercinleri için ayrik zamanlı stokastik Gompertz büyüme modeli ele alınmıştır. Bu modeldeki parametrenin zamana göre değiştiği varsayılmaktadır. Modeldeki parametrenin zamanla değişen tahmini, uyarlamalı Kalman filtresi (AKF) kullanılarak yapılmıştır. Çalışmanın amacı, bu şekilde ele alınan model ve tahmin yönteminin uygun olup olmadığını araştırmaktır. Bu çalışmada, günlük ağırlık ölçümleri, toplam 28 Adana güvercini temel alınarak ayrik zamanlı stokastik Gompertz modeli ve AKF kullanılarak çevrimiçi olarak tahmin edilmiştir. AKF ile birlikte ayrik zamanlı stokastik Gompertz modelinin, ortalama kare hatası (MSE), ortalama mutlak yüzde hatası (MAPE) ve. Ayrik zamanlı Gompertz modeli ve AKF kullanımının uygun olduğu öne sürülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Adana güvercinleri, Stokastik Gompertz modeli, uyarlanabilir Kalman filtresi**ABSTRACT**

Classical growth functions used in animals are in nonlinear form. Various numerical methods have been developed to estimate parameters in nonlinear functions. In this paper, the discrete-time stochastic Gompertz growth model for Adana pigeons is considered. It is assumed that the parameter in this model is time-varying. The time-varying estimation of the parameter in the model was made using the adaptive Kalman filter (AKF). The aim of the study is to investigate whether the model and estimation method handled in this way is appropriate. In this study, daily weight measurements are estimated on-line using discrete-time stochastic Gompertz model and AKF based on total 28 Adana pigeons. It is shown that the discrete-time stochastic Gompertz model in conjunction with AKF provides a good analysis tool for modeling the daily weight estimated using mean square error (MSE), mean absolute percentage error (MAPE) and 2R . It is proposed that the use of discrete-time Gompertz model and AKF is appropriate.

Keywords: Adana pigeons, Stochastic Gompertz model, adaptive Kalman filter

**PROCEEDINGS BOOK**by ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

BİR YAYIN UCUNA BAĞLI BİR CİSMİN SALINIMI VE SÜRTÜNME KATSAYISININ GENİŞLETİLMİŞ KALMAN FİLTRESİ İLE TAHMİN EDİLMESİ ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA**A STUDY ON NON-LINEAR DISCRETE-TIME STATE-SPACE MODELS AND ADAPTIVE EXTENDED KALMAN FILTER APPLICATION ON OSCILLATION OF AN OBJECT TIED TO THE END OF SPRING****Levent ÖZBEK**

Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi, İstatistik Bölümü, Orcid. 0000-0003-1018-3114

Fikri ÖZTÜRK

Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi, İstatistik Bölümü

ÖZET

Bu çalışmada Uyarlanabilir Genişletilmiş Kalman Filtresi (AEKF, Adaptive Extended Kalman Filter) tanıtılmış ve bir yayın ucuna bağlı bir nesnenin salınımı için kullanımı gösterilmiştir. Yeni bir yaklaşım olarak, bir AEKF, bir yay modelinin sonuna eklenen salınan bir nesnenin durumlarının ve parametrelerinin çevrimiçi tahmini için doğrusal olmayan bir tahmin aracı olarak kullanılır. Zamanla değişmeyen parametre durumları incelenmiştir. Simülasyon sonuçları, AEKF'nin başlangıç değerlerinin doğru seçilmesiyle, AEKF'nin bu özel uygulama için çok yararlı bir araç olduğunu ortaya koymuştur.

Anahtar Kelimeler: Doğrusal Olmayan Durum Uzayı Modelleri, Genişletilmiş Kalman Filtresi.**ABSTRACT**

In this work, Adaptive Extended Kalman Filter (AEKF) is introduced and its use for oscillation of an object connected to the end of a spring is shown. As a new approach, an AEKF is used as a nonlinear estimation tool for online estimation of the states and parameters of an oscillating object attached to the end of a spring model. Parameter states that do not change with time were examined. The simulation results revealed that with proper selection of initial values of AEKF, AEKF is a very useful tool for this particular application.

Keywords: Nonlinear State-Space Models, Extended Kalman Filter.

**PROCEEDINGS BOOK**by ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

RECURRENT FUZZY TIME SERIES FUNCTIONS APPROACHES FOR FORECASTING**Erol EĞRİOĞLU**

Prof. Dr., Giresun University, Faculty of Arts and Science, Department of Statistics, ORCID No: 0000-0003-4301-4149

Robert FILDES

Prof. Dr., Lancaster University, Management School, Department of Management Science, ORCID No: 0000-0002-5918-7098

Eren BAŞ

Assoc. Prof. Dr., Giresun University, Faculty of Arts and Science, Department of Statistics, ORCID No: 0000-0002-0263-8804

ABSTRACT

The recurrent fuzzy time series function method can be obtained two ways. First is using a similar model to the autoregressive moving average to obtain fuzzy functions and the second one is using recurrent connections in the combining equation. The recurrent structure provides a smaller number of inputs and more accurate forecasts.

In this study, recurrent fuzzy time series function method and its bootstrapped version are proposed. The recurrent models are used to obtain fuzzy functions in the proposed method. The classical bootstrap method is applied and bootstrap samples are generated from learning samples. The bootstrap method provides lower forecast error variance for the proposed method. Moreover, it is considered improving recurrent fuzzy regression function approach by using the bootstrap method. The proposed recurrent fuzzy time series function method obtains separate error variables for each fuzzy function contrary to studies in the literature and this provides better fuzzy functions and more accurate forecasts.

The performance of new methods is compared with some fuzzy function methods and classical approaches. Firstly, Turkey electrical consumption data time series is analysed. Secondly, the Australian beer consumption time series is analysed. As a result of applications, new methods have good forecasting performance if compare to established benchmarks.

Keywords: Forecasting, Fuzzy Sets, Fuzzy Time Series Functions, Bootstrap method, recurrent inference systems.

PROCEEDINGS BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

A NEW AUTOMATIC FORECASTING METHOD BASED ON SINGLE MULTIPLICATIVE NEURON MODEL ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS**Erol EĞRİOĞLU**

Prof. Dr., Giresun University, Faculty of Arts and Science, Department of Statistics, ORCID No: 0000-0003-4301-4149

Eren BAŞ

Assoc. Prof. Dr., Giresun University, Faculty of Arts and Science, Department of Statistics, ORCID No: 0000-0002-0263-8804

ABSTRACT

Single multiplicative neuron model artificial neural networks have a very simple structure and less parameter if they are compared with other artificial neural networks. Single multiplicative neuron model artificial neural networks have been used to obtain forecasts by using lagged variables as inputs in the literature. Recent years, many studies have been made to improve their forecasting performance by considering modified architectures and enhanced learning algorithms. There is still no efficient method to test model adequacy and input significance in single multiplicative neuron model artificial neural networks.

In this study, model adequacy and input significance test methods are firstly proposed for single multiplicative neuron model artificial neural networks. Particle swarm optimization is preferred to use as a learning algorithm. Test procedures are based on F-distribution and multiple linear regression model constructed with outputs of a single multiplicative neuron model artificial neural networks. The examples for the test procedure are demonstrated with two real-world examples and a simulation study. Secondly, an automatic forecasting method is proposed based on input significance and model adequacy tests.

The proposed method is also applied to M4 competition hourly data sets and the proposed automatic forecasting method is the best pure machine learning method among others in the competition.

Keywords: Multiplicative Neuron Model, Artificial Neural Networks, Input Significance, Model Adequacy, Particle Swarm Optimization

**PROCEEDINGS BOOK**by ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

A NEW RECURRENT DENDRITIC NEURON MODEL ARTIFICIAL NEURAL NETWORK FOR TIME SERIES FORECASTING**Erol EĞRİOĞLU**

Prof. Dr., Giresun University, Faculty of Arts and Science, Department of Statistics, ORCID No: 0000-0003-4301-4149

Eren BAŞ

Assoc. Prof. Dr., Giresun University, Faculty of Arts and Science, Department of Statistics, ORCID No: 0000-0002-0263-8804

ABSTRACT

Various neuron models such as multiplicative neuron model have been proposed in the literature. The structures of these neuron models are the simplest imitation for the biological neuron models. The dendritic neuron model is closer to biological neuron than the other neuron models. With this feature, the dendrite neuron model has a different importance than other neuron models. The single dendritic neuron model artificial neural networks have produced good forecasting results in the literature.

In this study, a new recurrent dendritic neuron model artificial neural network is proposed. Moreover, a training algorithm based on particle swarm optimization is proposed. The performance of the proposed method is examined on SP500 stock exchange data sets. The proposed method produced better forecasts than long short-term memory, Pi Sigma artificial neural network, multiplicative neuron model artificial neural networks and some other artificial neural networks types.

Besides, the forecasting performance of the proposed method is investigated by using M3 and M4 competitions yearly data, totally used 23645-time series. According to application results, the proposed method produced very competitive results and it is the second-best method for M3 competition yearly data and it is the fifth-best method for M4 competition yearly data. Moreover, it is the best machine learning method for both M3 and M4 performance.

Keywords: Forecasting, Recurrent Artificial Neural Networks, Dendritic Neuron Model, M3 and M4 competitions.

**PROCEEDINGS BOOK**by ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

MULTIVARIATE PICTURE FUZZY TIME SERIES: DEFINITIONS AND A FORECASTING METHOD BASED ON PI-SIGMA ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS**Eren BAŞ**

Assoc. Prof. Dr., Giresun University, Faculty of Arts and Science, Department of Statistics, ORCID No: 0000-0002-0263-8804

Erol EĞRİOĞLU

Prof. Dr., Giresun University, Faculty of Arts and Science, Department of Statistics, ORCID No: 0000-0003-4301-4149

ABSTRACT

Picture fuzzy sets are a generalized form of fuzzy sets. The uncertainty of the time series is better handled by using picture fuzzy sets than fuzzy and intuitionistic fuzzy sets. Fuzzy time series is firstly defined based on fuzzy sets in Song and Chissom (1993). Fuzzy time series have been used to predict many types of time series in the literature and they produced the best results for some kind of time series such as stock exchange data sets.

Picture fuzzy time series has recently defined and a high order single variable forecasting method has been proposed. Picture fuzzy time series definition is based on picture fuzzy sets which are the extended version of the fuzzy sets. In this study, high order multivariate picture fuzzy time series forecasting model is firstly defined and a forecasting algorithm based on this model is introduced.

The proposed method uses picture fuzzy clustering method and pi-sigma artificial neural networks as picture fuzzification and defining of relations methods, respectively. The pi-sigma artificial neural network is trained by particle swarm optimization. The proposed method is applied to Istanbul stock exchange BIST100 index, Dollar/TL and Euro/TL data sets. Moreover, the proposed method is applied to TAIEX stock exchange data set by using Dow-Jones and Nasdaq stock exchange data sets as factor variables. The proposed method produced the best results among established benchmarks.

Keywords: Forecasting, Picture Fuzzy Time Series, Picture Fuzzy Clustering, Pi-Sigma Neural Network, Multivariate Time Series, Particle Swarm Optimization

PROCEEDINGS BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

**FARKLI SAYIDA KARDİNALİTE KISITLAMASINDA BULANIK ÇIKARIM SİSTEMİNE
DAYALI PORTFÖY OPTİMİZASYONU****IN DIFFERENT NUMBER OF CARDINALITY CONSTRAINED PORTFOLIO OPTIMIZATION
BASED ON FUZZY INFERENCE SYSTEM****İlgım YAMAN**

Arş. Gör., Giresun Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, İstatistik Bölümü, ORCID No: 0000-0002-6070-9279

Türkan ERBAY DALKILIÇ

Prof. Dr., Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Fakültesi, İstatistik ve Bilgisayar bilimleri, ORCID No: 0000-0003-2923-599X

ÖZET

Yatırımcının hangi hisse senedine ne kadar yatırması gerektiğinin belirlenmesi hem finans dünyası hem de optimizasyon dünyası için uzun zamandır önemli bir konu olmuştur. Markowitz'e Nobel ödülünü getiren standart portföy optimizasyonu teorisi 1952 yılında önerilmiştir. Bu yöntemde amaç, yatırımcının kazancını arttırmak fakat bunu yaparken riski de en aza indirmektir. Ayrıca nicelik olarak sınırlandırılmadığında hisse senetlerinin çoğuna hisse senedi oranı dağıtılmaktadır. Sınırlı sayıda hisse senedi elde etmek için, kardinalite kısıtı portföy optimizasyonu ele alınmıştır. Kardinalite kısıtlı portföy optimizasyonu problemi, karma tamsayı karesel optimizasyon problemi olup çözümü de oldukça zordur. Bu NP-zor sınıftaki problemlerin çözümü makul bir zaman aralığında olması için literatürde sezgisel algoritmalar tercih edilmektedir.

Bulanık Çıkarılma Sistemler, insan beynini taklit ederek kesin sayısal işlemler yapmadan modelleme yapabilmektedir. Bulanık çıkarılma sistemlerine dayalı uyarlanabilir ağ yaklaşımları Jang tarafından 1993 yılında önerilmiştir. Uyarlanabilir ağlar bir birini bağlanan düğümlerden oluşurken, bu düğümlerdeki fonksiyonlar sabit yada değişken parametreler içerebilir. Dunn tarafından önerilen ve Bezdek tarafından geliştirilen Bulanık C- Ortalamalar yöntemi (Fuzzy C-Means) bulanık kümeleme yönteminin temeli olan bu yöntemde her bir verinin bir kümeye ait olma durumu üyelik dereceleri ile belirlenir. Portföy optimizasyonunda riski düşük, getirisi yüksek hisse senedi seçimi istenmektedir. Bu yüzden yapılacak ön eleme işleminde düşük risk, yüksek risk, düşük getiri, yüksek getiri olarak dört grup belirlenmiştir. Standart portföy optimizasyonun temel prensibi gereği, yüksek getiri, düşük risk grubuna sahip olan hisse senetlerinin üyelik dereceleri yüksektir. Kardinalite kısıtı genel çalışmalarda $K=5$ alınmıştır fakat uygun kardinalite kısıtını görmek için $K=5, 7, 9$ alınıp analizler tekrarlanmıştır.

ABSTRACT

Portfolio optimization problem, is long standing issue for both the finance and optimization world, determines proportion of stocks invest in. The standard theory of portfolio optimization, which brought Nobel Prize to Markowitz, was proposed in 1952. The purpose of this method is to increase the income of the investor, but to do this is to minimize the risk. In addition, when number of stocks is not limited, the stock ratio is distributed to most of the stocks with small proportions. To obtain limited stock, cardinality constraint portfolio optimization is discussed. Cardinality constrained portfolio optimization problem is a quadratic optimization problem that cannot solved easily. In the literature, Heuristic algorithms are preferred to have a reasonable time and to solve problems in this NP-hard class.

Fuzzy Inference Systems can simulate the human brain and model without exact numerical operations. Adaptive Fuzzy inference system, based on fuzzy inference systems, were proposed by Jang in 1993. While adaptive networks are made up of one connected nodes, the functions in these nodes can include constant or unconstant variables. In this method, which is the basis of the Fuzzy C-Means method (Fuzzy C-Means)

presented by Dunn and Bezdek, the belonging of each data to a cluster is determined by the membership degree of that data.

In portfolio optimization, stock selection with low risk and high return is required. Therefore, four groups are determined; as low risk, high risk, low return and high return. In accordance with the basic principle of standard portfolio optimization, the membership levels of stocks with high return, low risk group are high. Cardinality constraint was taken as $K = 5$ in general studies, but to see the appropriate cardinality constraint, $K = 5, 7, 9$ and analyzes were repeated.

PROCEEDINGS BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

BULANIK ÇIKARSAMA SİSTEMİNE DAYALI PORTFÖY OPTİMİZASYONU İÇİN BİR ÇALIŞMA**A STUDY ON PORTFOLIO OPTIMIZATION BASED ON FUZZY INFERENCE SYSTEM****İlgım YAMAN**

Arş. Gör., Giresun Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, İstatistik Bölümü, ORCID No: 0000-0002-6070-9279

Türkan ERBAY DALKILIÇ

Prof. Dr., Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Fakültesi, İstatistik ve Bilgisayar bilimleri, ORCID No: 0000-0003-2923-599X

ÖZET

Portföy optimizasyonu problemi, finans ve optimizasyon dünyasında temel bir problem olmakla birlikte birçok optimizasyon yöntemi ile çözüme ulaşma çalışmaları devam etmektedir. 1952 yılında Markowitz tarafından önerilen standart portföy optimizasyonu finans dünyasında yeni bir kapı açmıştır. Birçok farklı yatırımcı davranışı olmasının yanı sıra, standart portföy optimizasyonu yönteminde temel amaç getiri en büyüklenirken riskin en küçüklenmesidir. Standart portföy optimizasyonun amaç fonksiyonunun matematiksel formu karesel olduğundan analizinde karesel optimizasyon teknikleri kullanılmaktadır. Fakat standart portföy optimizasyonunda hisse senedi sayısını belirlemede herhangi bir kısıt yoktur. Bu çalışmada hisse senedi sayısının sınırlandırıldığı Nicelik Kısıtlı Portföy optimizasyonu problemi ele alınmıştır. Bu optimizasyon yöntemi karma tam sayılı karesel optimizasyon problemlerinin çözümünde kullanılan bir yöntem olduğundan, NP-zor sınıfında yer almaktadır. NP-zor problemlerinin çözümleri uzun süre aldığından bu tür problemlerin çözümünde sezgisel yöntemler tercih edilmektedir. Bu çalışmada, karma tam sayılı optimizasyon probleminin çözümü temel olarak iki bölüme ayrılmaktadır. Öncelikle, K tane hisse senedi belirlemek için bulanık çıkarsama sisteminden yararlanılır. K tane hisse senedinin belirlenmesinde amaç getirisi yüksek, riski düşük olan hisse senetlerinin seçilmesidir. Bulanık C-Ortalamalar (Fuzzy C- Means FCM) algoritması kullanılarak belirli ağırlıklar ile hisse senetleri indirgeme işlemi yapılmıştır. Daha sonra, Bulanık C-ortalamalar algoritması ile belirlenen hisse senetlerinin portföyde yer alma oranlarına ise doğrusal olmayan sinir ağırları ile karar verilmiştir. Daha önceki çalışmalarda elde edilen sonuçlar ile yapılan karşılaştırmalar ile önerilen yöntemin etkinliği gösterilmeye çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler:**ABSTRACT**

The problem of portfolio optimization continues to be solved with many optimization methods as a fundamental problem in the world of finance and optimization. Harry Markowitz proposed the standard portfolio optimization theory in 1952. In addition to the many different investor behaviors, the main purpose of the standard portfolio optimization method is to try to minimize the risk while increasing the expected return. Portfolio optimization problem is a quadratic optimization problem. Many soft computing techniques have been used to solve this optimization problem. But the standard portfolio optimization has not limited the number of stocks. To limited number of stocks the cardinality constraint portfolio optimization is used. Indeed, cardinality constrained optimization problem is mixed-integer quadratic optimization problem that makes it NP-hard. Heuristic methods can solve NP-hard problems in a reasonable time-period. The solution of this mixed integer optimization model basically consists of two parts. Firstly, fuzzy inference system is used to determine K stocks. The purpose of this reduction is to determine stocks with high return and low risk. By using Fuzzy C-Means FCM algorithm, stocks are selected with certain weights. Secondly, the ratio of stocks is determined by the fuzzy

C-means algorithm to included in the portfolio was determined by nonlinear neural networks. Visual and numerical comparisons with the results obtained in previous studies given.

Keywords:

2. PORTFOLIO OPTIMIZATION

Up to 1950's in the traditional portfolio optimization, the basic aim is taking less risk. Standard portfolio optimization presented in 1952 and 1959 by Markowitz. After 1959, the tradeoff between risk and return is became important issue in finance theory. Standard portfolio optimization determines stocks proportions (x_i ; $i = 1, 2, \dots, N$) where N indicates the number of stocks that investors could selected. The standard portfolio optimization problem is a nonlinear programming model that minimizes fitness function. Actually, the main goal is that getting a proportion of assets' being in the selected portfolio (x_i). However, Markowitz's Mean-Variance has not a constraint that limits the proportion of assets being in the portfolio. In order the limited the number of assets which selected Markowitz Mean-Variance model with cardinality constraint has suggested. Parameter of z_i limited with the proportion of assets being in the portfolio. Portfolio selection under the cardinality constraint model as follows:

$$\begin{aligned}
 \text{Min } & \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N x_i z_i \sigma_{ij} z_j x_j, \\
 & \sum_{i=1}^N x_i = 1, \\
 & \sum_{i=1}^N z_i = K, \\
 & \sum_{i=1}^N x_i \mu_i = R^*, \\
 & \varepsilon_i z_i \leq x_i \leq \delta_i z_i, \quad i = 1, \dots, N, \\
 & z_i \in \{0, 1\},
 \end{aligned} \tag{2}$$

where N is the number of stocks in the portfolio, μ_i presents expected return of the i^{th} stock. σ_{ij} is the correlation between the i^{th} and j^{th} assets and x_i ; i^{th} assets' proportion of being in the portfolio. R^* is the expected return in the portfolio. If the asset is held $z_i = 1$ otherwise $z_i = 0$. Expected return of portfolio, risk of portfolio and Sharpe Ratio (S_p) denotes with respectively;

$$E(R_p) = \sum_{i=1}^N x_i \mu_i \quad \sigma_p = \sqrt{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N x_i x_j \sigma_{ij}} \quad S_p = \frac{E(R_p) - R_f}{\sigma_p}, \tag{3}$$

3. FUZZY INFERENCE SYSTEM

The goal of cluster analysis is to divide the cluster of samples into subclasses based on the number of homogeneous classes according to the appropriate measure of similarity. While the data belonging to one of the classes are similar, the data of different classes are as different as possible. The boundaries of different classes expressed with a certain number in classical cluster analysis, on the other hand the boundaries of different classes are within a range in fuzzy cluster analysis. The most commonly is used algorithm for separating fuzzy clusters is the Fuzzy C-Means (FCM). which is the most common fuzzy clustering algorithm propped in 1973 by Bezdek and Dunn developed that algorithm in 1981. Euclidean distance used in FCM algorithm.

4. A STUDY ON PORTFOLIO OPTIMIZATION BASED ON FUZZY INFERENCE SYSTEM

In fuzzy inference system which used for portfolio optimization, first calculate expected return and risk of each stocks. Secondly, two clusters formed, high return and low return for the expected return. Degrees of membership for stocks belonging to these clusters are determined. Similarly, for the risk of stocks, two

clusters formed, high risk and low risk. Degrees of membership for stocks belonging to these clusters are determined. R_3 rule, shown in the Figure 2, Weights (w_{ort}) obtained by averaging memberships with high returns and memberships with low risk. In the reduction step, stocks with mean of weights less than 0.7 ($w_{ort} < 0.7$) eliminated. Combinations of remaining stocks with $K=5$ are analyzed with a nonlinear neural network for portfolio optimization which is proposed by Yaman and Dalkılıç (2019) portfolio distribution, expected return ($E(R_p)$), Sharpe ratio (S_p) and risk (σ_p) are determined.

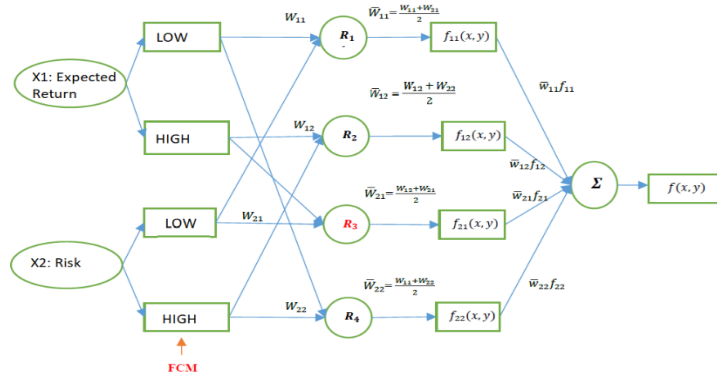


Figure 1. FCM Algorithm for the determination of number of stocks.

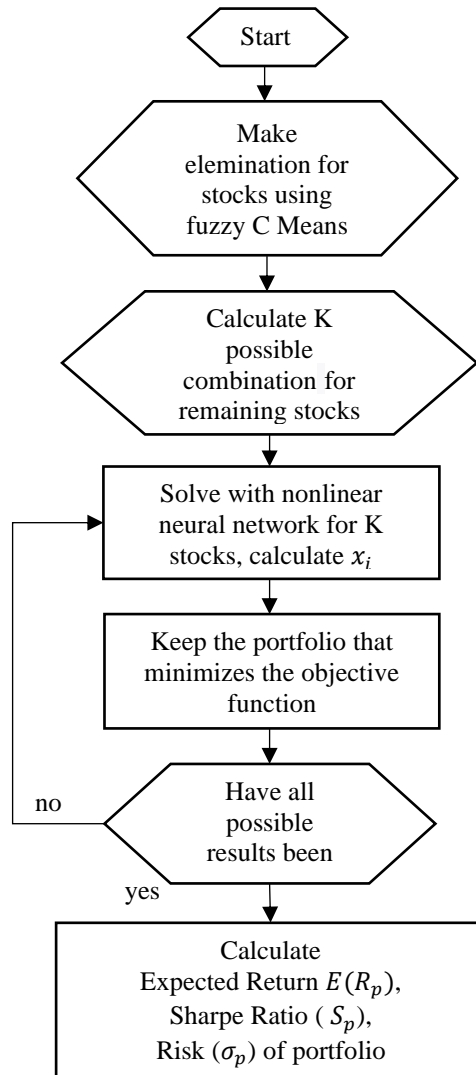


Figure 2. Flow Chart of Portfolio Optimization Based on Fuzzy Inference System

In proposed method as shown in Fig 2, first elimination of stocks done by FCM algorithm for portfolio selection which given in Fig 1. Then possible combination of the selected stocks composed portfolios. That different portfolios consider for nonlinear neural network to determine proportion of each stocks. The portfolio that provides the minimum membership function selected. Expected return, risk and Sharpe ratio calculated.

5. COMPUTATIONAL EXPERIMENTS

For the computational experiment data set selected as New York Stock Exchange 30 (NYSE-30) between 03.04.2015-14.05.2017. The data collected from <https://tr.investing.com/>. Matlab 2018b software used for computing. As Figure 3 shows that NYSE-30 is a data set with no high standard deviation but some stocks has high return in the selected time-period. In the Table 1, selected ratios for the both proposed method and other nonlinear neural network for portfolio optimization method and active set methods.

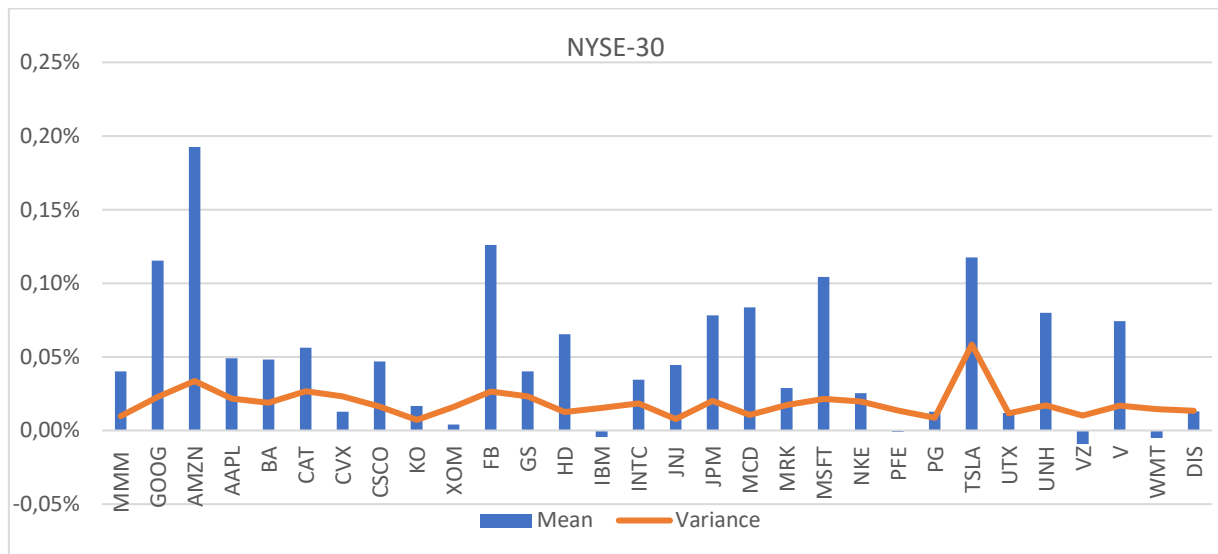


Figure 3. Mean and Variance of the NYSE-30 data

For the proposed method, selected stocks are 16 % Google Company (alphabet C), 35% McDonald's, 17 %Microsoft, 1% Tesla, 31%United Health. The methods Nonlinear neural network which we cannot limited the number of stocks select 13% Apple, 51% Coca-Cola, 18 % J&J, 2% Procter &Gamble, 5% Verizon, 9% Walmart. Sharpe ratio is 0.11 in FCM algorithm while NNN 0.06. The proposed method provided superiority for this data set over others.

Table 1. Distribution of proportion of Stocks for each method

Stocks	Mean	Variance	Active Set Algorithm	NNNPO	FCMPO
3M	0.0004	0.0099	0.0151	0	0
alphabet C	0.0012	0.0151	0.0065	0	0.1569
Amazon.com	0.0019	0.0183	0.0025	0	0
Apple	0.0005	0.0147	0.0916	0.1336	0
Boeing Co	0.0005	0.0137	0.0001	0	0
Caterpillar Inc	0.0006	0.0163	0.0012	0	0
Chevron Corp	0.0001	0.0152	0.0001	0	0
Cisco Systems Inc	0.0005	0.0127	0.0689	0	0
Coca-Cola C.	0.0002	0.0085	0.1949	0.5147	0
Exxon Mobil Corp	0.0000	0.0127	0.0005	0	0
Facebook Inc	0.0013	0.0162	0.0281	0	0
Goldman Sachs	0.0004	0.0152	0.0002	0	0
Home Depot	0.0007	0.0112	0.0018	0	0
IBM	-0.0000	0.0124	0.0004	0	0
Intel	0.0003	0.0135	0.0357	0	0
J&J	0.0004	0.0088	0.1664	0.1758	0
JP Morgan	0.0008	0.0142	0.0001	0	0
McDonald's	0.0008	0.0103	0.0475	0	0.3477
Merck & CO	0.0003	0.0132	0.0001	0	0
Microsoft	0.0010	0.0147	0.0009	0	0.1688
Nike	0.0003	0.0140	0.0020	0	0
Pfizer	-0.0000	0.0117	0.0161	0	0
Procter & Gamble	0.0001	0.0093	0.0584	0.0183	0
Tesla	0.0012	0.0242	0.0030	0	0.009
United Tech.	0.0001	0.0108	0.0110	0	0
UnitedHealth	0.0008	0.0130	0.0485	0	0.3139
Verizon	-0.0001	0.0100	0.0841	0.0505	0
Visa A	0.0007	0.0130	0.0001	0	0
Walmart	-0.0001	0.0120	0.0754	0.0984	0
Walt Disney	0.0001	0.0115	0.0387	0	0

Table 2. Results of portfolio for each method

	Active Set Algorithm	NNN	FCM
Expected return of portfolio	0.000300	0.000518	0.00090
Risk of portfolio	0.006140	0.008100	0.00810
Fitness function	0.000018	0.000065	0.00062
Sharpe ratio	0.054961	0.061700	0.11000

6. DISCUSSION

Since these methods are data-based, they may show different results from data to data. For this reason, proposed method for datasets with different variance and return range must be run. For the different number of cardinality constraint algorithms will be checked. The algorithm should run for different number of constraints and the results should be compared.

7. REFERANCE

1. Markowitz, Harry, Portfolio selection, The journal of finance 7.1 (1952), 77-91.
2. H. Markowitz, Portfolio selection efficient diversification of investment, Wiley, (1959), New York.
3. H. Konno, H. Yamazaki, Mean absolute portfolio optimisation model and its application to Tokyo stock market Management Science, 37 (5), (1991), 519–531.
4. P.H. Jorion, Value at Risk: A New Benchmark for Measuring Derivatives Risk, Chicago: Irwin Professional Publishers, (1996).
5. Dunn, J. C. ,1973, A fuzzy relative of the ISODATA process and its use in detecting compact well-separated clusters. Journal of Cybernetics, 3, 32–57.
6. Bezdek, J. C., 1981, Pattern recognition with fuzzy objective function algoritms. New York: Plenum Pres,USA.
7. Y. Simaan, Estimation risk in portfolio selection, The mean variance model and the mean-absolute deviation, Management Science 43, (1997), 1437–1446.
8. T.R. Rockafellar, S.P. Uryaser, Optimization of Conditional Value-at-risk, J. Risk 2, (2000), 21-41.
9. Yaman, I., & Dalkiliç, T. E. (2019). Portfolio selection based on a nonlinear neural network: an application on the istanbul stock exchange (ISE30). Communications Series A1 Mathematics & Statistics, 68(2).
10. W.Yan, S. Li, A Class of Multi-period Semi-variance Portfolio Selection with a Four-factor Futures Price Model, J. Appl. Math. Comput, 29, (2009), 19-34.
11. F. Junhui, Z. Weiguo, L. Qian, M. Qin, Nonlinear Futures Hedging Model Based on Skewness Risk and Kurtosis Risk, Systems Engineering, 27(10), (2009), 44-48.
12. T. J. Chang, N. Meade, J. E. Beasley, Y. M. Sharaiha, Heuristics for cardinality constrained portfolio optimization. Computers & Operations Research, 27(13), (2000), 1271-1302.
13. D. Bienstock, Computational study of a family of mixed-integer quadratic programing problems, Math Program, 74 (2), (1996), 121-140.
14. N.J., Jobst, M.D. Horniman, C.A. Lucas, G. Mitra, Computational aspect of alternative portfolio selection models in the presence of discrete asset choice constraints, Quant Financ,1(3), (2001), 489-501.
15. D. Li, X. Sun, J. Wang, Optimal lot solution to cardinality constrained meanvariance formulation for portfolio selection, Math Financ 16(1), (2008), 83-101.
16. D.X. Shaw, S. Liu, L. Kopman, Lagrangian relaxation procedure for cardinality-constrained portfolio optimization, Optim Methods Softw, 23(1), (2008), 411–420.
17. J.P. Vielma, S. Ahmed, G.L. Nemhauser, A lifted linear programming branch and-bound algorithm for mixed-integer conic quadratic programs, INFORMS J Comput, (2008), 20(1), 438–450
18. D. Bertsimas, R. Shioda, Algorithm for cardinality constrained quadratic optimization. Comput Optim Appl, 43(1), (2009), 1–22.
19. H. Konno, A. Wijayanayake, Portfolio Optimization Problem Under Concave Transaction Costs and Minimal Transaction Unit Constraints, Math. Program,89, (2001), 233-250.

PROCEEDINGS BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

BERNSTEIN-NIKOLSKII TYPE INEQUALITIES FOR ALGEBRAIC POLYNOMIALS IN REGIONS**Cevahir Doğanay GÜN**Assist. Prof. Dr. *Gaziantep University***Fahreddin G. ABDULLAYEV**Prof. Dr. *Kyrgyz –Turkish Manas University***ABSTRACT**

Let \mathbb{C} denote the complex plane and $G \subset \mathbb{C}$ be a bounded Jordan region with boundary $L := \partial G$ such that $0 \in G$; $\Omega := \text{ext}L$; $\Delta := \Delta(0,1) := \{w: |w| > 1\}$. Let $w = \Phi(z)$ be the univalent conformal mapping of Ω onto Δ such that $\Phi(\infty) = \infty$ and $\lim_{z \rightarrow \infty} \frac{\Phi(z)}{z} > 0$. For $R > 1$, we take $L_R := \{z: |\Phi(z)| = R\}$ and $G_R := \text{int}L_R$.

Let \wp_n denotes the class of all algebraic polynomials $P_n(z)$ of degree at most $n \in \mathbb{N}$.

In this work we consider the following weight function $h(z)$. Let $\{z_j\}_{j=1}^m$ be the fixed system of distinct points on the curve L . For some fixed $R_0, 1 < R_0 < \infty$, consider generalized Jacobi weight function $h(z)$ which is defined as follows:

$$h(z) := \prod_{j=1}^m |z - z_j|^{\gamma_j}, \quad z \in G_{R_0},$$

where $\gamma_j > -2$, for all $j = 1, 2, \dots, m$.

Let $0 < p \leq \infty$ and σ be the two-dimensional Lebesgue measure. For the Jordan region G , we introduce:

$$\|P_n\|_p := \|P_n\|_{A_p(h,G)} := \left(\iint_G h(z) |P_n(z)| d\sigma_z \right)^{1/p}, \quad 0 < p < \infty,$$

$$\|P_n\|_\infty := \|P_n\|_{A_\infty(1,G)} := \max_{z \in G} |P_n(z)|, \quad p = \infty.$$

Let state the following inequality,

$$\|P_n^{(m)}\|_X \leq \lambda_n(G, h, p) \|P_n\|_Y \quad (*)$$

Inequalities of type (*) have been studied by [1], [2], [3] and [4] for the algebraic polynomials in various spaces. In this work we study the estimation (*)-type for the derivative of the algebraic polynomials i.e we study over the inequalities of type (*) with Bernstein ($X = Y = A_\infty$) type, Markov ($X = Y = A_p, p > 0$) type and Nikolskii ($m = 0; X = A_q, Y = A_p, 0 < p < q < \infty$) type inequalities in Bergman spaces for all polynomials in \wp_n and $m = 0, 1, 2, \dots$ where $\lambda_n := \lambda_n(G, h, p, m) > 0, \lambda_n \rightarrow \infty, n \rightarrow \infty$, is a constant, depending on the geometric properties of the region G and the weight function h in general.

Keywords: Algebraic polynomials, quasiconformal curve, Bernstein-Nikolskii inequalities.

REFERENCES

- [1] Abdullayev F.G., Aral D. The relation between different norms of the algebraic polynomials in the regions of complex plane, Azerb. J. of Math. 2011; 1(2): 70-82
- [2] Abdullayev F.G. Tunc T., Abdullayev G.A. Polynomial inequalities in quasidisks on weighted Bergman space, Ukr. Math. J. 2017; 69 (5): 675-695.
- [3] Milovanovic G.V., Mitrinovic D.S., Rassias Th.M. Topics in Polynomials: Extremal Problems, Inequalities, Zeros, Singapore, World Scientific, 1994.
- [4] Nikolskii S.M. Approximation of function of several variable and inbedding theorems, New-York, Springer-Verlag, 1975.

PROCEEDINGS BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

İNDÜKLENMİŞ PLURİPOTENT KÖK HÜCRELER VE YENİLİKLER**INDUCED PLURIPOTENT STEM CELLS AND INNOVATIONS****Şamil ÖZTÜRK**

Çanakkale Onsekiz Mart University of Health Services Vocational School, ORCID ID: 0000-0002-9957-0211

Latife Ceyda İRKİN

Çanakkale Onsekiz Mart University Çanakkale School of Applied Sciences, Department of Fisheries Technology,

ID: 0000-0001- 6603-8413

İlhan ÖZDEMİR

Atatürk University Faculty of Medicine, Department of Obstetrics and Gynecology, ORCID ID: 0000-0002-9435-8139

ÖZET

Japonya'nın Kyoto Üniversitesi'nden Yamanaka ve arkadaşları 2006 yılında bilim dünyasını, kök hücre araştırmalarında ve tedavilerinde çığır açacak yeni bir kavramla tanıştırdı: "Induced pluripotent stem cells", yani indüklenmiş kök hücreler. İndüklenmiş pluripotent kök hücre (iPKH), pluripotent olmayan bir hücreden, bazı genleri üretmesi sağlanarak veya dışarıdan faktörler verilerek, farklılaşmanın tersine çevrilmesi sonucu elde edilen hücre olarak tanımlanmaktadır. İndüklenmiş pluripotent kök hücreler birçok yönüyle doğal pluripotent kök hücrelere (örn. embriyonik kök hücrelere) benzerler, örneğin kültür ortamındaki gelişim evreleri, DNA metilasyon modeli, teratom oluşturabilme yeteneği, üç germ tabakasına ait hücrelere farklılaşabilme potansiyeli ve kimerik canlılar oluşturabilme özellikleri İPKH'lerde de bulunmaktadır. Çalışmamızda İPKH'ler kullanılarak gelecekte çözüme kavuşturulacak sağlık problemleri üzerinde duruldu. Güncel literatür baz alınarak kronolojik çalışma sonuçları derlendi.

Anahtar kelimeler: İndüklenebilir kök hücreler, kök hücre, farklılaşma, kanser.

ABSTRACT

In 2006, Yamanaka and his colleagues from Japan's Kyoto University introduced the world of science with a new concept that would break new ground in stem cell research and treatment: "Induced pluripotent stem cells". That is, induced stem cells. Induced pluripotent stem cell (iPKH) is defined as the cell that is obtained from a non-pluripotent cell by enabling it to produce some genes or by providing external factors, reversing differentiation. Induced pluripotent stem cells are similar in many respects to natural pluripotent stem cells (e.g., embryonic stem cells), for example, their developmental stages in culture media, the DNA methylation pattern, the ability to form a teratoma, the potential to differentiate into cells belonging to three germ layers and their ability to form chimeric organisms are also found in IPCCs. In our study, health problems that will be solved in the future by using iPKHs were focused on. Chronological study results were compiled based on the current literature.

Keywords: Inducible stem cells, stem cell, differentiation, cancer.

1. INTRODUCTION

Induced pluripotent stem cells (also known as iPS cells or iPSCs) are a type of pluripotent stem cell that can be generated directly from a somatic cell (Takahashi K, Yamanaka., 2006).

The pluripotent feature is the ability to form all cells originating from three germ layers in the organism and embryonic stem cells (ESCs) have this feature. ESCs are obtained from the inner cell mass of the embryo at the blastocyst stage. ECHs produced under suitable conditions in cell cultures are capable of forming all cells in the body from heart cell to fat cell (Keller., 1995; Gardner and Brook., 1997). ESCs are very important in terms of obtaining the desired cell type for scientific studies and being used as a source for cellular therapy in diseases in which irreversible cellular damage occurs (Özel at al., 2008). However, intervention in the blastocyst while obtaining ECHs has revealed ethical problems in conducting human-induced studies. Although the hematopoietic stem cells related to stem cell transplantation are used for treatment as autologous within the current ethical rules, studies with ECHs cannot be carried out due to ethical problems. For this reason, IPKHs create a new opportunity for the realization of scientific studies designed for ESCs that have problems in using them as pluripotent stem cells that can be obtained without intervention in blastocyst. In the acquisition of IPKH, the somatic cell is reprogrammed and transformed into a pluripotent cell (Wernig et al., 2007). Reprogramming of cells occurs in a variety of ways. These; cell fusion is somatic cell nucleus transfer and gene transfer. Genes that provide pluripotent properties to the somatic cell are transferred to the somatic cell while IPKHs are formed. In the study conducted by Takahashi and Yamanaka for the programming of selected somatic cells, firstly 24 genes that provide pluripotent characteristics were identified and 4 genes among these genes were shown to be sufficient to provide pluripotent properties. The Oct, Sox2, c-Myc and Klf4 genes were selected and used for this purpose¹. In addition, one year after Takahashi and Yamanaka's study, Yu et al. used the Oct., Sox2, Nanog and Lin28 genes in induced pluripotent stem cell generation (Yu et al., 2007).

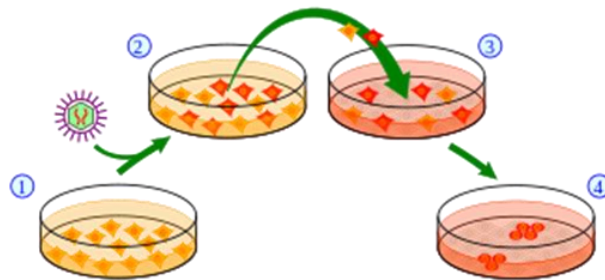


Figure 1. A scheme of the generation of induced pluripotent stem (iPS) cells. (1) Isolate and culture donor cells. (2) Transduce stem cell-associated genes into the cells by viral vectors. Red cells indicate the cells expressing the exogenous genes. (3) Harvest and culture the cells according to ES cell culture, using mitotically inactivated feeder cells (lightgray). (4) A small subset of the transfected cells become iPS cells and generate ES-like colonies.

2. IPSC's TREATMENT

2.1. Disease Modelling

An attractive feature of iPS cells is the ability to derive them from adult patients to study the cellular basis of diseases. Since iPS cells are self-renewing and pluripotent, they represent a theoretically unlimited source of patient-derived cells which can be turned into any type of cell in the body. This is particularly important because many other types of human cells derived from patients tend to stop growing after a few passages in laboratory culture. iPS cells have been generated for a wide variety of genetic diseases, including common disorders such as down syndrome and polycystic kidney disease (Park et al., 2008; Freedman et al., 2013). The patient-derived iPS cells exhibit cellular defects not observed in iPS cells from healthy patients, providing insight into the pathophysiology of the disease (Grskovic et al., 2011). An international collaborated project, StemBANCC, was formed in 2012 to build a collection of iPS cell lines for drug screening for a variety of disease. Managed by the University of Oxford, the effort pooled funds and resources from 10 pharmaceutical companies and 23 universities. The goal is to generate a library of 1,500 iPS cell lines which will be used in early drug testing by providing a simulated human disease environment (Gerlin, 2012). Furthermore,

combining hiPSC technology and genetically encoded voltage and calcium indicators provided a large-scale and high-throughput platform for cardiovascular drug safety screening (Shinnawi et al., 2015; Shaheen et al., 2018).

2.2. Organ Synthesis

A proof-of-concept of using induced pluripotent stem cells (iPSCs) to generate human organ for transplantation was reported by researchers from Japan. Human 'liver buds' (iPSC-LBs) were grown from a mixture of three different kinds of stem cells: hepatocytes (for liver function) coaxed from iPSCs; endothelial stem cells (to form lining of blood vessels) from umbilical cord blood; and mesenchymal stem cells (to form connective tissue). This new approach allows different cell types to self-organize into a complex organ, mimicking the process in fetal development. After growing in vitro for a few days, the liver buds were transplanted into mice where the 'liver' quickly connected with the host blood vessels and continued to grow. Most importantly, it performed regular liver functions including metabolizing drugs and producing liver-specific proteins. Further studies will monitor the longevity of the transplanted organ in the host body (ability to integrate or avoid rejection) and whether it will transform into tumors (Baker, 2013; Takebe et al., 2011). Using this method, cells from one mouse could be used to test 1,000 drug compounds to treat liver disease and reduce animal use by up to 50,000 (Laboratory Equipment.com, 2014).

2.3. Tissue Regeneration

Embryonic cord-blood cells were induced into pluripotent stem cells using plasmid DNA. Using cell surface endothelial/pericytic markers CD31 and CD146, researchers identified 'vascular progenitor', the high-quality, multipotent vascular stem cells. After the iPS cells were injected directly into the vitreous of the damaged retina of mice, the stem cells engrafted into the retina, grew, and repaired the vascular vessels (Mullin, 2014; Park et al., 2014).

2.4. Cardiac Cells

Beating cardiac muscle cells, iPSC-derived cardiomyocytes, can be mass-produced using chemically defined differentiation protocols (Burrige et al., 2014). These protocols typically modulate the same developmental signaling pathways required for heart development. These iPSC-cardiomyocytes can recapitulate genetic arrhythmias and cardiac drug responses, since they exhibit the same genetic background as the patient from which they were derived (Willems et al., 2011). In October 2019, a group at Okayama University developed a model of ischemic heart disease using cardiomyocytes differentiated from iPS cells (Wei et al., 2019).

2.5. Blood Cells

Although a pint of donated blood contains about two trillion red blood cells and over 107 million blood donations are collected globally, there is still a critical need for blood for transfusion. In 2014, type O red blood cells were synthesized at the Scottish National Blood Transfusion Service from iPSC. The cells were induced to become a mesoderm and then blood cells and then red blood cells. The final step was to make them eject their nuclei and mature properly. Type O can be transfused into all patients. Human clinical trials were not expected to begin before 2016 (Gizmag.com, 2014).

2.6. Neurons

Kessler et al. stated that when they transplanted the newly produced neurons into mice, they observed that these cells function normally. Kessler noted that in mice where the neurons were transplanted, they determined that they produced the axon, the most important and long nerve cell extension, which serves to extend the nerve impulses forward from the nerve cell, and a chemical transmitter called acetylcholine to retrieve memories from other parts of the brain. Kessler stated that they used an approach like obtaining pluripotent stem cells called "iPS", in which ordinary skin cells were reprogrammed into embryonic stem cells by reprogramming them, and that they transformed the iPS cells they produced into neurons with a technique developed by Bissonette (Bissonette et al. 2011).

2.7. Clinical Application

The first human clinical trial using autologous iPSCs was approved by the Japan Ministry Health and was to be conducted in 2014 at the Riken Center for Developmental Biology in Kobe. However, the trial was suspended after Japan's new regenerative medicine laws came into effect in November 2015. More specifically, an existing set of guidelines was strengthened to have the force of law (previously mere recommendations). iPSCs derived from skin cells from six patients suffering from wet age-related macular degeneration were reprogrammed to differentiate into retinal pigment epithelial (RPE) cells. The cell sheet would be transplanted into the affected retina where the degenerated RPE tissue was excised. Safety and vision restoration monitoring were to last one to three years (Fields et al., 2016).

In March 2017, a team led by Masayo Takahashi completed the first successful transplant of iPS-derived retinal cells from a donor into the eye of a person with advanced macular degeneration. However, it was reported that they are now having complications. The benefits of using autologous iPSCs are that there is theoretically no risk of rejection and that it eliminates the need to use embryonic stem cells. However, these iPSCs were derived from another person (http://www.cdb.riken.jp/en/news/2017/topics/0404_10343.html).

2.8. Anti-aging

A multipotent mesenchymal stem cell, when induced into pluripotency, holds great promise to slow or reverse aging phenotypes. Such anti-aging properties were demonstrated in early clinical trials in 2017 (Haridy, 2017). In 2020, Stanford University researchers concluded after studying elderly mice that old human cells when subjected to the Yamanaka factors, might rejuvenate, and become nearly indistinguishable from their younger counterparts (Sarkar et al., 2020).

3. CONCLUSION

Pluripotent stem cells hold promise in the field of regenerative medicine. Because they can propagate indefinitely, as well as give rise to every other cell type in the body (such as neurons, heart, pancreatic, and liver cells), they represent a single source of cells that could be used to replace those lost to damage or disease.

4. REFERENCES

- Asgari S, Pournasr B, Salekdeh GH, et al. Induced pluripotent stem cells: a new era for hepatology. *J Hepatol* 2010; 53:738-51.
- Baker M (3 July 2013). "Miniature human liver grown in mice". *Nature*. doi:10.1038/nature.2013.13324. Retrieved 19 July 2013.
- Bissonnette CJ. Et al. The controlled generation of functional basal forebrain cholinergic neurons from human embryonic stem cells. *Stem Cells*. 2011 May;29(5):802-11.
- Burridge PW, Matsa E, Shukla P, Lin ZC, Churko JM, Ebert AD, et al. (August 2014). "Chemically defined generation of human cardiomyocytes". *Nature Methods*. 11 (8): 855–60.
- Fields M, Cai H, Gong J, Priore LD, 2016. Potential of Induced Pluripotent Stem Cells (iPSCs) for Treating Age-Related Macular Degeneration (AMD). *Cells*, 5, 44, 1-15.
- First donor iPSC-derived RPE cell transplantation in AMD patient". RIKEN Center for Developmental Biology. 4 April 2017. Retrieved 6 September 2017.
- First transfusions of "manufactured" blood planned for 2016". *Gizmag.com*. Retrieved 23 April 2014.
- Freedman BS, Lam AQ, Sundsbak JL, Iatrino R, Su X, Koon SJ, et al. (October 2013). "Reduced ciliary polycystin-2 in induced pluripotent stem cells from polycystic kidney disease patients with PKD1 mutations". *Journal of the American Society of Nephrology*. 24 (10): 1571–86.
- Garber K (September 2015). "RIKEN suspends first clinical trial involving induced pluripotent stem cells". *Nature Biotechnology*. 33 (9): 890–1.
- Gardner RL, Brook FA. Reflections on the biology of embryonic stem cells. *Int J Dev Biol* 1997;41:235–43.

- Gerlin A (5 December 2012). "Roche, Pfizer, Sanofi Plan \$72.7 Million Stem-Cell Bank". Bloomberg.com. Retrieved 23 December 2012.
- Grskovic M, Javaherian A, Strulovici B, Daley GQ (November 2011). "Induced pluripotent stem cells--opportunities for disease modelling and drug discovery". *Nature Reviews. Drug Discovery*. 10 (12): 915–29.
- Haridy R (23 October 2017). "Anti-Aging Stem Cell Treatment Proves Successful in Early Human Trials". *New Atlas*.
- Itzhaki I, Maizels L, Huber I, Zwi-Dantsis L, Caspi O, Winterstern A, et al. (March 2011). "Modelling the long QT syndrome with induced pluripotent stem cells". *Nature*. 471(7337): 225–9.
- Jump up to: a b Gallagher J (19 July 2013). "Pioneering adult stem cell trial approved by Japan". *BBC News*. Retrieved 23 July 2013.
- Keller GM. In vitro differentiation of embryonic stem cells. *Curr. Opin. Cell Biol.* 1995;7:862–9.
- Mini-Livers May Reduce Animal Testing". *Laboratory Equipment.com*. 27 February 2014.
- Mullin E (28 January 2014). "Researchers repair retinas in mice with virus-free stem cells". *fiercebiotech.com*. Retrieved 17 February 2014.
- Özel HB, Ozan E, Dabak DÖ. Embriyonik kök Hücreler. *Review. Turkiye Klinikleri* 2008, 28:333-41.
- Park IH, Arora N, Huo H, Maherali N, Ahfeldt T, Shimamura A, et al. (September 2008). "Disease-specific induced pluripotent stem cells". *Cell*. 134 (5): 877–86.
- Park TS, Bhutto I, Zimmerlin L, Huo JS, Nagaria P, Miller D, et al. (January 2014). "Vascular progenitors from cord blood-derived induced pluripotent stem cells possess augmented capacity for regenerating ischemic retinal vasculature". *Circulation*. 129 (3): 359–72.
- Riken Center for Developmental Biology. "Information on proposed pilot study of the safety and feasibility of transplantation of autologous hiPSC-derived retinal pigment epithelium (RPE) cell sheets in patients with neovascular age-related macular degeneration". *Research*. Archived from the original on 26 June 2013. Retrieved 23 July 2013.
- Sarkar TJ, Quarta M, Mukherjee S, Colville A, Paine P, Doan L, et al. (March 2020). "Transient non-integrative expression of nuclear reprogramming factors promotes multifaceted amelioration of aging in human cells". *Nature Communications*. 11 (1): 1545.
- Shaheen N, Shiti A, Huber I, Shinnawi R, Arbel G, Gepstein A, et al. (June 2018). "Human Induced Pluripotent Stem Cell-Derived Cardiac Cell Sheets Expressing Genetically Encoded Voltage Indicator for Pharmacological and Arrhythmia Studies". *Stem Cell Reports*. 10 (6): 1879–1894.
- Shinnawi R, Huber I, Maizels L, Shaheen N, Gepstein A, Arbel G, et al. (October 2015). "Monitoring Human-Induced Pluripotent Stem Cell-Derived Cardiomyocytes with Genetically Encoded Calcium and Voltage Fluorescent Reporters". *Stem Cell Reports*. 5 (4): 582–96. doi:10.1016/j.stemcr.2015.08.009.
- Takahashi K, Yamanaka S (August 2006). "Induction of pluripotent stem cells from mouse embryonic and adult fibroblast cultures by defined factors". *Cell*. 126 (4): 663–76.
- Takebe T, Sekine K, Enomura M, Koike H, Kimura M, Ogaeri T, et al. (July 2013). "Vascularized and functional human liver from an iPSC-derived organ bud transplant". *Nature*. 499 (7459): 481–4.
- Tobita M, Konomi K, Torashima Y, Kimura K, Taoka M, Kaminota M (June 2016). "Japan's challenges of translational regenerative medicine: Act on the safety of regenerative medicine". *Regenerative Therapy*. 4: 78–81. doi:10.1016/j.reth.2016.04.001.
- Yu J, Vodyanik MA, Smuga-Otto K, et al. Induced pluripotent stem cell lines derived from human somatic cells. *Science* 2007;318:1917-20.
- Wei H, Wang C, Guo R, Takahashi K, Naruse K (December 2019). "Development of a model of ischemic heart disease using cardiomyocytes differentiated from human induced pluripotent stem cells". *Biochemical and Biophysical Research Communications*. 520 (3): 600–605.
- Wernig M, Meissner A, Foreman R, et al. In vitro reprogramming of fibroblasts into a pluripotent ES-cell-like state. *Nature* 2007 ;448:260-2.

Willems E, Spiering S, Davidovics H, Lanier M, Xia Z, Dawson M, et al. (August 2011). "Small-molecule inhibitors of the Wnt pathway potently promote cardiomyocytes from human embryonic stem cell-derived mesoderm". *Circulation Research*. 109 (4): 360–4.

PROCEEDINGS BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

TEKRARLAYAN KÖK HÜCRE UYGULAMASININ DENEYSEL İNTRAUTERİN MODELDE İMPLANTASYON ÜZERİNE ETKİSİ**THE EFFECT OF RECURRING STEM CELL APPLICATION ON IMPLANTATION IN EXPERIMENTAL INTRAUTERIN MODEL****Şamil ÖZTÜRK**

Çanakkale Onsekiz Mart University of Health Services Vocational School, ORCID ID: 0000-0002-9957-0211

İlhan ÖZDEMİR

Atatürk University Faculty of Medicine, Department of Obstetrics and Gynecology, ORCID ID: 0000-0002-9435-8139

Latife Ceyda İRKİN

Çanakkale Onsekiz Mart University Çanakkale School of Applied Sciences, Department of Fisheries Technology,

ID: 0000-0001- 6603-8413

ÖZET

Amaç: Asherman sendromu (AS), hem gebelik komplikasyonları hemde fazlaca jinekolojik operasyonlardan sonra meydana gelebilen intrauterin adezyon (İUA) durumudur. Son yıllarda artan prevalansı sebebiyle alternatif tedavi arayışları sürmektedir. İmplantasyon, blastokist aşamasındaki zigotun annenin endometriyumuna girerek gebeliğin başlamasını sağlayan bir olaylar bütünüdür. Bu çalışmada sıçanlarda intrauterin adezyon oluşumunu tanımlayan AS modeli kimyasal olarak oluşturularak, aynı türün erkek sıçanlarının tibia ve femur kemiğinden izole edilen kemik iliği kaynaklı mezenkimal kök hücrelerle tedavi süreci takip edilmiş ve implantasyon aşamasında meydana gelen değişiklikler histopatolojik parametrelerle değerlendirilmiştir.

Gereç ve Yöntem: İnauterin adezyon modeli kimyasal olarak uterusun tek hornunda oluşturularak tedavisi; besiyeri (BY), kemik iliği kaynaklı mezenkimal kök hücre (KİMKH) ve 48 saatlik besiyeri (Niş) ile sağlanmaya çalışılan dört farklı grup oluşturuldu. Birinci grup (G1); Asherman+ BY, ikinci grup (G2); Asherman + Niş, üçüncü grup (G3); Asherman + KİMKH ve dördüncü grup (G4); Asherman + KİMKH + Niş olarak ayrıldı. İmplantasyonun belirlenmesi amacıyla gebelikleri tespit edilen hayvanlar 12. gün sakrifiye edildi.

Sonuçlar: Grupların hem histolojik hem de yeni doğan sayısının göre morfolojik değerlendirmelerinde KİMKH ve KİMKH + Niş verilen gruplarda diğer gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı fark ($p<0,05$) saptanmıştır. KİMKH ile Nişinin uterin adezyonlarda yapışıklıkları ortadan kaldırabildiği, endometriyumu implantasyon için daha uygun hale getirdiği saptandı.

Anahtar Kelimeler: Kök hücre, İnfertilite, İnatuterin adezyon, Embriyoloji

ABSTRACT

Aim: Asherman syndrome (AS) is a state of both pregnancy complications and intrauterine adhesion (IUA) that may occur after excessive gynecological operations. Because of its increasing prevalence in recent years, the search for alternative treatment continues. Implantation is a set of events that initiate pregnancy by entering the mother's endometrium of the zygote in the blastocyst stage. In this study, the AS model, which identifies the formation of intrauterine adhesion in rats, was chemically generated and treated with bone marrow-derived

mesenchymal stem cells isolated from the tibia and femoral bone of male rats of the same species and the changes occurring in the implantation stage were evaluated with histopathological parameters.

Materials and Methods: Intrauterine adhesion model is chemically formed in the single horn of the uterus and treated; Four different groups were tried to be provided with medium (BY), bone marrow-derived mesenchymal stem cells (BMDSC) and 48-hour medium (Niche). The first group (G1); Asherman + BY, second group (G2); Asherman + Niche, third group (G3); Asherman + BMDSC and the fourth group (G4); Asherman + BMDSC + Niche. Animals were sacrificed on the 12th day in order to determine the implantation.

Results: There was a statistically significant difference ($p < 0,05$) in the morphological evaluation of the groups according to the number of both histological and implantations in the groups with BMDSC and BMDSC + niche. It was found that niche with BMDSC could remove adhesions in uterine adhesions and make the endometrium more suitable for implantation.

Discussion: Our study showed that many parameters were similar and the implantation rate was higher than other studies when compared experimental formation of uterine adhesion and treatment with various agents.

Support: No financial support was received for this study.

Keywords: Stem cell, Infertility, Intrauterine adhesion, Embryology

GİRİŞ

İntrauterin adezyon (IUA veya Asherman Sendromu) 1894 yılında Fritsch tarafından tanımlanmıştır (March 1995). Hastalık tablosunu ilk kez “travmatik amenore” olarak tanımlayan Dr. Joseph G. Asherman’ın olduğu için Asherman Sendromu (AS) olarak ifade edilmektedir (Asherman 1948). Bazı yazarlar, 'Asherman sendromu' terimini, amenore hastaları, uterusları tamamen tıkanmış olanlar veya yakın zamanda sezeryanla (cerrahi operasyonla) doğum yapan hastalar için tanımlamayı öngörmüşlerdir. Bazıları ise 'intrauterin adezyon (IUA)' terimini kullanır; bu terim daha açık ve daha açıklayıcıdır, ancak uterus duvarları arasında lifli köprüler olmaksızın endometriyumun yüzey eksikliğine sahip olan hastalar istisnai durumdur. Böyle durumu olan kadınlar benzer şekilde adet kanamaları, infertilite, tekrarlayan gebelik kaybı, rahimde büyüme kısıtlaması, implantasyonda sorunlar ve yapışıklıkları olan diğer gebelik komplikasyonlarını geçirmektedirler (March 2010). İUA’ların gerçek insidansı geniş bir hasta grubunun olmasından dolayı bilinmemektedir. Tesadüfen tespit edilen vakalardan, doğum sonrası kürtaj yapılan vakalar ve diğer çok geniş bir spektrumlar değerlendirildiğinde, %0,3-21,5 arası insidans bildirilmiştir (Yu ve ark. 2008).

Kök hücrelerin kendi kendini yenileyebilme, farklılaşabilme, çoğalabilme, doku ve organları oluşturabilme yeteneklerinden dolayı organ nakillerinde, birçok hastalığın tedavisinde veya olumsuz yan etkileri bilinen ilaçlara alternatif olarak kullanılma olanağı bulunmaktadır. Şimdilerde tedavi amaçlı kullanılmak üzere, birçok kaynaktan kök hücre elde edilebilmektedir. Üzerinde de en fazla çalışma yapılan kaynaklar hematopoietik, embriyonik kök hücreler ve mezenkimal kök hücreleri içeren kemik iliği kaynaklı kök hücrelerdir. İnsan embriyonik kök hücrelerinin, diyabet, Parkinson, kalp yetmezliği, nörodejenratif yaralanmalar, osteogenezis imperfekta gibi birçok hastalığın tedavisi amacıyla kullanıldığı çalışmalar henüz deneysel aşamadır; çünkü embriyonik kök hücrelerin transplantasyondan önce hedef doku hücrelerine farklılaşmış olması gerekmektedir (Jiang ve ark. 2006; Kollar ve ark. 2009; Hu ve ark. 2010). Çalışmamızda, bu bilgilerin ışığı altında, farklılaşmamış kemik iliği kaynaklı mezenkimal kök hücrelerin intraperitoneal olarak uygulanmasından sonra endometriyum reseptivitesine ve blastokistin implantasyonuna etkileri araştırılmıştır.

MATERYAL METOD

Deney Hayvanlarının Temini ve Bakımı

Çalışmada MCBÜ-DEHAM’nden temin edilen ağırlıkları 200-250 gr. civarında değişen erişkin 20 adet dişi ve 3 adet erkek Wistar albino cinsi sıçan olmak üzere toplam 23 adet sıçan kullanıldı. Çalışmamızda, kimyasal yöntem kullanılarak trikloro asetik asitle IUA modeli oluşturduğumuz deneklere, erkek sıçanların tibia ve femur kemiklerinden elde edilen ve pasaj üç aşamasına kadar çoğaltılan KİMKH’ler, deneysel model oluşturulduktan hemen sonra intraperitoneal olarak enjeksiyonla transplante edilerek tedavi amacıyla 10 gün

boyunca tekrarlayan şekilde verildi. İmmünohistokimyasal boyama olarak anti-L- Selektin antikoruna ile boyama yapılarak implantasyon sırasında endometriyumdaki moleküler etkileşimler ortaya konulmaya çalışıldı.

Gruplar:

Asherman +BY (G1); Taze hazırlanan besiyeri verilen grup,

Asherman + Niş (G2); 48 saatlik besiyeri verilen grup,

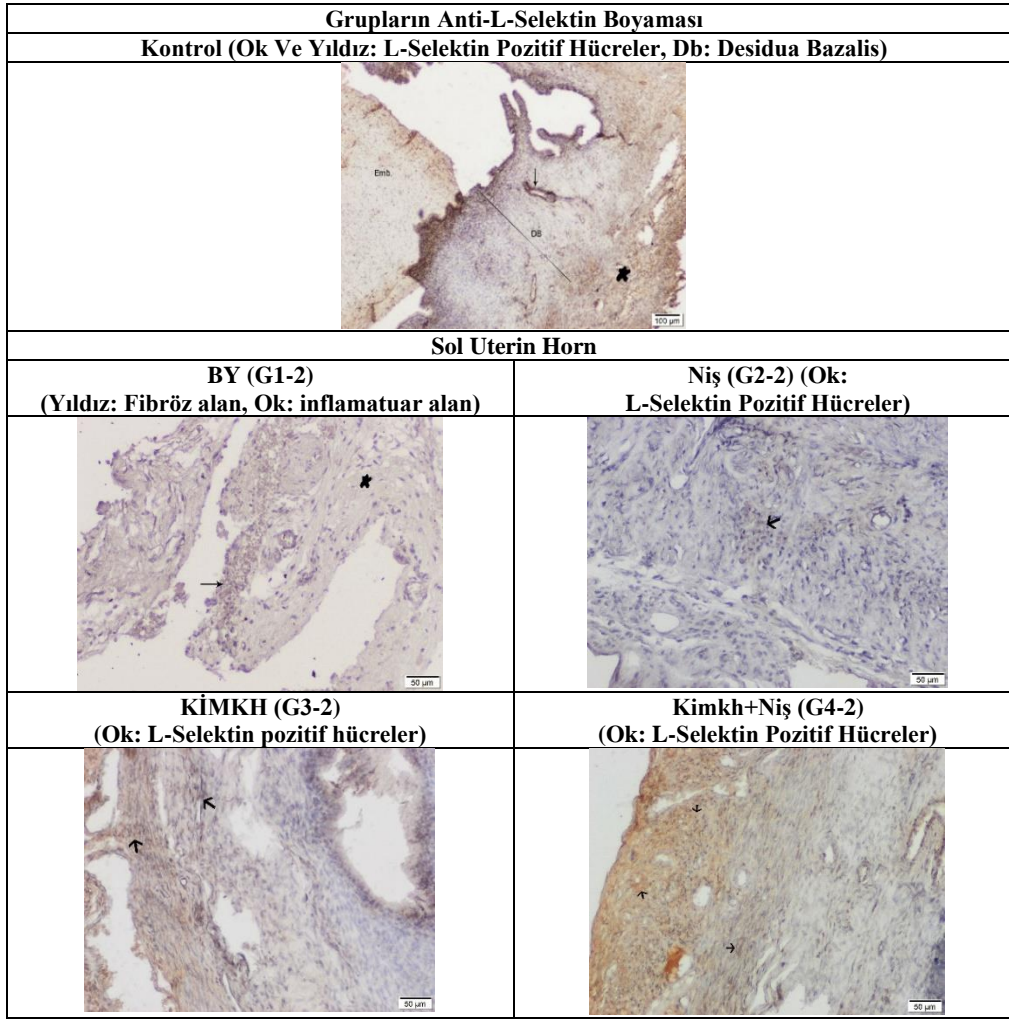
Asherman + KİM KH (G3); Besiyerisi uzaklaştırılmış sadece KİM KH verilen grup,

Asherman + KİM KH + Niş (G4); KİM KH'ler besiyerisiyle birlikte verilen grup olmak üzere toplam dört grup oluşturuldu.

BULGULAR

Anti-L-Selektin

Çalışmamızda periton içi besiyeri, niş, kök hücre ve kök hücre + niş (G1-2, G2-2, G3-2, G4-2) grubu uterus örneklerinde yapılan indirekt immunohistokimyasal inceleme sonucunda L-selektinin özellikle yüzey epiteli ve miyometriyum başta olmak üzere dokuların büyük çoğunluğunda boyanmış olarak bulundu. Bu moleküller embriyonun endometriyuma adezyonunda önemli roller üstlenirler. Bu nedenle implantasyonda önemi oldukça fazla olan L-selektinin gruplarda ki ekspresyonuna bakıldı ve istatistiksel olarak anlamlılıkları değerlendirildi. BY ve NİŞ gruplarında gebelik oluşturulmasına rağmen sol uterin hornda implante olmuş embriyolara rastlanmadı. Embriyo implante olmuş ve olamamış dokular anti-L-selektin antikoruna ile immünohistokimyasal olarak boyanarak değerlendirildiğinde BY ile NİŞ kıyaslandığında istatistiksel olarak anlamlı fark oluşmamıştır. By ile KİM KH grupları arasında *** $p < 0,001$ anlamlılık, BY ile KİM KH+NİŞ grupları arasında **** $p < 0,0001$ şeklinde oldukça yüksek derecede anlamlılık olduğu, ayrıca NİŞ ile KİM KH grupları arasında *** $p < 0,001$ anlamlılık, Niş ile KİM KH+NİŞ arasında da oldukça yüksek anlamlılık tespit edilmiştir (**** $p < 0,0001$). KİM KH ile KİM KH+NİŞ arasında ise anlamlılık * $p < 0,05$ olarak belirlendi. Sağ gruplardaki implante olmuş embriyo dokuları ile KİM KH+NİŞ grubu karşılaştırıldığında da istatistiksel olarak $p > 0,05$ şeklinde anlamlılık görülmedi.



TARTIŞMA

Yaptığımız çalışmada; IUA oluşturduğumuz sıçan uterusunda tedavi olarak uyguladığımız BY, Niş, KİMKG ve KİMKG+ Niş'in gebe kalan deneklerde implantasyon sürecinde endometriyumda meydana gelen değişiklikler immunohistokimyasal olarak L-selektin boyamasıyla değerlendirildi. Bu çalışmada histolojik görüntüler gebelik oluşan gruplardan elde edilen uterus örneklerinde incelendi. KİMKG ve nişinin IUA'nun neden olduğu adezyonlarda ki rolü ve 12. gün implantasyon oranına etkisi araştırıldı. Dokuda rejenerasyonun KİMKG ve nişi ile tedavi edilen gruplarda ilerlediği, yeni damar oluşumlarının arttığı ve bezlerin daha belirgin hale geldiği, AS patolojisinde kaçınılmaz olarak oluşan fibrozis ve inflamasyonun azaldığı, endometriyal kalınlığın arttığını gösteren histolojik bulgular elde edildi. Buna karşılık kök hücrelerin sebep olduğu hiçbir olumsuz patolojik bulguya rastlanılmadı. Gebe uterusunda KİMKG ve KİMKG+ Niş ile oluşan değişikliklerin protein düzeyinde yapılan analizinde endometriyum kendi kök hücrelerinin ve uygulamaya bağlı kök hücrelerin arttığı, gebelik oranının arttığı ve embriyo etkisi L-selektin ile değerlendirildi. BY ve Niş tedavisi uygulanan gruplarda ise immünreaktivitenin KİMKG uygulanan tedavi gruplarına göre tam tersi değişimler gösterdiği görüldü.

Rahim dokusu ameliyatla restore edilmesine rağmen, adezyonların yeniden oluşumu ve uterin ameliyatların komplikasyon riski, yeni tedavi seçeneklerine olan ihtiyacı ortaya çıkarmıştır. Sineşi gibi intrauterin oluşumların tedavisi için; seri esnek histeroskopiler (Robinson ve ark. 2008), intrauterin adhezyon bariyer sistemleri (Abbott ve ark. 2004), taze amniyon grefti (Amer ve ark. 2006), seprafilm'in intrauterin insersiyonu, (Tsapanos ve ark. 2002), histeroskopik cerrahi (Orhue ve ark. 2003) ve hyaluranik asit jelleri (Lin ve ark. 2013) gibi çeşitli girişimler vardı. İntrauterin dolgu maddeleri ile ilgili temel problemlerden biri, uterusu yabancı bir cisim bulduğundan eşzamanlı antibiyotiklerin kullanılmasına duyulan ihtiyaçtır. Vajina ile temas halinde klinik veya subklinik pelvik enfeksiyonlar sekonder infertiliteyi artırabilmektedir. Bu tarz problemler araştırmacıların yeni tedavi anlayışları için daha çok çalışmalarına neden olmaktadır. Ötrojen ile yapay hormon

tedavisi, endometriyal proliferasyon ve anjiyogenezin desteklenmesi için sıklıkla kullanılmaktadır (Chen ve ark. 2013).

Kök hücrelerin uterusu hareketi, menstrüasyonla kaybedilen endometriyal hücrelerin yerine konulmasından ziyade yaralanma veya gebeliğe karşı onarıcı bir mekanizma olabilir. Uterusa tutunan KİMKGH'lerin sayısı düşüktür ve bu hücreler tüm endometriyumun yerini almak üzere klonal genişlemeye maruz kalmaz; daha çok, uterus onarımı ve rejenerasyonuna yardımcı olan trofik faktörleri salgırlar (Wang ve ark. 2012). Şiddetli Asherman sendromunda görüldüğü gibi, ağır hasar durumunda, kök hücrelerin kısıtlı tedariki onarım sürecinde sınırlayıcı faktör olabilir.

Selektin boyamalarının incelendiği çalışmalarda da adezyon moleküllerinin en önemlilerinden biri olan selektinler implantasyon penceresi oluşumu ve blastosistlerin buradan geçişleri ile ilgili önemli rol oynamaktadır. İmplantasyon öncesinde endometriyumun bu bölgesi kemokinler, büyüme faktörleri ve MUC-1 gibi adezyon molekülleri ile blastosistlerin yapışacağı pinopodlar olarak ortaya çıkmaktadır. Bir iki gün gibi kısa sürede olgunlaşan bu pinopodlar mikrovillusların uçlarında belirerek embriyo ile endometriyum arasındaki ilişkiyi gerçekleştirirler (Sharma and Kumar 2012). Çalışmamızda da desidual alan, epitel ve miyometriyumda belirgin L-selektin pozitifliği saptandı.

SONUÇ

Endometriyal adezyon oluşturmak için kimyasal ajanla IUA modeli oluşturulan ve oluşan adezyonların ortadan kaldırılması, özellikle akut dönemde yapılacak tedavinin etkilerini ortaya koymak için gerçekleştirilecek doğru tedavi seçeneğini belirlemek adına çalışmamızı gerçekleştirdikve L-selektin gibi moleküllerin, KİMKGH uygulaması ile meydana gelen endometriyumdaki dağılımları ortaya konuldu. KİMKGH ve Niş uygulamalarının, infertiliteye neden olan mekanizmaların içerisinde yer alan adezyon molekülleri üzerinden tedavi ile kliniğe katkı sağlayabileceği gösterildi.

REFERANSLAR

- Asherman JA. Amenorrhoea traumatica (atretica). *J Obstet Gynaecol Br Emp* 1948;55:22-30.
- Amer MI, Abd-El-Maeboud KH. Amnion graft following hysteroscopic lysis of intrauterine adhesions. *J Obstet Gynaecol Res*. 2006;32: 559–66.
- Chen Y, Chang Y, Yao S. Role of angiogenesis in endometrial repair of patients with severe intrauterine adhesion. *Int J Clin Exp Pathol*. 2013;6:1343–1350.
- Deans R, Abbott J. Review of intrauterine adhesions. *J.Minim inv.surg*. 2010;17(5): 555-569.
- Hu SL, Luo HS, Li JT, Xia YZ, Li L, Zhang LJ, Meng H, Cui GY, Chen Z, Wu N, Lin JK, Zhu G, Feng H. Functional recovery in acute traumatic spinal cord injury after transplantation of human umbilical cord mesenchymal stem cells. *Crit Care Med*, 2010, 38:2181-2189.
- Jiang W, Ma A, Wang T, Han K, Liu Y, Zhang Y, Dong A, Du Y, Huang X, Wang J, Lei X, Zheng X. Homing and differentiation of mesenchymal stem cells delivered intravenously to ischemic myocardium in vivo: a time-series study. *Pflugers Arch*, 2006, 453:43-52.
- Kollar K, Cook MM, Atkinson K, Brooke G. Molecular mechanisms involved in mesenchymal stem cell migration to the site of acute myocardial infarction. *Int J Cell Biol*. 2009:904682.
- March CM. Intrauterine adhesions. *Obstetrics and Gynecology Clinics of North America* 1995;22(3):491-505.
- Robinson JK, Colimon LM, Isaacson KB. Postoperative adhesiolysis therapy for intrauterine adhesions (Asherman's syndrome). *Fertil Steril*. 2008;90(2):409–14.
- Orhue AA, Aziken ME, Igbefoh JO. A comparison of two adjunctive treatments for intrauterine adhesions following lysis. *Int J Gynaecol Obstet*. 2003;82:49–56.
- Sharma A, Kumar P. Understanding implantation window, a crucial phenomenon. *J Hum Reprod Sci*. 2012;5(1):2-6. doi: 10.4103/0974-1208.97777.
- Yu D, Wong YM, Cheong Y, Xia E, Li TC. Asherman syndrome-one century later. *Fertil Steril* 2008;89:759-79.

Yuksel B, Kılıc S, Boztok B, Albayrak A. 2014. ‘‘An Experimental Asherman Syndrome, Rat Model’’
.Turkiye Klinikleri J Gynecol Obst. 2014;24(4):195-7.

Wang N, Li Q, Zhang L, Lin H, Hu J, Li D, Shi S, Cui S, Zhou J, Ji J, Wan J, Cai G, Xiangmei Chen
X. Mesenchymal stem cells attenuate peritoneal injury through secretion of TSG-6. PLoS One. 2012;7:e43768.

PROCEEDINGS BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

**KÖPEKLERDE LEISHMANIA INFANTUM'UN VARLIĞININ TRAKYA BÖLGESİNDE
ARAŞTIRILMASI****INVESTIGATION OF THE PRESENCE OF LEISHMANIA INFANTUM IN DOGS IN THE THRACE
REGION****Sezai ARSLAN**

Dr. Öğr. Üyesi, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Veteriner Fakültesi İç Hastalıkları Anabilim Dalı,

ORCID No: 0000-0001-9537-6024

Taraneh ÖNCEL

Doç. Dr., Pendik Veteriner Kontrol Enstitüsü, Paraziter Teşhis Laboratuvarı, ORCID No: 0000-0003-1039-5256

Kudret YENİLMEZ

Dr. Öğr. Üyesi, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Veteriner Fakültesi Doğum ve Jinekoloji Anabilim Dalı,

ORCID No: 0000-0002-5532-0525

Nesrin TURAN

Dr, Pendik Veteriner Kontrol Enstitüsü, Serolojik Teşhis Laboratuvarı, ORCID No: 0000-0001-9452-1429

ÖZET

L. infantum, dişi phlebotomine kum sinekleri tarafından bulaştırılan vektör kaynaklı zoonoz bir hastalık olup, köpekler parazitin ana rezervuar kaynağı olarak kabul edilir. Leishmaniasis saptanan bölgelerde hastalığa yönelik kontrol mekanizmalarının devreye sokulabilmesi için köpeklerdeki enfeksiyon oranının ortaya konulması gerekmektedir. Bu çalışmada Trakya bölgesindeki bazı geçici hayvan barınaklarında bulunan sahipsiz sokak köpeklerinde *L. infantum* varlığının araştırılması amaçlanmıştır. Çalışma materyalini, Trakya bölgesinde bulunan İstanbul / Silivri'den 79, Edirne / Uzunköprü'den 33, Çanakkale / Gelibolu'dan 28, Tekirdağ / Süleymanpaşa'dan 25 ve Kırıkkaleli / Merkez'den 19 adet olmak üzere farklı ırk ve cinsiyette yaşları 6 ay ile 9 yıl arasında değişen toplam 184 köpek oluşturmuştur. Leishmaniasis ile uyumlu semptomların ortaya konulabilmesi için tüm hayvanlar klinik muayeneden geçirilmiştir. Örneklerin toplanması Nisan-Haziran 2018 tarihleri arasında yapılmıştır. *L. infantum* enfeksiyonunun tanısı için köpeklerin vena cephalica antebrachi'sinden EDTA'lı ve antikoagülsüz kan örnekleri alınmıştır. Kan frotileri giemsa ile boyanarak kan parazitleri (Ehrlichia, Anaplasma ve Babesia) yönünden incelenmiştir. Anti *L. infantum* antikorlarının tespiti için ticari ELISA testi kullanılmıştır. Anti- *L. infantum* antikorları yönünden incelenen 184 köpek serum örneğinin 16'si seropozitif (%8,7), 168 tanesi ise seronegatif (%91,3) olarak tespit edilmiştir. 11 dişi ve 5 erkek hayvanda seropozitiflik tespit edilmesine rağmen cinsiyete göre istatistiksel önem tespit edilmemiştir. 4 yaş ve daha büyük köpeklerde seropozitiflik oranı daha yüksek bulunarak yaşın istatistiksel açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir. Çanakkale / Gelibolu ve Kırıkkaleli / Merkez'de seropozitiflik saptanmazken, İstanbul / Silivri'de %13,9, Edirne / Uzunköprü'de %12,1 ve Tekirdağ / Süleymanpaşa'da %4 oranında seropozitiflik tespit edilmiştir. Seropozitif örneklerin kan frotilerinde Erlichia spp., Anaplasma spp. ve Babesia spp. etkenleri saptanmamıştır. Trakya bölgesinde *Leishmaniasis*'in insan ve köpek sağlığı için önemli bir zoonoz hastalık olduğu ve vektör *Phlebotomus* türlerinin araştırılmasının uygun olacağı görüşüne varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Leishmania infantum*, Köpek, Trakya Bölgesi

ABSTRACT

L. infantum is a vector-borne zoonotic disease transmitted by female phlebotomine sand flies, with dogs considered the main reservoir source of the parasite. In order to activate the control mechanisms for the disease in the regions where leishmaniasis is detected, the infection rate in dogs should be revealed. In this study, it was aimed to investigate the presence of *L. infantum* in stray dogs found in some temporary animal shelters in the Thrace region. Material of study included a total of 184 dogs have different breed and gender, ranging 6 months to 9 years in the Thrace region. (Çanakkale / Gelibolu n=28, Edirne / Uzunköprü n=33, Kırklareli / Centrum n=19, İstanbul / Silivri n=79 and Tekirdağ / Süleymanpaşa n=25). All animals were clinically examined to reveal symptoms consistent with leishmaniasis. Blood samples were collected between April and June 2018. For the diagnosis of *L. infantum* infection, blood samples were taken to tubes with EDTA coated and without anticoagulant from the veinpuncture of *V.cephalica antibrachii* of dogs. Blood smears were stained with Giemsa and examined in terms of blood parasites (*Ehrlichia*, *Anaplasma* ve *Babesia*). Commercial ELISA test was used for the detection of anti-*L. infantum* antibodies. Of the 184 dog serum samples examined for anti-*L. infantum* antibodies, 16 were seropositive (8,7 %) and 168 (91,3 %) were seronegative. Although seropositivity was detected in 11 female and 5 male dog, no statistical significance was determined by gender. Seropositivity was found to be higher in dogs of 4 years and older, and age was found to be statistically significant on seropositivity in *L.infantum* infection. While there was no positivity in Çanakkale / Gelibolu and Kırklareli / Centrum, it was detected as positive 13,9 % in İstanbul / Silivri, 12,1 % in Edirne / Uzunköprü and 4 % in Tekirdağ / Süleymanpaşa. It has not determined *Ehrlichia* spp., *Anaplasma* spp. and *Babesia* spp. in blood smears which were prepared from the seropositive samples. It was concluded that *Leishmaniasis* is an important zoonotic disease for human and dog health and it would be appropriate to investigate vector *Phelebotomus* species in the Thrace region.

Keywords: *Leishmania infantum*, Dog, Thrace Region

PROCEEDINGS BOOK

by ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

DOĞAL BABESİOSİS'Lİ KOYUNLARDA PROKALSİTONİN, C REAKTİF PROTEİN, NİTRİK OKSİT VE ADENOZİN DEAMİNAZ DÜZEYLERİNİN ÖNEMİ**THE IMPORTANCE OF PROCALCITONE, C REACTIVE PROTEIN, NITRIC OXIDE AND ADENOSINE DEAMINASE LEVELS IN SHEEP WITH NATURAL BABESIOSIS****Sezai ARSLAN**

Dr. Öğr. Üyesi, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Veteriner Fakültesi İç Hastalıkları Anabilim Dalı,

ORCID No: 0000-0001-9537-6024

Nuri ALTUĞ

Prof. Dr. Öğr. Üyesi, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Veteriner Fakültesi İç Hastalıkları Anabilim Dalı,

ORCID No: 0000-0001-5805-0340

Mustafa Necati MUZ

Doç. Dr., Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Veteriner Fakültesi Parazitoloji Anabilim Dalı, ORCID No:0000-0002-1769-8498

Nazmi YÜKSEK

Prof. Dr., Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi İç Hastalıkları Anabilim Dalı, ORCID No: 0000-0003-4613-9334

Yıldıray BAŞBUĞAN

Doç. Dr., Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi İç Hastalıkları Anabilim Dalı, ORCID No: 0000-0001-5124-7853

Özlem ORUNÇ KILIÇ

Doç. Dr., Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Özalp Meslek Yüksek Okulu, ORCID No: 0000-0001-6233-7109

ÖZET

Babesiosis büyük ekonomik kayıplara neden olan, kenelerle bulaşan haemoparasitic bir hastalıktır. Babesiosisin teşhisinde birçok parametre kullanılmaktadır. Bu çalışmanın amacı, babesiosis ile doğal enfekte koyunlarda, prokalsitonin (PCT), C reaktif protein (CRP), Nitrik oksit (NO) ve Adenozin deaminaz (ADA) ile rutin biyokimyasal parametreler ve tam kan sayımının teşhisteki etkinliğini araştırmaktır. Çalışmada, klinik ve laboratuvar bulgularıyla teşhis edilmiş doğal olarak enfekte 30 adet babesiosisli ve 15 adet sağlıklı olmak üzere 45 adet Akkaraman ırkı koyun kullanılmıştır. Hayvan materyali, Haziran-Temmuz aylarında Van yöresinde yaşayan 30-40 kg canlı ağırlığında ve 3-4 yaşlarında olan doğal enfekte koyunlardan oluşmaktadır. Babesiosisin teşhisi May-Grünwald/Giemsa boyamasıyla kan frotilerinde parazitin görülmesi ve hastaların kan örneklerinde PCR işleminin yapılmasıyla konuldu. PCR incelemesinde tüm hastaların kan örneklerinde B. ovis tespit edilmiştir. Babesiosis'li koyunlarda depresyon, anoreksi, soluk müköz membranlar, ateş ve hematuri gibi klinik bulguların bir veya daha fazlasını göstermekteydi. Babesiosisli koyunlarda PCT $1,72\pm 0,34$ ng/ml, CRP $101,42\pm 11,73$ µg/ml, NO $15,77\pm 2,75$ µmol/L ve ADA $13,92\pm 0,88$ IU/L bulundu. Kontrol grubunda ise PCT $0,49\pm 0,04$ ng/ml, CRP $49,46\pm 4,57$ µg/ml, NO $8,15\pm 0,63$ µmol/L ve ADA $9,34\pm 1,19$ IU/L olarak bulundu. Babesiosisli koyunlar ile kontrol grubu karşılaştırıldığında babesiosisli koyunlarda PCT ($p<0,01$), CRP ($p<0,001$), ve ADA ($p<0,01$) düzeylerinin arttığı ve istatistiksel olarak önemli oldukları tespit edildi. Hematolojik ve biyokimyasal incelemede kontrol grubuna göre babesiosisli koyunlarda WBC (Akyuvar), LYM (Lenfosit) ve Total bilirubinin düzeylerinin arttığı, RBC (Alyuvar), PCV (Hematokrit) ve HGB (Hemoglobin), ALP (Alkalin fosfataz), Albumin ve Glikoz düzeylerinin azaldığı ve bu parametrelerin istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edildi. Sonuç olarak babesiosisli koyunlarda klinik muayeneyle birlikte PCT, CRP, NO ve ADA düzeyleriyle hemogram ve biyokimyasal parametrelerin ölçülmesinin hastalığın teşhisinde faydalı parametreler olabileceği kanaatine varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Babesia ovis, PCT, CRP, NO ve ADA

Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Proje Başkanlığı tarafından NKUBAP.10.GA.16.010 nolu proje olarak desteklenmiştir.

ABSTRACT

Babesiosis is a hemoparasitic disease transmitted by ticks that causes great economic losses. Many parameters are used in the diagnosis of babesiosis. The aim of this study is to investigate the diagnostic efficacy of procalcitonin (PCT), C reactive protein (CRP), Nitric oxide (NO) and Adenosine deaminase (ADA), routine biochemical parameters and complete blood count in naturally infected sheep with babesiosis. In this study, 45 Akkaraman sheep consisting of naturally infected sheep diagnosed by clinical examination and laboratory findings (n=30) and healthy sheep (n=15) were used as material and these animals have 30-40 body weight, 3-4 years old and living in Van region of Turkey. The diagnosis of babesiosis was detected by observing the parasite in the blood smear staining with May-Grünwald/Giemsa and PCR in the blood samples. B. ovis was detected in blood samples of all patients in PCR analysis. Sheep with babesiosis exhibited one or more of the clinical signs such as depression, anorexia, pale mucous membranes, fever and hematuria. While in sheep infected with babesiosis, serum PCT, CRP, NO and ADA levels were measured as 1,72 ng/ml, 101,42 µg/ml, 15,77 µmol/L and 13,92 IU/L, respectively, in control group, these parameters were measured as 0,49 ng/ml, 49,46 µg/ml, 8,15 µmol/L and 9,34 IU/L, respectively. Comparing the sheep with babesiosis and control group, it was found that statistically significant increase in all of the parameters (PCT, P<0,01; CRP P<0,001; NO P<0,01; ADA, P<0,01). Moreover, statistically significance increase were determined in WBC, LYM and total bilirubin, and significant decrease in RBC, PCV, HGB, ALP, Albumin, Glucose in blood of sheep infected with babesiosis. As a result, it has been concluded that the measurements of PCT, CRP, NO and ADA levels in babesiosis sheep may be useful for the diagnosis of the disease when assessed in association with the clinical examination.

Keyword(s): Babesia ovis, PCT, CRP, NO, ADA

This study was supported by Tekirdağ Namık Kemal University Scientific Research Project Directorate as project number NKUBAP.10.GA.16.010.

PROCEEDINGS BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

**MORPHOLOGY AND MOLECULAR PHYLOGENY OF SPATHIDIUM SP. (CILIOPHORA,
SPATHIDIIDA) ISOLATED FROM COASTAL SANDS OF LAKE VAN****İsmail YILDIZ**

Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Science, Department of Biology, ORCID No: 0000-0001-9986-0358

N. Fırat Dicle

Van Yüzüncü Yıl University, Institute of Science, Department of Biology, ORCID No: 0000-0002-2864-8641

ABSTRACT

In this study, *Spathidium* sp. living in coastal sand of Lake Van was isolated, morphological and phylogenetic properties were investigated. Three *Spathidium* sp. populations with different morphological characteristics were observed in Petri cultures, and 18S rDNA gene sequences were determined. Comparing the gene sequences of the populations that reproduced one after another in the culture medium, it was found that all three populations had similar sequences, and it was decided that these populations were morphological variations belonging to different life stages of the same species. These populations were found to be close to *Spathidium spathula* in terms of cell shape, oral and somatic ciliature, and nuclear organization, but, in the phylogenetic analysis derived from using Bayesian inference and maximum likelihood methods based on 18S rDNA gene sequences, these populations were reported as *Spathidium* sp. because they were located very far from the *Spathidium spathula*. In present study, it was observed that the isolated *Spathidium* sp. population was in the same main clade as other spathidiid ciliates, but it was more closely related to *Lagynophrya acuminata*, *Enchelys gasterosteus* and *Balantidion pellucidum* rather than their congeners. There are many records in previous studies that there are incompatibilities between morphological and phylogenetic classification models of Haptorian ciliates. This problem may be due to the fact that the characters used in the morphological taxonomy of haptorid ciliates do not represent homology, and have emerged more than once in different lineages independently. To overcome this problem, it is recommended to re-evaluate the morphological taxonomy by identifying common morphological characters carried by genetically similar ciliates.

Keywords: *Spathidium*, Spathidiida, Phylogeny, 18S rDNA, Lake Van

*Bu çalışma Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından desteklenen FYL-2019-7960 numaralı proje ile üretilmiştir.

PROCEEDINGS BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

PHYLOGENY OF FIVE SOIL DILEPTID SPECIES (CILIOPHORA, LITOSTOMATEA, RHYNCHOSTOMATIA) FROM TEKİRDAĞ, TURKEY¹**Naciye Gülkız ŞENLER**

Tekirdağ Namık Kemal University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Zoology, ORCID No: 0000-0002-5035-0880

İsmail YILDIZ

Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Science, Department of Biology, ORCID No: 0000-0001-9986-0358

Deniz ŞİRİN

Tekirdağ Namık Kemal University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Zoology, ORCID No: 0000-0001-5475-173X

Hilal URAL

Tekirdağ Namık Kemal University, Institute of Science and Technology, Department of Biology, ORCID No: 0000-0001-6950-1696

ABSTRACT

Dileptids are rapacious ciliates (Ciliophora, Protista) commonly found in a variety of habitats all over the World. They are characterized by having a proboscis underneath of which is the oral opening. We collected six dileptid populations belonging to species *Rimaleptus mucronatus*, *R. binucleatus*, *Rurikoplites armatus* (two populations), *Dileptus costaricanus* and *Apodileptus visscheri rhabdoplites* were isolated from 4 different stations from various soil habitats in Tekirdağ, Turkey. After species identification using standard methods, for all five species (six population) the small subunit rRNA (SSU rRNA) gene sequence was determined. Comparisons with 18S rRNA gene sequences of morphologically similar congeners clearly support the validity each species. In addition to, the nucleotide sequences of rDNA gene of the isolated species have been revealed for the first time in our country. Phylogenetic analyses based on Bayesian inference and maximum likelihood methods supports the distinction of Dileptidae and Dimacrocaryonidae in the order Dileptida. In addition to, the species obtained in this study except for *Rimaleptus binucleatus* are clustered together with same species obtained in previous studies. The fact that the other five population isolated in this study are clustered together with same species previously described, but with different branch lengths in phylogenetic tree can be considered as a sign that they started differentiate.

Keywords: Soil dileptid ciliates, *Rimaleptus mucronatus*, *R. binucleatus*, *Rurikoplites armatus*, *Dileptus costaricanus*, *Apodileptus visscheri rhabdoplites*, 18S rDNA, morphology, Phylogeny.

¹ Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından desteklenen NKUBAP.01.GA.16.079 numaralı proje ile üretilmiştir

PROCEEDINGS BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

635 NM DÜŞÜK GÜÇLÜ KATI-HAL BİR LAZERİN SICAKLIK ETKİLERİNİN İKİ FARKLI ISILÇIFT KULLANILARAK DOKU BENZERİ MALZEMELER ÜZERİNDE İNCELENMESİ**INVESTIGATION OF TEMPERATURE EFFECTS OF A 635 NM LOW POWER SOLID-STATE LASER ON TISSUE-MIMICKING MATERIALS USING TWO DIFFERENT THERMOCOUPLES****Hüseyin Okan DURMUŞ**

Gebze Teknik Üniversitesi, Fizik Bölümü, ORCID: 0000-0003-0973-0643

Emel Çetin ARI

TÜBİTAK Ulusal Metroloji Enstitüsü (TÜBİTAK UME), Medikal Metroloji Laboratuvarı, ORCID: 0000-0003-1144-1584

Baki KARABÖCE

TÜBİTAK Ulusal Metroloji Enstitüsü (TÜBİTAK UME), Medikal Metroloji Laboratuvarı, ORCID:0000-0002-5814-3157

MirHasan Yu. SEYİDOV

Gebze Teknik Üniversitesi, Fizik Bölümü, ORCID:0000-0003-4901-7674

ÖZET

Düşük seviyeli lazer tedavisinin veya fotobiyomodülasyonun (PBM), literatürde invaziv olmayan, çok düşük maliyetli, etkili, belirgin yan etkileri olmayan ve tamamlayıcı yeni bir tedavi tekniği olduğu bildirilmiştir. Düşük seviyeli lazer tedavisi, yüksek yoğunluklu, tek renkli, dar bantlı bir ışık kaynağının yerel olarak uygulanmasını içerdiği ve 390 nm - 1100 nm dalga boyu aralığında ve 1 mW - 500 mW güçte insan vücuduna zararlı ısı üretmeden çalıştığı raporlanmıştır. Bu teknikte termal bir etki üretmek yerine, hücrelerdeki fotokimyasal reaksiyonlar uyarılarak dokuların kendi kendini iyileştirmesinin sağlandığı belirtilmektedir. Bu çalışmada maksimum çalışma gücü 400 mW olan katı-hal bir lazerin yapay doku benzeri fantomlardaki sıcaklık etkileri farklı mesafelere ve zamanlara göre iki farklı ısı çifti kullanılarak incelenmiştir. Yapılan çalışmada, yapay doku benzeri malzeme olarak Agar ve Zerdine fantomları, lazer kaynağı olarak 635 nm dalga boylu kırmızı renkli bir katı-hal diyot lazeri ve ısı çiftleri olarak da T-tipi ultra ince ısı çifti ile NTC tipi termistör sıcaklık sensörü kullanılmıştır. Deneyler 20,40,60 ve 80 saniye süreler için ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir. Bu bildiride, belirtilen fantomlar için yapılan sıcaklık ölçüm çalışmaları ve bulunan sonuçlar paylaşılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Doku Benzeri Malzemeler, Zerdine, Agar, Düşük Güçlü Lazer, Sıcaklık Etkileri, Isılçift, Fotobiyomodülasyon

ABSTRACT

In the literature, low-level laser therapy or photobiomodulation (PBM) has been reported to be a new, non-invasive, very low cost, effective, and complementary treatment technique with no obvious side effects. It has been also documented that low-level laser therapy involves the local application of a high-intensity, monochrome, narrow-band light source and works in the wavelength range of 390 nm - 1100 nm and 1 mW - 500 mW without generating harmful heat to the human body. In this technique, instead of producing a thermal effect, it is stated that the tissues heal themselves by stimulating photochemical reactions in the cells. In this study, the temperature effects of a solid-state laser with a maximum operating power of 400 mW in an artificial tissue-mimicking phantoms were investigated using two different thermocouples according to the different times and distances. In the realized study, Agar and Zerdine phantoms were used as artificial tissue-mimicking materials, a red solid-state diode laser with 635 nm wavelength as a laser source and T-type ultra-fine thermocouple and NTC type thermistor temperature sensor as thermocouples were used. The experiments were

carried out separately for periods of 20, 40, 60 and 80 seconds. In this presentation, temperature measurement studies and results for the specified phantoms will be shared.

Keywords: Tissue-Like Materials (TMMs), Zerdine, Agar, Low Power Laser, Temperature Impacts, Thermocouple, Photobiomodulation

PROCEEDINGS BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

ESTIMATING THE PHASE STRUCTURE OF HIGH ENTROPY ALLOYS BY USING VARIOUS PHYSICAL PARAMETERS BY MACHINE LEARNING**ÇEŞİTLİ FİZİKSEL PARAMETRELER KULLANILARAK YÜKSEK ENTROPİLİ ALAŞIMLARIN FAZ YAPISININ MAKİNE ÖĞRENİMİ İLE TAHMİNİ****Kağan ŞARLAR**

Arş. Gör. Dr., Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Kamil Özdağ Fen Fakültesi Fizik Bölümü, ORCID No: 0000-0002-8871-2357

ABSTRACT

In this study, the valence electron concentration (VEC), structure factor (δ), enthalpy of mixing (ΔH_{mix}), entropy of mixing (ΔS_{mix}) and electronegativity difference ($\Delta\chi$) values are calculated for each alloy and a dataset has been created. This dataset was trained by machine learning with Gradient Boosted Trees and it was predicted which amorphous or solid solution phase structure would be formed. It has been observed that this learning method predicts the structure correctly in 93% of the results

Keywords: High Entropy Alloys, Machine Learning, Tensorflow**ÖZET**

Modern çağın gelişimi farklı koşullar altında çalışabilen yeni malzemelerin çeşitliliği ile sağlanmıştır. Son zamanlarda bu yeni nesil malzeme türüne örnek olarak Yüksek Entropili Alaşım (YEA) örnek olarak verilebilir. 2004 yılındaki ilk makaleden itibaren özellikle son yıllarda pek çok yayın literatüre kazandırılmıştır. Yüksek Entropili Alaşımın en önemli özellikleri arasında yüksek mukavemet, yüksek korozyon direnci, yumuşak manyetik özellikler ve termal kararlılık sayılabilir.

Makine öğrenimi, yazılan kodlardan ziyade sisteme girilen verilerin analizi ile öğrenmeyi gerçekleştiren bir yapay zekâ biçimidir. Makine öğrenmesi insan zekasını taklit eden algoritmalar bütünüdür. TensorFlow, çeşitli görevlerde veri akışı ve farklılaştırılabilir programlama için ücretsiz ve açık kaynaklı bir yazılım kitaplığıdır. Sembolik bir matematik kitaplığıdır ve sinir ağları gibi makine öğrenimi uygulamaları için de kullanılır. Google'da hem araştırma hem de üretim için kullanılmaktadır. TensorFlow, Google Brain ekibi tarafından dahili Google kullanımı için geliştirilmiştir. 9 Kasım 2015'te Apache License 2.0 altında açık kaynak kod olarak ücretsiz bir şekilde yayınlanmıştır.

Bu çalışmada Valans elektron konsantrasyonu (VEC), yapı faktörü (δ), karışım entalpisi (ΔH_{mix}), karışım entropisi (ΔS_{mix}) ve elektronegatiflik farkı ($\Delta\chi$) değerleri her bir alaşım için hesaplanarak veri kümesi oluşturulmuştur. Oluşturulan bu veri kümesi Gradient Boosted Trees makine öğrenimi ile değerlendirilerek amorf ya da katı çözümlü faz yapısının hangisinin oluşacağı tahmin edilmiştir. Elde edilen sonuçlar % 93 oranında bu öğrenme yönteminin yapıyı doğru tahmin ettiği gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yüksek Entropili Alaşım, Makine Öğrenimi, Tensorflow

**PROCEEDINGS BOOK**by ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

SEARCH FOR LEPTON FLAVOR VIOLATION IN Z BOSON DECAYS INTO ELECTRON AND MUON WITH THE CMS DETECTOR AT THE LHC**Wael. HAJAHMAD**

Erzincan Binali Yildirim University, Department of Physics, Turkey

RWTH Aachen University, III.Physikalisches Institut B, Germany

ABSTRACT

The standard model forbids lepton flavor violating processes despite the absence of an underlying symmetry. The observation of the neutrino oscillations proved the neutral lepton flavor violation, which opened a new gateway to search for violations in charged lepton sector. Hence, the observation of charged lepton flavor transitions would represent a clear signal of new physics beyond the standard Model. This search performs a direct search for charged lepton flavor violation in leptonic decays of Z boson into electron and muon final state using data samples of proton-proton collisions collected by the CMS detector at the LHC, corresponding to an integrated luminosity of 35.9 fb^{-1} at a center-of-mass energy of 13 TeV.

Keywords: LHC, CMS, Exotica, Lepton Flavor Violation.

**PROCEEDINGS BOOK**by ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

**SIMULATION OF SIGNAL MONTE CARLO SAMPLES OF LEPTON FLAVOR VIOLATING
DECAYS OF Z BOSON INTO ELECTRON AND MUON****Wael. HAJAHMAD**

Erzincan Binali Yildirim University, Department of Physics, Turkey

RWTH Aachen University, III.Physikalisches Institut B, Germany

ABSTRACT

Observation of lepton flavor violation in decays of Z boson into a pair of leptons of different flavors would be a clear signal of new physics beyond the Standard Model. The lepton flavor violation in Z boson decays are predicted by models with heavy neutrinos, supersymmetry, and extended gauge models. Decays of Z boson into an electron and a muon are considered. This work describes all the physical and technical details of modelling and generating $Z \rightarrow e \mu$ signal Monte Carlo samples using Madgraph event generator. The signal samples are simulated for proton-proton collisions at a center-of-mass energy of 13 TeV.

Keywords: LHC, CMS, Exotica, Lepton Flavor Violation, Monte Carlo Simulation.

**PROCEEDINGS BOOK**by ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

ELECTRICAL CHARACTERISTICS OF AL/(ORGANIC INTERLAYER)/P-SI SCHOTTKY DIODES UNDER VARIOUS ILLUMINATION INTENSITIES**Ömer SEVGİLİ***Bingöl University, Vocational School of Health Services, ORCID No: 0000-0003-1740-1444***ABSTRACT**

The photodiode is an optoelectronic device which is converts the incident photon energy to electricity and it is widely optoelectronic and electronic device technology. Especially, interfacial layer is very important for photodiode applications. The main purpose of this study, the photodiode application of Al/(organic interlayer)/p-Si Schottky Diodes was investigation. The organic interlayer solution were deposited on n-Si by using spin coating method and Al/(organic interlayer)/p-Si Schottky Diodes were fabricated. To determination the photosensing properties of photodiode such as open circuit voltage (V_{oc}), short circuit current (I_{sc}) were evaluated by values illumination condition. Additionally, the diode parameters such as ideality factor (n), the zero-bias barrier height (Φ_{B0}), saturation current (I_0) and series resistance (R_s) were also evaluated by dark and illumination condition. The Current-Voltage (I-V) measurements were performed by using Keithley 2400 source-meter between (-3) V and 3 V both under dark and different illumination conditions at room temperature. Additionally, to examine surface morphology of Al/(organic interlayer)/p-Si Schottky Diodes was used X-ray diffraction (XRD) and Scanning Electron Microscopy (SEM). The photodiode performance under illumination condition was better than dark. The photoelectrical properties of Al/(organic interlayer)/p-Si Schottky Diodes indicate that the prepared photodiode can be used in optoelectronic and electronic device technology.

Keywords: Photodiode applications, organic interlayer, Schottky Diode, optoelectronic technology

**PROCEEDINGS BOOK**by ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

PHOTOCONDUCTIVE PROPERTIES OF MGNIO AND ITS OPTOELECTRONIC APPLICATIONS**Fahrettin SARCAN**

Department of Physics, Faculty of Science, Istanbul University, Orcid No: 0000-0002-8860-4321

ABSTRACT

In this study, optical and electrical properties of MgNiO semiconductor has been studied in the range of 30 K to 300 K. Photoconductivity spectrums showed that the energy band bap of MgNiO blue shift as a function of Mg content. Moreover, a new heterostructured ultraviolet metal-semiconductor-metal photodetector based on $Mg_{0.67}Ni_{0.33}O$ thin film on $SrTiO_3$ is reported. The responsivity of the $Mg_{0.67}Ni_{0.33} - SrTiO_3$ based photodetector at 320 nm is 415 mA/W, with dark current lower than 40 pA at a bias of 10 V. The proposed heterostructured detector has close to an order of magnitude enhanced responsivity in the deep-ultraviolet region compare to the reference $SrTiO_3$ photodetector. The rise time more than two orders of magnitude shorter than the reference $SrTiO_3$ photodetector.

Keywords: MgNiO, photoconductivity, Metal-Semiconductor-Metal, deep ultraviolet,

**PROCEEDINGS BOOK**by ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

A LOW VACUUM PRESSURE SENSOR BASED ON ZNO NANOPARTICLES**Fahrettin SARCAN**

Department of Physics, Faculty of Science, Istanbul University, Orcid No: 0000-0002-8860-4321

ABSTRACT

In this study, ZnO nanoparticles based vacuum pressure sensor for low vacuum applications is studied. The sensor reveals a linear relationship in current versus pressure in a logarithmic plot. In the range of 1 mbar to 10^{+3} mbar, the sensor sensitivity is found be 110, which is the highest sensitivity for ZnO nanostructure-based vacuum sensors. Using the resistance-time plot of the vacuum pressure, the rise and fall times of the sensor are determined as 6.6 and 15.6 s, respectively. The power consumption of the sensor is $6.5 \mu\text{W}$. The operational parameters of the proposed sensor are found be much better than those of previously reported ZnO nanostructure-based sensors and, indeed, traditional ones. The sensing mechanism of the sensor is explained by the adsorption/desorption of OH^- ions from the surface of the ZnO nanoparticles, leaving behind oxygen ions combined with oxygen vacancy states.

Keywords: vacuum pressure sensor, ZnO, ZnO nanoparticles, nanostructures.

PROCEEDINGS BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

**NANO BOR NİTRÜR TAKVİYELİ EPOKSİ YAPIŞTIRICILARIN HAZIRLANMASI VE
KARAKTERİZASYONU****PREPERATION AND CHARACATERIZATION OF NANO BORON NITRIDE REINFORCED EPOXY
ADHESIVES****Gediz UĞUZ**

Dr. Öğr. Üyesi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Kimya Mühendisliği Bölümü, ORCID No 0000-0002-67966067

Kürşat GÜLTEKİN

Dr. Öğr. Üyesi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü, ORCID No:0000-000267906822

Yasemin KORKMAZ

Lisansüstü, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü, ORCID No:0000-0002-4516-985X

ÖZET

Uzay, havacılık, denizcilik ve savunma vb. endüstrilerinin çeşitli gereksinimleri doğrultusunda geliştirilen polimer matrisli malzemeler önemli bir malzeme grubudur. Son yıllarda, endüstriyel ve gündelik anlamda kullanımının giderek artmasına bağlı olarak, nanopartikül takviyeli polimer malzemelerin üretilmesi ve geliştirilmesine yönelik çalışmalar araştırmacıların ilgisini çekmektedir. Özellikle, çeşitli amaçlarla, epoksi polimerlerin nanopartiküller ile takviyelendirilmesi alanındaki çalışmalar hız ve önem kazanmıştır.

Epoksi polimerler başta kaplama ve yapıştırma amaçlı olmak üzere ulaşım, beyaz eşya ve savunma endüstrisi gibi çok çeşitli kullanım alanına sahiptir. Nanopartiküller, türlerine ve uygulanma şekillerine göre üretilen polimer matrisli malzemelerin mekanik, kimyasal, termal ve elektriksel vb. çeşitli özelliklerinin iyileştirilmesinde kullanılacak uygun katkı malzemeleri olarak görülmektedir. Bor bileşikler bu özelliklerin iyileştirilmesi kapsamında kullanılacak stratejik öneme sahiptir. Ayrıca gelişen sanayi ve teknolojik ilerlemelerin temel girdi maddelerinin başında gelen vazgeçilmez mineral kaynaklarından biridir. Son yıllarda yapılan araştırmalar, özellikle bor nitrürün polimer malzemelerin mekanik ve termal özelliklerini iyileştirme konusunda önemli bir katkı çeşidi olabileceğini göstermiştir.

Sunulan bu çalışma kapsamında yapıştırıcılarda nanopartikül katkı oranının etkisini incelemek amacıyla, iki farklı özellikteki epoksi yapıştırıcı içine farklı oranlarda (%0, %0,5, %1, %2, %3, %4 ve %5) nano hegzagonal bor nitrür (h-BN) partikülleri katılmasıyla üretilen yeni yapıştırıcı numuneleri hazırlanmıştır. Hazırlanan numuneler Taramalı Elektron Mikroskopu (SEM) ve Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi (FT-IR) teknikleri ile karakterize edilmiştir. SEM görüntüleri nanotakviye malzemesinin polimer matrisi içerisindeki dağıldığını fakat ağ yapıya yeterince tutunamadığını göstermektedir. FT-IR spektrumlarına dayalı yapısal analizler, seçilen tüm iki bileşenli yapıştırıcıların küreleşme esnasında çapraz bağlanmaların ağırlıklı olarak azot grupları üzerinden gerçekleştiğini göstermektedir. Katkı oranının artmasına bağlı olarak pik şiddetlerinde geçirgenlik değerlerinin azaldığı görülmektedir. Elde edilen bulgular neticesinde nanopartiküllerin modifikasyon çalışmasının gerekliliği ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Bor Nitrür, Epoksi, FT-IR, Nanopartikül, Yapıştırıcı**ABSTRACT**

Polymer matrix materials developed in line with the various requirements of the industries as space, aviation, marine, defense etc. are an important material group. In recent years, due to the increasing use of them in industrial and daily terms, studies on the production and development of nanoparticle reinforced polymer

materials have attracted the attention of researchers. Especially, studies in the field of reinforcing epoxy polymers with nanoparticles for various purposes have gained speed and importance.

Epoxy polymers have a wide variety of uses, especially for coating and bonding, such as transportation, white goods and defense industry. Nanoparticles are seen as suitable additives that can be used to improve various properties of polymer matrix materials as mechanical, chemical, thermal and electrical, etc. produced according to their types and applications. Boron compounds have strategic importance that can be used to improve these properties. It is also one of the indispensable mineral resources, which is one of the main inputs of developing industry and technological advances. Research, conducted in recent years, has shown that boron nitride, in particular, can be an important type of reinforcement in improving the mechanical and thermal properties of polymer materials.

Within the scope of this study presented, the effect of nanoparticle reinforcement ratio in adhesives, new adhesive samples were prepared by adding different proportions (0%, 0.5%, 1%, 2%, 3%, 4% and 5%) of nano hexagonal boron nitride particles into two different epoxy adhesives. The prepared samples were characterized by Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FT-IR) and Scanning Electron Microscopy (SEM) techniques. SEM images show that the nano reinforcement material is dispersed in the polymer matrix but could not adhere to the network sufficiently. Structural analysis based on FT-IR spectra show that all selected two-component adhesives are cross-linked mainly through nitrogen groups during curing. It is observed that the transmittance values decrease in peak intensities due to the increase in the reinforcement ratio. As a result of the findings obtained, the necessity of a modification study of nanoparticles was revealed.

Keywords: Adhesive, Boron Nitride, Composite, Epoxy, FT-IR, Nanoparticle

1. GİRİŞ

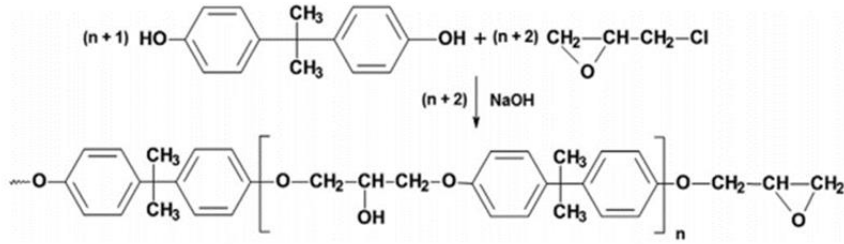
Malzeme ekonomide tüm faaliyetlere girdi sağlaması açısından yüksek potansiyele sahiptir ve bu niteliği açısından mikro-elektronik, biyoteknoloji ve nanoteknoloji ile birlikte endüstriyel üretimin temel teknolojik alanlarından birisi olarak kabul edilmektedir. Bu potansiyel doğrultusunda bilim insanları tarafından, malzeme biliminin araştırma ve geliştirilmesine yönelik çok çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Malzeme bilimi özellikle savunma, havacılık, uzay, mikro-elektronik, iletişim ve otomotiv sektörlerinde kullanılacak ileri malzemelerin üretilmesi için çeşitli gereksinimler ve bu gereksinimleri karşılayabilecek çok disiplinli ve proses ağırlıklı bir alana dönüşmesiyle birlikte ilerlemektedir. Bu bağlamda kompozit malzemeler, akıllı ve işlevsel malzemeler, optoelektronik malzemelerin üretilmesi ve geliştirilmesi önem kazanmıştır. Bu ürünlerinin üretilmesi ve geliştirilmesi ülkemiz için de önemli fırsat alanlarıdır. Modern mühendislik sorunlarına yeni bir bakış açısı getiren nanoteknoloji, geleneksel malzemeleri yeni nano malzemelere bırakarak her alanda yerini almıştır [1].

Polimer nanokompozit teknolojisi endüstride, yapısal ve kaplama malzemelerinden medikal ürünler ve elektronik cihazlara kadar çok geniş uygulama alanına sahiptir [2,3]. Polimer nanokompozitler polimer matrisi ve nanoparçacığı karıştırılmasıyla üretilen çift bileşenli sistemlerdir. Polimer nanokompozit üretiminde, polimer matrisi olarak yüksek modül, kimyasal direnç ve iyi işlenebilirlik gibi özelliklere sahip olmasından dolayı epoksi reçineler yaygın olarak kullanılmaktadır [4]. Son yıllarda yapılan araştırmalar, nanopartiküllerin epoksi matrisin içinde homojen olarak dağıtıldığında, reçinenin mekanik, optik, termal, elektronik veya manyetik özellikleri gibi özelliklerinin çarpıcı bir şekilde iyileştiğini göstermiştir. Bu sebeple araştırmacılar boyut, şekil, takviye oranı, kimyasal bileşim gibi parametrelerin nanokompozit malzemelerin üzerinde önemli etkiye sahip olduklarını vurgulamışlar ve nanopartiküllerin epoksi matris içerisindeki etkileşimini detaylı olarak incelemişlerdir [5].

Yapılan araştırmalar h-BN/epoksi kompozitlerinin termal iletkenliğinin ve elektriksel yalıtkanlığının mükemmel olduğunu göstermiştir [6]. Malzemelerde termal iletkenlik ve elektriksel yalıtkanlık istenilen koşullardır ve h-BN/epoksi kompozitleri malzemelerdeki bu gereksinimi karşılamaya aday nanokompozitlerdir [7]. Ayrıca epoksi içine h-BN takviyesi tokluk, elastisite modülü gibi mekanik özellikleri iyileştirebileceği sonuçlarına varılmıştır [5].

Bu çalışmada, nanopartikül takviye oranının etkisini incelemek amacıyla, iki farklı özellikteki epoksi yapıştırıcı içine farklı oranlarda (%0, %0,5, %1, %2, %3, %4 ve %5) nano hegzagonal bor nitrür (h-BN) partikülleri katılmasıyla üretilen yeni yapıştırıcı numuneleri hazırlanmıştır. Hazırlanan numunelerde epoksi matrisi ve nanopartikül arasındaki etkileşimi incelemek amacıyla Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) ve Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi (FT-IR) ve teknikleri ile karakterize edilmiştir.

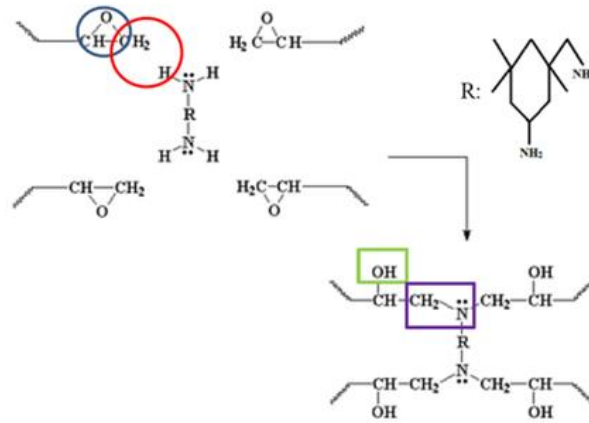
Epoksi yapıştırıcılar genellikle **Şekil 1**'de gösterildiği gibi sodyum hidroksit (NaOH) katalizörü eşliğinde Bisfenol A ve epiklorohidrinin tepkimesi sonucu üretilirler [8]. Epoksi reçine içermezler fakat kürleşme işlemi sonrasında 1260 ve 695 cm^{-1} 'deki C-N bağlarından kaynaklı pikler göstermektedir [8-10].



Şekil 1. Bisfenol A ve Epiklorohidrin tepkimesi

Çift bileşenli epoksi yapıştırıcılar epoksi reçine içerisindeki temel bileşen olan oksiran halkasının çeşitli kürleşme ajanları ile polimerizasyonu sonucu üretilirler. Kürleşme ajanları çift bileşenli sistemlerde ayrıca sertleştirici olarak bilinmektedir. Bu sistemlere çeşitli amaçlarla, sertleştiricinin yanısıra, seyrelticiler, plastikleştiriciler ve hızlandırıcılar gibi çeşitli katkı maddeleri ilave edilmektedir. Genellikle oda sıcaklığında kürleşebilen alifatik aminler ve poliamidler yaygın sertleştirici türlerine örnek verilebilir. Düşük molekül ağırlıklı sıvı epoksiler kürleşmesi için amin grupları kullanılmaktadır[12]. Epoksi yapıştırıcıların kürleşme mekanizması **Şekil 2**'de gösterilmiştir.

FT-IR kızılötesi radyasyon altında, malzemelerin atomları arasındaki bağ etkileşimlerini inceleyen enstrümental bir tekniktir. Analiz esnasında örnek üzerinden kızılötesi ışın geçirilirken, bu ışın örnek tarafından absorplanır ve örnekteki bağlar arasında farklı titreşimler meydana getirmektedir. Geriye kalan kızılötesi ışın yansıtılır. Her malzeme farklı atomlardan oluştuğu için, iki farklı molekül aynı spektrumu vermez. Bu kapsamda FT-IR spektroskopisi karışımların bileşenlerini, fonksiyonel grupları ve bilinmeyen malzemelerin yapılarını belirlemede kullanılan yaygın bir tekniktir [13].

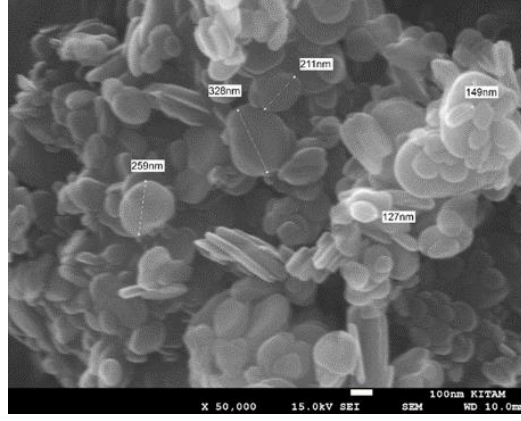


Şekil 2. Epoksinin kürleşme mekanizması [11].

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

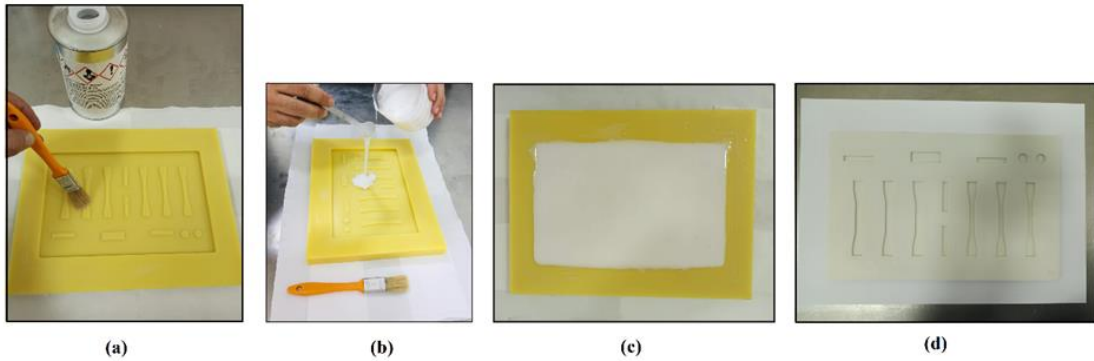
Polimer matrisi olarak çift bileşenli Araldite 2011 (Hunstman, USA) yapıştırıcı ve MGS-LR285 (Hexion, USA) yapıştırıcı ve MGS-LH285 sertleştiricisi ile birlikte kullanılmıştır. Takviye malzemesi olarak kullanılan nanopartikül olarak ise Eşkişehir'de bulunan Bor Teknolojileri ve Mekatronik San. Tic. A.Ş.'den (BORTEK A.Ş.) hegzagonal bor nitrür (h-BN) tedarik edilmiştir. Nano h-BN plaka şeklinde olup boyutları yaklaşık 100-400 nm arasındadır ve % 97 saflığa sahiptir ve SEM görüntüsü **Şekil 3**'te gösterilmiştir.



Şekil 3. Nano h-BN'nin SEM görüntüsü

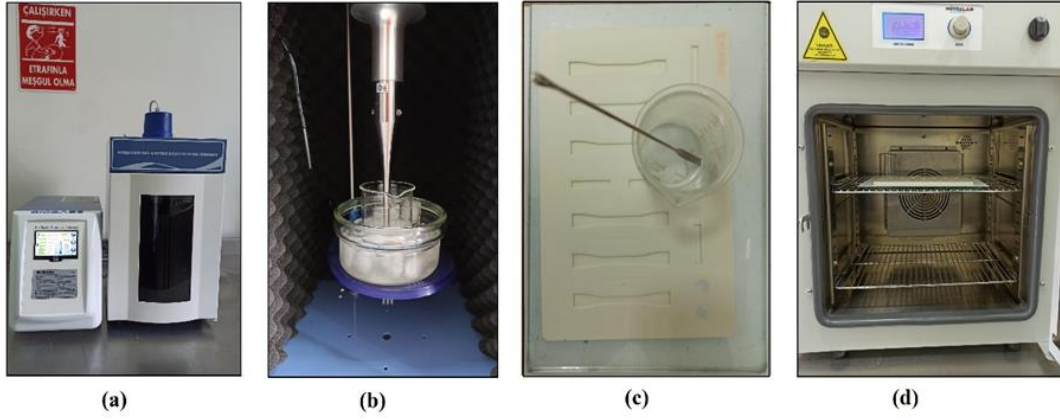
2.2. Numunelerin Hazırlanması

Nano h-BN partikülleri %0, %0,5, %1, %2, %3, %4 ve %5 olmak üzere farklı oranlarda iki farklı epoksi yapıştırıcı içine takviyelendirilerek yeni yapıştırıcı numuneleri hazırlanmıştır. Nanopartiküllerin yapıştırıcı içinde homojen olarak dağılması önemli bir husustur. Bu amaçla ilk aşamada nano h-BN partikülleri 15 dakika boyunca yaklaşık 20 ml aseton içerisinde ultrasonik homojenizatörde karıştırılmıştır. Bir sonraki aşamada aseton içinde dağıtılmış nanopartiküller karıştırma oranına göre miktarı belirlenen epoksi yapıştırıcı içerisinde 30 dakika boyunca ultrasonik homojenizatör ile karıştırılmıştır. Hazırlanan bu nanopartikül epoksi karışımına Araldite 2011 epoksi yapıştırıcılarda sertleştirici oranı ağırlıkça 100:80 ve MGS-L285 epoksi yapıştırıcılarda sertleştirici oranı ağırlıkça 100:40 olacak şekilde ilave edilerek özel olarak tasarlanan ve üretilen dişi silikon kalıba dökülmüştür. Dişi silikon kalıbı hazırlamak amacıyla belirli boyutlarda erkek kalıp tasarlanarak üretilmiştir. Erkek kalıbın üzerine dökülecek silikonun kalıptan kolayca ayrılabilmesi için kalıp ayırıcı kullanılmıştır. Daha sonra kalıp silikonu ve katalizörü belirtilen oranlarda karıştırılarak erkek kalıbın üzerine dökülmüştür. Yaklaşık 6 saat sonra silikon kalıp tam olarak donmuş ve şekil almıştır. Bu işlem sonucunda dişi numune kalıbı üretilmiştir. Dişi silikon kalıbın hazırlanması Şekil 4'te gösterilmiştir. Silikon kalıba dökülen Araldite 2011 yapıştırıcı ile hazırlanmış yeni yapıştırıcı numuneleri 60°C'de 75 dakika ve MGS-L285 yapıştırıcı ile hazırlanmış yeni yapıştırıcı numuneleri 80°C'de 35 dakika etüvde kürleştirilmiştir. Numunelerin hazırlanması aşamaları Şekil 5'te özet olarak gösterilmiştir. Üretilen numunelerin SEM ve FT-IR teknikleri ile analiz edilebilmesi amacıyla yüzeyleri zımparalanmış etil alkol ile yıkanmış ve kurutulmuştur. Hazırlanan SEM ve FT-IR numuneleri içerik ve kodları **Tablo 1**'de gösterilmiştir.



Şekil 4. Dişi silikon kalıbın hazırlanma aşamaları

*a)erkek kalıba kalıp ayırıcı sürülmesi, b) silikonun kalıba dökülmesi, c) silikonun donması, d) üretilen dişi numune kalıbı



Şekil 5. Numunelerin hazırlanması aşamaları

*a) ultrasonik karıştırıcı, b) ultrasonik karıştırıcı probu ile nanopartikülün epoksi içinde dağıtılması, c) dişi kalıba epoksinin dökülmesi, d) numunelerin etüde kürleştirilmesi

Tablo 1. Hazırlanan SEM ve FT-IR numunelerinin içerik ve kodları

Numune kodu		
Araldite 2011	MGS – L285	% h-BN takviye oranı
A-BN-0	H-BN-0	0
A-BN-0.5	H-BN-0.5	0.5
A-BN-1	H-BN-1	1
A-BN-2	H-BN-2	2
A-BN-3	H-BN-3	3
A-BN-4	H-BN-4	4
A-BN-5	H-BN-5	5

2.3.Karakterizasyon

2.3.1.Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM)

h-BN takviyeli epoksi yapıştırıcıların yüzey morfolojisini incelemek amacıyla JEOL JSM-7001F SEM kullanılmıştır. h-BN ve epoksi iletken malzeme değildir. Örneklerin yüzeyi, yüzeyde elektriksel iletkenliği sağlayabilmek, depolamayı önlemek ve detaylı incelemek amacıyla altın (Au) ve palladyum (Pd) nano parçacıkları ile kaplanmıştır. SEM görüntüleri 15 kV hızlandırma voltajında 10000 büyütme ile alınmıştır. Epoksi yapıştırıcı içerisindeki nano h-BN partikülleri SEM tekniği ile tespit edilmiştir.

2.3.2.Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi (FT-IR)

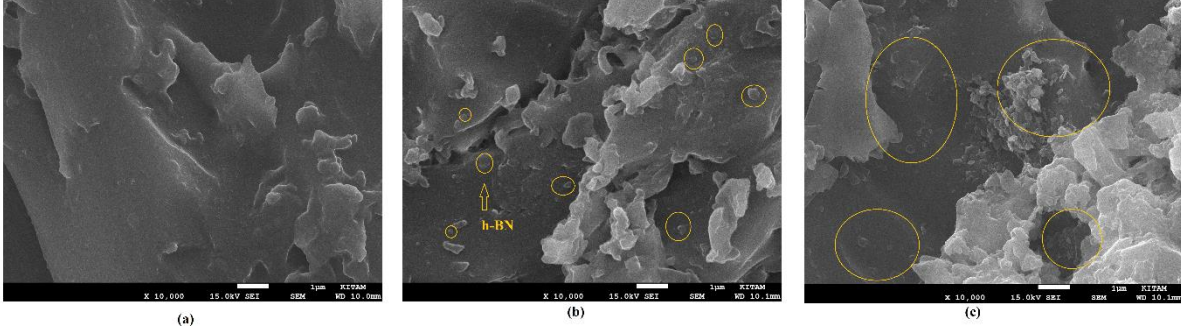
FT-IR kızılötesi radyasyon altında, malzemelerin atomları arasındaki bağ etkileşimlerini inceleyen enstrümental bir tekniktir. Analiz esnasında örnek üzerinden kızılötesi ışın geçirilirken, bu ışın örnek tarafından absorplanır ve örnekteki bağlar arasında farklı titreşimler meydana getirmektedir. Geriye kalan kızılötesi ışın yansıtılır. Her malzeme farklı atomlardan oluştuğu için, iki farklı molekül aynı spektrumu vermez. Bu kapsamda FT-IR spektroskopisi karışımların bileşenlerini, fonksiyonel grupları ve bilinmeyen malzemelerin yapılarını belirlemede kullanılan yaygın bir tekniktir [13].

Bu çalışmada, numunelerin yapısal analizleri Perkin Elmer Spectrum Two Spektroskopisi yardımıyla FT-IR tekniği kullanılarak yapılmıştır. FT-IR analizi ile birlikte epoksi ve h-BN'ye ait spesifik bağlar karakterize edilmiştir. Her bir spektrum $650-4000 \text{ cm}^{-1}$ dalga sayısı aralığında 4 cm^{-1} çözünürlük ve saniyede 4 tarama ile elde edilmiştir. Tarama sonuçları Spectrum Two bilgisayar yazılımı ile değerlendirilmiştir.

3. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

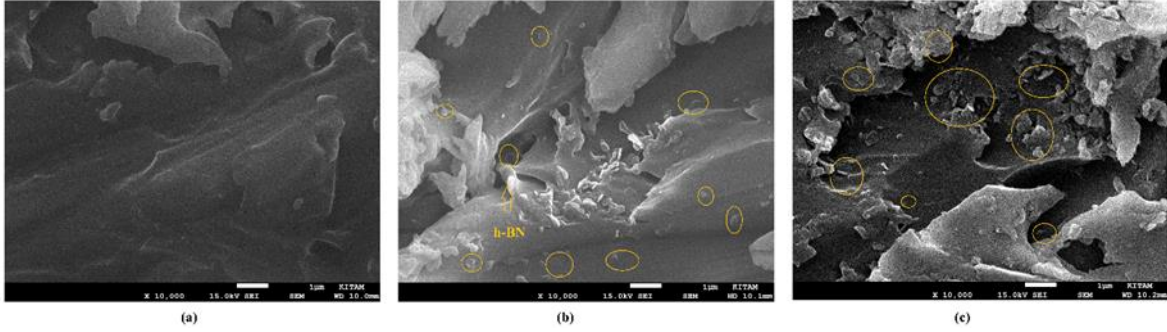
3.1. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM)

Epoksi matris içinde nanoparçacıkların dağılımını belirlemek için takviyesiz epoksi yapıştırıcılar ve takviyeli epoksi numuneleri SEM kullanılarak analiz edilmiştir. Numunelerin yüzeyi polimer olduğu için ve epoksi matrisi içindeki ağ yapıları ve nanopartiküller detaylı gözlemleyebilmek için altın nanopartiküller ile plazma yöntemi ile kaplanmıştır. Numunelerin yüzeyleri incelenmiştir. **Şekil 6** ve **Şekil 7**'de % 0, %1 ve %5 nano h-BN takviyeli Araldite ve MGS – L285 yapıştırıcıların ve SEM görüntüleri verilmiştir.



Şekil 6. Araldite 2011 epoksi yapıştırıcı numunelerin SEM görüntüleri

*a) % 0 h-BN, b) % 1 h-BN, c) %5 h-BN

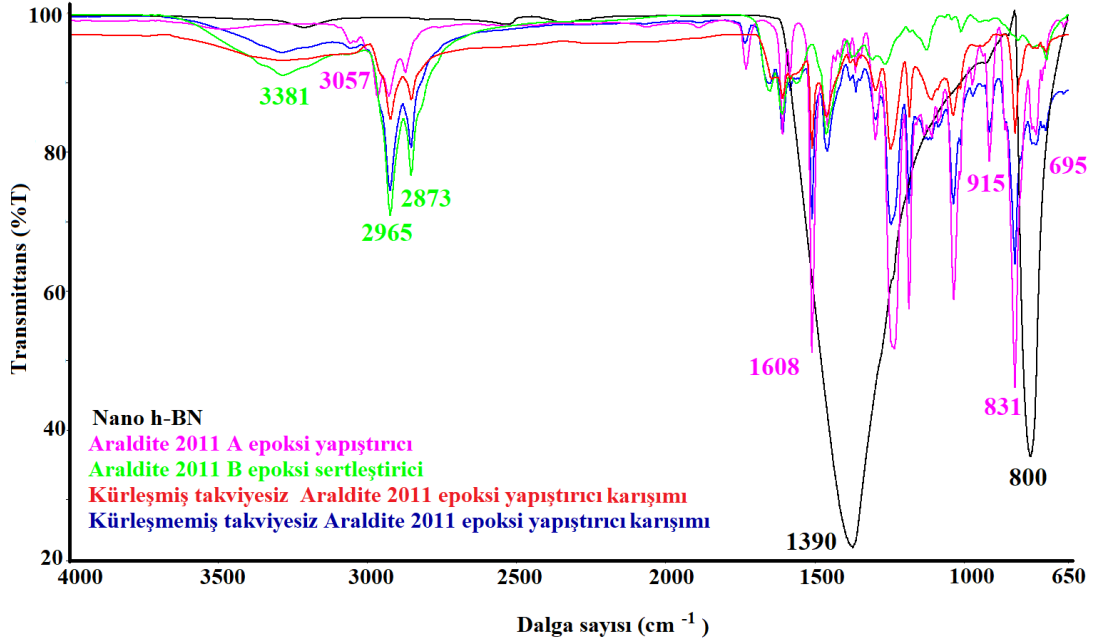


Şekil 7. MGS-L285 epoksi yapıştırıcı numunelerin SEM görüntüleri

*a) % 0 h-BN, b) % 1 h-BN, c) %5 h-BN

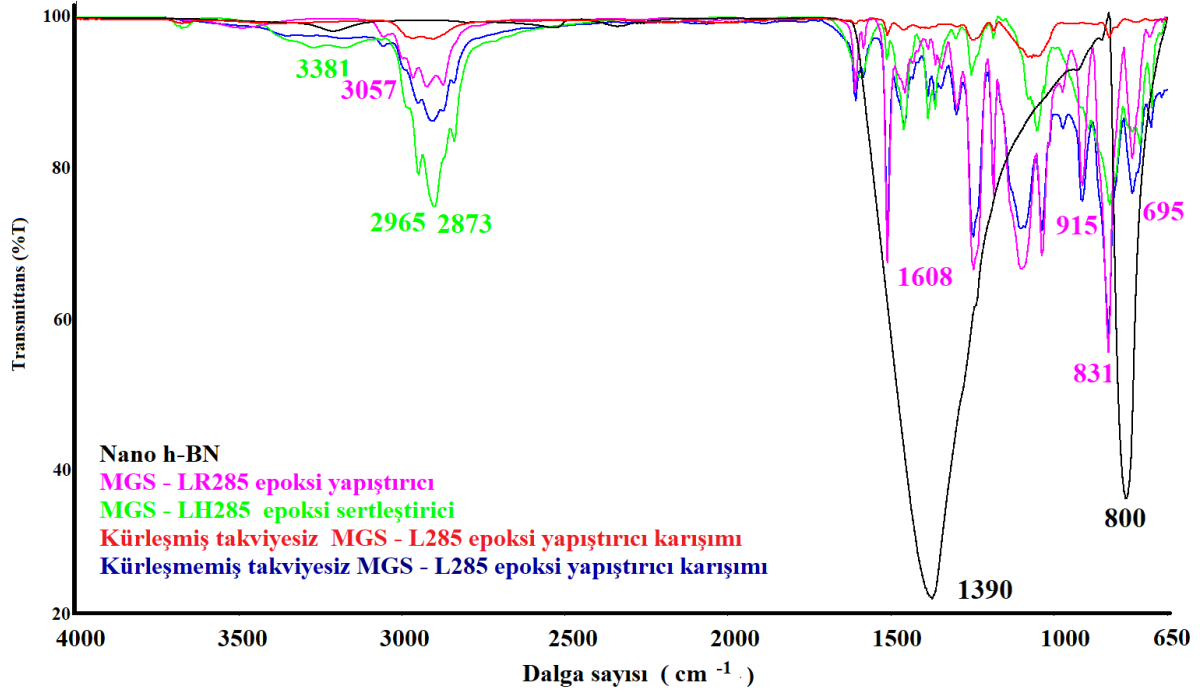
3.2. Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi (FT-IR)

Bu çalışma kapsamında, iki farklı özellikteki epoksi yapıştırıcı içine farklı oranlarda (%0, %0,5, %1, %2, %3, %4 ve %5) h-BN partiküllerinin takviyelendirilmesi ile üretilen yeni yapıştırıcı numuneleri yapıları ve kürleşme davranışları FT-IR tekniği kullanılarak araştırılmıştır. Analiz sonucu elde edilen FT-IR spektrumları **Şekil 9** ve **Şekil 13** arasında gösterilmiş ve pikler **Tablo 2**'de özetlenmiştir.



Şekil 8. Nano h-BN, Araldite 2011 A epoksi yapıştırıcı, Araldite 2011 B epoksi sertleştirici kürleşmiş ve kürleşmemiş takviyesiz Araldite 2011 epoksi yapıştırıcı karışımı

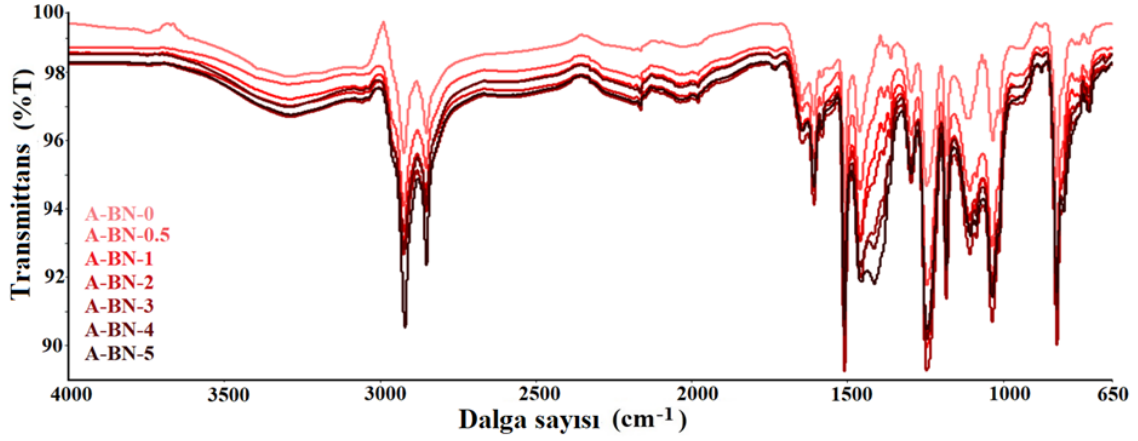
Şekil 8’de Araldite 2011 ile hazırlanan amorf polimer matrisi geniş pikler göstermektedir. Nano h-BN yaklaşık olarak 800 ve 1390 cm⁻¹ dalga sayısında sırasıyla B-N ve B-N-B pikleri göstermektedir [14]. 3381 cm⁻¹ dalga sayısında Araldite 2011 B sertleştirici kaynaklı amin pikleri görülmektedir. 2965 ve 2873 cm⁻¹ dalga sayılarında epoksi yapıştırıcı kaynaklı aromatik C-H bağlarının varlığı gözlemlenmiştir [8,15,16]. Nanotakviye ilave edilmiş karışım halinde gözlenen 1608 cm⁻¹ bant aralığında C=C gerilimlerinin h-BN’nin polimerik matriste dağıldığını işaret etmektedir [8,15]. 695 cm⁻¹ dalga sayısında sertleştirici kaynaklı C-N bağları görülmektedir [17]. 3057, 915 ve 835 cm⁻¹ dalga sayılarında epoksinin kimyasal formülündeki oksiran halkalarının varlığı görülmektedir [8,14,15]. Şekil 9’da benzer olarak, nano h-BN, MGS-LR285 epoksi yapıştırıcı, MGS-LH285 epoksi sertleştirici kürleşmiş ve kürleşmemiş takviyesiz MGS - L285 epoksi yapıştırıcı karışımı için karakteristik pikler gösterilmiştir. Şekil 11 ve 13’te; h-BN nanotakviyesi ile epoksi yapısında 1363, 1190, 1063 ve 1036 cm⁻¹ dalga sayılarında sırasıyla C-CH₃ (metil kaynaklı), C-OH (ikincil alkol kaynaklı), C-O (eter kaynaklı) ve C-O (aromatik halka kaynaklı) bağlarında pik titreşimlerinin değiştiği görülmüştür [8,9,14,15,18]. Şekil 10 ve Şekil 12’de verilen FT-IR spekturumları incelendiğinde; takviye oranının artmasına bağlı olarak pik şiddetlerinde % geçirgenlik değerlerinin azaldığı görülmektedir



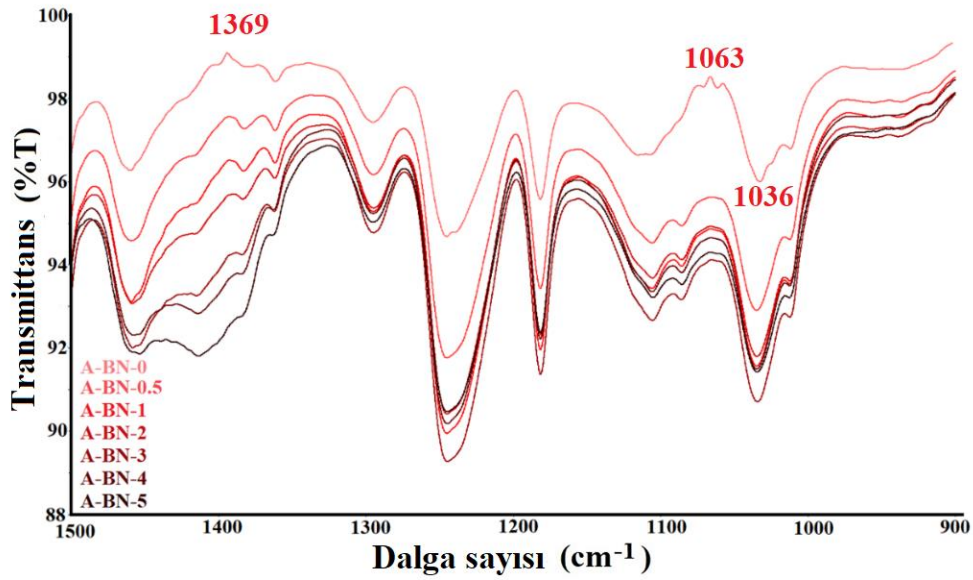
Şekil 9. Nano h-BN, MGS-LR285 epoksi yapıştırıcı, MGS-LH285 epoksi sertleştirici kürleşmiş ve kürleşmemiş takviyesiz MGS-L285 epoksi yapıştırıcı karışımı

Tablo 2. Epoksi, sertleştirici, kürleşmemiş epoksi, kürleşmiş epoksi ve h-BN için FT-IR spektrumları

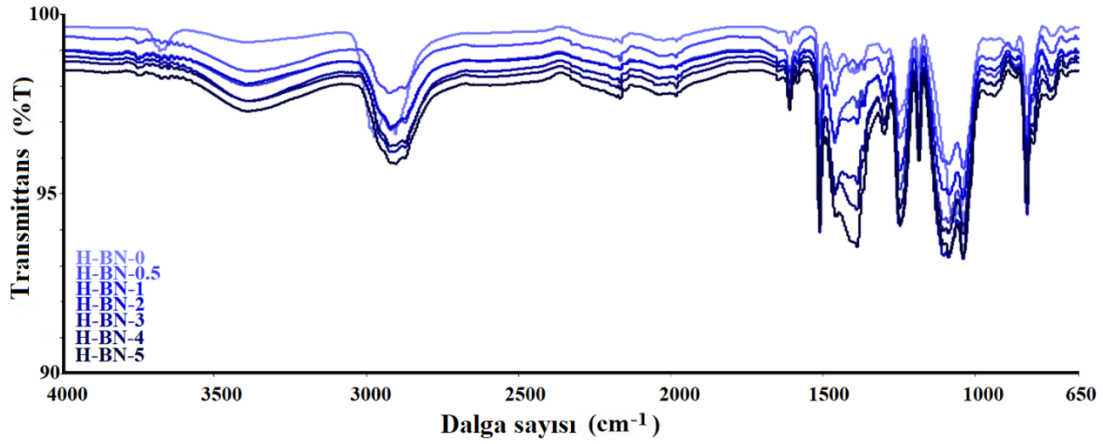
Dalga sayısı (cm ⁻¹)	Fonksiyonel Grup
3381	N-H sertleştirici kaynaklı amin
3504	O-H gerilmeleri (fenol ve alkol)
3057	C-H oksiran halkası kaynaklı gerilme
2965	C-H CH ₂ gerilmesi
2873	Aromatik C-H
2688	Geniş nem piki
1700	C=O karbonil piki
1608	Aromatik C=C
1509	Aromatik C-C
1500	Para substituted benzen
1454	Aromatik and alifatik C-H
1435	B-N gerilmesi
1390	B-N titreşimi
1363	C-CH ₃
1260	C-N gerilme piki
1247	Aromatik C-O
1230	C-O eter köprüsü
1192	C-O ikincil alkol
1063	C-O eter
1036	Aromatik C-O
915	C-O oksiran halkası kaynaklı C-H piki
831	C-O-C oksiran halkası kaynaklı
800	B-N-B piki
772	CH ₂ yarıma piki
695	C-N sertleştirici kaynaklı
560	C-C titreşimi



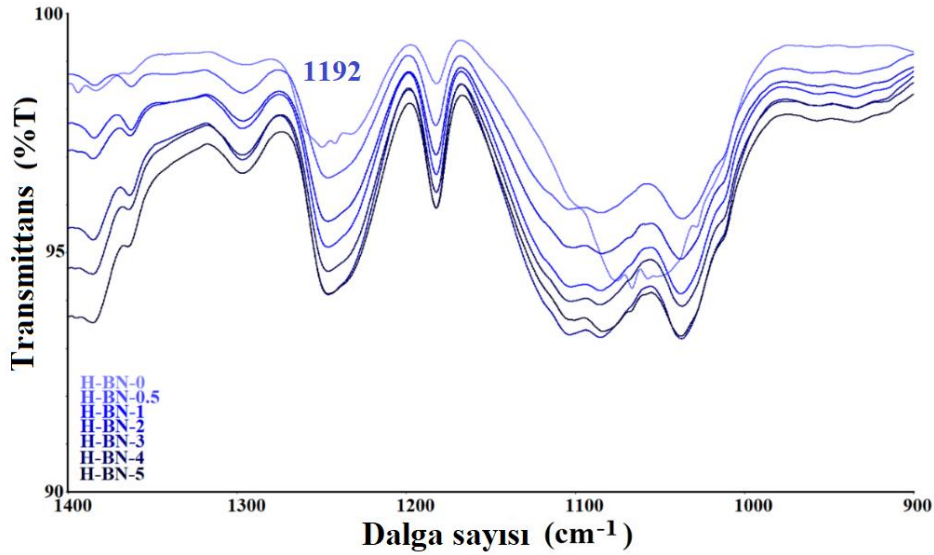
Şekil 10. % 0, %0.5, %1, %2, %3, %4 ve %5 nano h-BN takviyeli Araldite 2011 epoksi yapıştırıcı numunelerin FT-IR spektrumları



Şekil 11. % 0, %0.5, %1, %2, %3, %4 ve %5 nano h-BN takviyeli Araldite 2011 epoksi yapıştırıcı numunelerinin 900-1500 cm⁻¹ dalga sayısı aralığındaki FT-IR spektrumları



Şekil 12. % 0, %0.5, %1, %2, %3, %4 ve %5 nano h-BN takviyeli MGS-L285 epoksi yapıştırıcı numunelerin FT-IR spektrumları



Şekil 13. % 0, %0.5, %1, %2, %3, %4 ve %5 nano h-BN takviyeli MGS-L285 2011 epoksi yapıştırıcı numunelerinin 900-1500 cm^{-1} dalga sayısı aralığındaki FT-IR spektrumları

4. SONUÇ

SEM tekniği ile elde edilen sonuçlara göre; takviyesiz epoksi numuneleri nanopartikül takviyeli numunelere göre daha düz bir yüzeye sahip oldukları görülmüştür. Yüzeylerde polimerin ağ yapısından kaynaklı boşlukların bazılarının nanopartiküller ile kısmen dolduğu gözlemlenmiştir. Yüzeyde görülen dolmayan boşluklar nanopartikül ile polimer matrisin ağ yapısındaki etkileşiminin tam olmadığını göstermektedir [19]. Özellikle nano h-Bn takviye yüzdesi %1'den %5' kadar artarken kısmen dağılma görülmektedir. Takviye oranının artmasıyla nanopartiküllerin epoksi yapıştırıcı içerisinde kısmi kümeleşmelerin olduğu Şekil 6 ve Şekil 7'de görülmektedir.

FT-IR spektrumlarından elde edilen sonuçlara göre polimer matrisi içinde nanotakviye olarak belirtilen nano h-BN'nin ağ yapıda herhangi bir kimyasal değişikliğe sebep olmadığını, bağlar arasında etkileşimde bulunduğunu göstermiştir. Takviye oranının artmasına bağlı olarak pik şiddetlerinde % geçirgenlik değerlerinin azaldığı görülmektedir. Çift bileşenli yapıştırıcıya farklı oranlarda nano h-BN takviyesi ile elde edilen spektrumda olası etkileşimlerin, polimer zincirlerindeki aromatik gruplar arasında gerçekleştiği ve buna dayalı konformasyonel değişimlerin ve pik gerilimlerini düşük enerjili bölgeye kaydıracağı söylenebilir. Nanotakviye ilave edilmiş karışım halinde gözlenen 1731-1616 cm^{-1} bant aralığında C=C gerilimlerinin h-

BN'nin polimerik matriste dağıldığını işaret etmektedir. Sonuçlar h-BN partiküllerinin içine belirli oranda yerleştiğini göstermektedir.

5. ÖNERİLER

Bu çalışmadan elde edilen SEM görüntülerinde, yüzeylerde polimerin ağ yapısında kaynaklı boşluk bölgelerinin varlığı görülmektedir. Yüzeyde görülen boşluklar nanoparçacık ile polimer matrisin ağ yapısındaki kısmi etkileşiminin olduğunu göstermektedir. Literatürde malzemelerin mekanik, ısıl ve elektriksel vb. bir takım özelliklerinin iyileştirilmesi amacıyla nanopartiküllerin polimer yapıda kenetlenmesini sağlamak amacıyla modifikasyon yöntemleri kullanılmaktadır. Nano h-BN yüzeylerinin ağ yapıya daha iyi kenetlenmesi için modifikasyon yönteminin kullanılması önerilmektedir. FT-IR spektrumlarından elde edilen sonuçlara göre polimer matrisi içinde nanotakviye olarak belirtilen nano h-BN'nin ağ yapıda herhangi bir kimyasal değişikliğe sebep olmadığını, bağlar arasında etkileşimde bulunduğunu göstermiştir. Takviye oranının artmasına bağlı olarak pik şiddetlerinde % geçirgenlik değerlerinin azaldığı görülmektedir. Bu azalma, FT-IR tekniği kullanılarak epoksi içine katılan nanotakviye malzemelerin miktarının kantitatif olarak belirlenebileceği konusunda yol göstermektedir.

Teşekkür

Bu çalışma Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından 119M939 Numaralı proje ile desteklenmiştir.

6. KAYNAKÇA

- [1] Ulus, H., Ark Deşarj Yöntemi ile Bor Nitrid Nano Levha Üretim Karakterizasyonu Ve Karbon Kumaş/Epoksi Kompozitlerin Mekanik Özelliklerine Katkısının İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya, Türkiye, 2014.
- [2] Mai, W.Y., Yu, Z.Z., Polymer Nanocomposites, CRC Woodhead Publishing in Materials., Cambridge, 2006.
- [3] Thakur, V.K., Thakur, M.K., Eco-Friendly Polymer Nanocomposites: Chemistry and Applications, Advanced Structured Materials; Springer: New Delhi, 2015.
- [4] Tsuji, Y., Kitamura, Y., Someya, M., Takano, T., Yaginuma, M., Nakanishi, K., Yoshizawa K., "Adhesion of Epoxy Resin with Hexagonal Boron Nitride and Graphite", ACS OMEGA, Vol.4,pp.4491-4504, 2019.
- [5] Lee, D., Song, S.H.; Hwang, J., Jin, S.H., Park, K.H., Kim, B.H., Hong, S.H., Jeon, S., "Enhanced Mechanical Properties of Epoxy Nanocomposites by Mixing Noncovalently Functionalized Boron Nitride Nanoflakes", Small, Vol.9,pp.2602–2610, 2013.
- [6] Yung, K. C., Liem, H. "Enhanced Thermal Conductivity of Boron Nitride Epoxy-Matrix Composite through Multi-Modal Particle Size Mixing" Journal of Applied Polymer Science.Vol.106,pp.3587-3591, 2017.
- [7] Lin, Z. Y., McNamara, A., Liu, Y., Moon, K. S., Wong, C. P., "Exfoliated Hexagonal Boron Nitride-Based Polymer Nanocomposite with Enhanced Thermal Conductivity for Electronic Encapsulation" Composite Science Technology.Vol.90,pp.123–128,2014.
- [8] Akpınar, I. A., Gürses, A., Akpınar, S., Gültekin, K., Ozel, A., "Investigation of mechanical and thermal properties of nanostructure-doped bulk nanocomposite adhesives" Journal of Adhesion. Vol.94,pp.847–866,2018.
- [9] Romão, B. M. V., Diniz, M. F., Margarete, F. P., Lourenço, V. L., Pardini, L. C., Dutra, R. C. L., "Characterization of the Curing Agents Used in Epoxy Resins with TG / FT-IR Technique" Polimeros. Vol.16,pp.94–98, 2006.
- [10] Topcuoğlu, E., Preparation and Characterization of Polymer Composites Containing Boron Compounds, Master's Thesis, Middle East Technical University, Ankara,2016.

- [11] Yuan, F., Jiao, W., Yang, F., Liu, W., Xu, Z., Wang, R., “Surface modification and magnetic alignment of hexagonal boron nitride nanosheets for highly thermally conductive composites” RSC Advances pp.43380–43389,2017.
- [12] Harrison, H., Lamb, J.T., Nowlin, K.S., Guenther, A.J., Ghiassi, K.B., Kelkar, D., Alston, R. “Quantification of hexagonal boron nitride impurities in boron nitride nanotubes via FTIR spectroscopy” Nanoscale Advances, Vol.2, pp.1693–1701,2019.
- [13] Celiński, M., Sankowska, M., “Explosibility, flammability and the thermal decomposition of Bisphenol A, the main component of epoxy resin,” J. Loss Prev. Process Ind. 2016.
- [14] Yalçinkaya, T., “Synthesis and Characterization of Epoxy / Boron Nitride Composite for Aerospace Applications”(2019).
- [15] Contu, F., Fenzy, L., Taylor, S.R., “An FT-IR investigation of epoxy coatings as a function of electrolyte composition”, Prog. Org. Coatings. Vol.,75, 92–96,2012.
- [16] Maity, P., Kasisomayajula, S.V., Parameswaran, V., Basu, S., Gupta, N., “Improvement in surface degradation properties of polymer composites due to pre-processed nanometric alumina fillers”, IEEE Trans. Dielectr. Electr. Insul. Vol.15, pp.63–72,2008.
- [17] Kipcak, A.S., Gurses, P., Derun, E.M., Tugrul, N., Piskin, S., “Characterization of boron carbide particles and its shielding behavior against neutron radiation”, Energy Convers. Manag. Vol.72, pp.39–44,2013.
- [18] Abenojar, J., Martínez, M.A., Velasco, F., “Effect of Boron Carbide Filler on the Curing and Mechanical Properties of an Epoxy Resin”, pp.8464,2009
- [19] Kumar, R., Mishra, A., Sahoo, S., Panda, B.P., Mohanty, S., Nayak, S.K., “Epoxy-based composite adhesives: Effect of hybrid fillers on thermal conductivity, rheology, and lap shear strength” Advanced Polymer Technologies. Vol.30,2019.

PROCEEDINGS BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

**NANO BOR KARBÜR KATKILI TEK TESİRLİ BAĞLANTILARIN ÇEKME YÜKÜNÜN
DENEYSEL ANALİZİ****EXPERIMENTAL ANALYSIS OF NANO BORON CARBIDE DOPED SINGLE LAP JOINTS
SUBJECTED TO TENSILE LOADING****Kürşat GÜLTEKİN**

Dr. Öğr. Üyesi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü, ORCID No:0000-000267906822

Gediz UĞUZ

Dr. Öğr. Üyesi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Kimya Mühendisliği Bölümü, ORCID No 0000-0002-67966067

Adnan ÖZEL

Prof. Dr. Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü, ORCID No 0000-00018527 3136

ÖZET

Araştırmacılar, son yıllarda nanoteknoloji sayesinde malzeme ve sistemlerin özelliklerini karakterize etmeye başlamışlardır. Nanoteknoloji ve bilimdeki gelişmeler, nanoyapı takviyeli polimerler alanındaki çalışmalara ilham kaynağı olmuştur. Nanoyapının avantajları dikkate alınarak yeni bir yapıştırıcı üretmek önemlidir. Uçaklarda ve havacılık endüstrisinde bor nanopartiküllerinin kullanımı son zamanlarda artmaktadır. Nanoteknolojideki ilerlemeler ile polimerler ve kompozit malzemeler üzerinde yapılan tasarım ve geliştirme çalışmaları, sektörde yaygın kullanımı sağlamıştır. Sunulan çalışmada, olağanüstü sertliğe ve mekanik özelliklere, düşük özgül ağırlığa, kimyasal maddelere karşı büyük dirence sahip hegzagonal bor karbür nanopartiküller (h-B₄C) kullanılarak yeni nano-takviyeli epoksi yapıştırıcılar geliştirilmiştir. Ayrıca, geliştirilmiş bor karbür takviyeli yapıştırıcılar kullanılarak tek bindirmeli bağlantılar üretilmiştir. Bu çalışmada; geliştirilen yapıştırıcının mekanik özelliklerini belirlemek için, nano yapıştırıcıyla birleştirilen tek tesirli bağlantıların çeki hasar yükü deneysel olarak incelenmiştir. Sonuç olarak, deneylerden elde edilen hasar yükleri incelendiğinde, bor karbür nanopartikül takviyeli yapıştırıcıların çekme yükünü önemli ölçüde arttırdığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Bor Karbür, Nano Yapıştırıcı, Nanoyapı, Çekme, Mekanik Özellikler**ABSTRACT**

Researchers began to characterize the properties of materials and systems by means of nanotechnology in recent years. The improvement in nanotechnology and science have affected the studies of nanostructure-reinforced polymers notably. It is important to produce a new bonding element by taking into consideration the advantages of nanostructure. The use of boron nanoparticles in the aircraft and aviation industry have been increasing recently. The design and development studies carried out on the polymers and composite materials with advances in nanotechnology have provided widespread use in the industry. In the presented study, new nanoreinforced epoxy adhesives were developed using hexagonal boron carbide nanoparticles (h-B₄C) that have outstanding hardness, good mechanical properties, low specific weight, great resistance to chemical agents. And, single lap joints were produced using developed boron carbide reinforced adhesives. In this study; to determine the mechanical properties of the developed adhesive, tensile failure load of the nanoadhesively bonded single joints were examined experimentally. As a result, when the failure loads obtained from the experiments were examined, it was seen that boron carbide nanoparticle-reinforced adhesives increased the tensile load of the joints substantially.

Keywords: Boron Carbide, Nano Adhesive, Nanostructure, Tensile, Mechanical Properties

1. GİRİŞ

Modern mühendislik sorunlarına yeni bir bakış açısı getiren nanoteknoloji, geleneksel malzemeleri yeni nano malzemelere bırakarak her alanda yerini almıştır. Nanoteknoloji alanındaki çalışmalar, temel olarak malzeme ve mekanik biliminin konusudur. İçerisinde nanopartikül içeren polimerler, nanokompozit malzemeler olarak yer bulmuş ve bu gelişmenin yapıstırıcı ve yapıstırma bağlantılarına uyarlanması verimli sonuçlar ortaya çıkarmıştır. Bu alanda gerçekleşen gelişmeler, diğer alanları doğrudan veya dolaylı olarak etkilemektedir. Yapıstırma bağlantısı tasarımında, uygun yapıstırıcı seçimi önemli olduğundan nanopartikül ile yapıstırıcı özelliklerinin geliştirilmesi ve istenilen özelliklere sahip yapıstırıcıların üretilmesi önem arz etmektedir. Böylece, uygun özellikteki yapıstırıcı üretimi sayesinde, yapıstırma bağlantılarının tasarımını kısıtlayan mevcut sorunların bir kısmı giderilebilmektedir [1]. Günümüzde polimer malzemelerin mekanik özelliklerini geliştirmek için takviye malzemesi olarak nano boyutta çeşitli partiküllerin katıldığı çalışmaların yoğunlaştığı görülmektedir [2-4]

Saraç vd. [5] tarafından yapılan çalışmada; epoksi içerisine %2, %4 ve %6 oranında nano-Al₂O₃, nano-TiO₂ ve nano-SiO₂ partikülleri katarak geliştirdikleri yapıstırıcılar ile farklı bindirme uzunluklarına sahip tek tesirli çelik bağlantı numuneleri üretmişlerdir. Yapılan deneysel çalışmalar sonucunda hasar yükünün; yapıstırıcı içerisine nanopartiküllerin eklenmesi ile arttığını ve nanopartikül türünün bağlantının mukavemeti açısından önemli bir parametre olduğunu ifade etmişlerdir. Eryıldız vd. [6] farklı oranlarda grafen ve çok duvarlı karbon nanotüp partikülleri (ÇDKNT) kullanarak ürettikleri nanokompozit yapıstırıcı ile birleştirilmiş tek tesirli bağlantı numunelerinin mekanik özelliklerini incelemişlerdir. Bağlantıların dayanımının ağırlıkça %0.5 oranına kadar arttığı ve katkı oranının artmasıyla (>%0.5) aglomerasyon meydana geldiği için bağlantının dayanımının azaldığı belirtilmiştir. Ayrıca, ÇDKNT katkısına kıyasla grafen katkısının bağlantının mukavemetini daha çok artırdığı ifade edilmiştir. Hadjez vd. [7] tarafından yapılan bir çalışmada ise; %2 oranında grafen takviyesiyle tek tesirli karbon kompozit bağlantı numunelerinin mekanik özelliklerinin deneysel ve nümerik olarak inceleyerek grafen katkısının bağlantının hasar yükünü artırdığını ifade etmişlerdir. Ghabezi ve Farahani [8] vakum infüzyon yöntemi kullanarak ürettikleri düz dokuma cam epoksi kompozit malzemeleri birleştirmek için yapıstırıcı içerisine nano alümina partikülleri eklemişlerdir. Deneysel çalışma sonucunda; yapıstırıcı içerisine %0.74 oranında nanopartikülün eklenmesiyle, bağlantının kayma mukavemetinde yaklaşık %14 oranında artış olduğu ifade edilmiştir. Srivastava [9] ağırlıkça %3 oranında çok duvarlı karbon nanotüp (ÇDKNT) katkılı yapıstırıcı kullanarak elde ettiği bindirme bağlantılarının kayma özelliklerini incelemiştir. Yapılan çalışmada, karbon nanotüp katkısının epoksi reçinenin sertlik ve dayanımını arttırdığı ifade edilmiştir. Ayrıca, katkılı yapıstırıcıyla birleştirilmiş bağlantıların kayma deformasyonu ve çatlak oluşumuna karşı direncinin de arttığı belirtilmiştir. Zhang vd. [10], 3-aminpropyltriethoxysilane (APTES) ile fonksiyonize edilmiş karbon nanotüp partikülleri ile yapıstırıcının mukavemet ve rijitliğini artırmış ve kompozit bağlantıların mekanik özelliklerini incelemişlerdir. Bu çalışmayla, yapıstırıcı içerisine eklenen ağırlıkça %0,2 oranında ÇDKNT katkısının, yapıstırıcının kayma mukavemetini %31 oranında artırdığı belirlenmiştir. Marami vd. [11], tarafından yapılan bir çalışmada ise, farklı oranlarda (%0,25, %0,5 ve %1) grafen oksit katkısının yapıstırıcı özelliklerine olan etkisi incelenmiştir. Yapıstırıcı içerisine katılan %0,5 oranında grafen oksit nanopartikül katkısının çekme ve kayma dayanımını sırasıyla %30 ve %27 oranında artırdığı ifade edilmiştir.

Tüzün ve Tunalioglu [12], farklı çaplara sahip kalsiyum karbonatın (CaCO₃) farklı yapıstırıcılar üzerine etkisini incelemek amacıyla, kayma ve soyulma testleri yapmışlardır. Eklenen kalsitin çapı azaldıkça, yapıstırıcının soyulma ve kayma gerilmesi değerlerinin arttığı tespit edilmiştir. Bahsedilen nano partiküllerin yanı sıra, bor bileşikleri de son birkaç yılda kullanılmaya başlanmıştır. Özellikle cam ve seramik sektöründe, malzemenin kullanım ömrünü uzatarak dayanıklılığını maksimum seviyeye çıkaran bor ve bor katkılı ürünler; kauçuk ve plastik sanayiden nükleer uygulamalara kadar birçok alanda öne çıkmaktadır. Literatürdeki çalışmalarda, bor partiküllerin matris malzeme içerisine eklenmesiyle, kompozit malzemelerin mekanik, termal ve fiziksel (optik, elektriksel, yanma vb.) özelliklerinde önemli iyileşmelerin sağlandığı görülmüştür. Bhatia vd. [13] bor karbür (B₄C) ile güçlendirilmiş polimer kompozitlerin fiziksel ve mekanik özelliklerini incelemişlerdir. Epoksi reçine içerisine B₄C katkısıyla elastisite modülünün arttığı gözlemlenmiştir. Saravanan vd, [14], B₄C katkısı ile cam-epoksi kompozitlerin performansını incelemek için yaptıkları çalışmada; ağırlıkça %1 oranında B₄C katkısının kompozit malzemelerde gerilme ve akma mukavemetini artırdığı ve maksimum uzamanın gerçekleştiği ifade edilmiştir. Arslan [15], bor karbür-alüminyum kompozitlerin üretimi ve karakterizasyonu üzerine yaptığı çalışmada, üretilen kompozitlerin mekanik özelliklerini iyileştirdiği ve B₄C-Al kompozitlerin çoklu çarpmalara dayanıklı zırh malzemesi olarak kullanım potansiyeline sahip olduğunu belirtmiştir. Bu bilgiler doğrultusunda; yapıstırıcı içerisine katılan bor nanopartiküllerinin, yapıstırıcı

ve yapıştırma bağlantılarının mekanik, yapısal ve ısısal özelliklerinde iyileştirme sağlayarak, malzemenin dayanımı ve sürdürülebilirliği konusuna ışık tutmuştur.

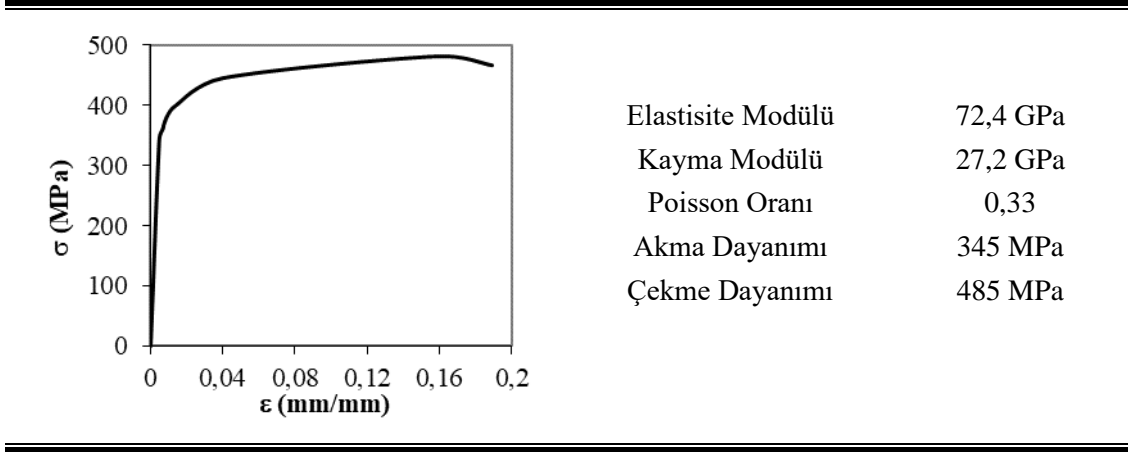
Yapılan bu çalışmada, iki farklı özellikteki epoksi yapıştırıcı içerisine farklı oranlarda hexagonal bor karbür nanopartikülleri katılarak yeni bir epoksi yapıştırıcı geliştirilmiş ve geliştirilen bu yapıştırıcılar kullanılarak tek tesirli yapıştırma bağlantıları üretilmiştir. Modifiye edilmiş ve edilmemiş yapıştırıcılarla üretilmiş bağlantıların çekme testi ile mekanik özellikleri deneysel olarak (hasar yükü, hasar yüzeyi) incelenmiştir. Deneysel sonuçlardan elde edilen bilgiler ışığında; hexagonal bor karbür katkısıyla yapıştırılan bağlantıların hasar yükünün arttığı gözlemlenmiştir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Bu çalışmada, havacılık alanında kullanılması ve uluslararası standartlarda yapıştırıcıların bağlantı performansının değerlendirilmesinde tavsiye edilmesi sebebiyle; yüksek dayanımlı AA2024-T3 alüminyum alaşımı yapıştırılan malzeme olarak kullanılmıştır. AA2024-T3 alüminyum alaşımının mekanik özellikleri **Çizelge 1**'de verilmiştir.

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan AA2024-T3 alaşımının mekanik özellikleri [16]

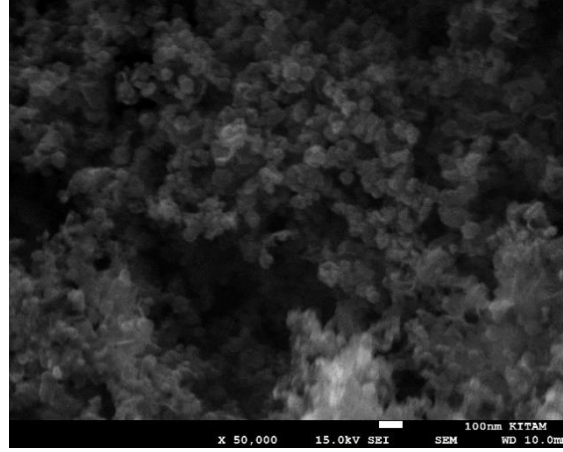


Yapıştırıcı olarak, Araldite-2011 (Hunstman, USA) ve MGS-L285 (Hexion, USA) çift bileşenli sıvı epoksi yapısal yapıştırıcılar kullanılmıştır. Sıvı yapısal yapıştırıcılar; boşluk doldurma ve yüksek bağlantı dayanımı gibi avantajları nedeniyle tercih edilmiştir. Çalışmada kullanılan yapısal yapıştırıcıların kürleşme şartları ve bileşim oranları **Çizelge 2**'de verilmiştir.

Çizelge 2. Yapıştırıcıların kürleşme şartları ve bileşim oranları

Yapıştırıcı	Bileşen Oranı (Epoksi:A/Sertleştirici:B)	Zaman/Sıcaklık
Araldite 2011	A:B=1:0.8	75 dakika/60°C
MGS-L285	A:B=1:0.4	50 dakika/80°C

Epoksi reçine içerisine eklenecek olan partikül olarak ise %99.5 saflıkta ve 40-60 nm boyutunda hexagonal bor karbür (h-B₄C) Nanografi (Türkiye) firmasından tedarik edilerek kullanılmıştır. h-B₄C nanopartikülünün SEM görüntüsü **Şekil 1**'de verilmiştir.

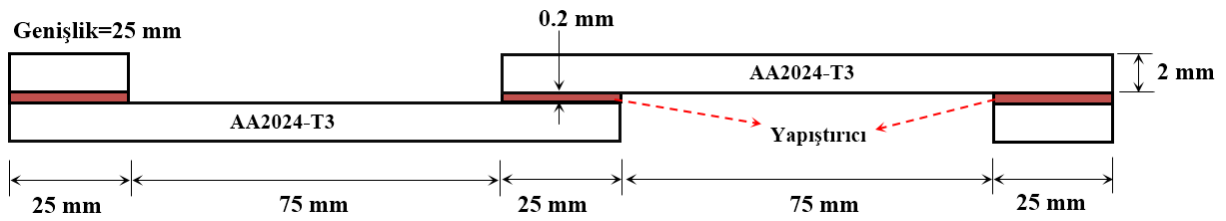


Şekil 1. h-B₄C'nin SEM görüntüsü

Sunulan çalışmada; çekme yüküne maruz tek tesirli bağlantı numunelerinin mekanik özellikleri deneysel olarak incelenmiştir. Deneysel parametreler ve bağlantı geometrisi Çizelge 3 ve Şekil 2'de verilmiştir.

Çizelge 3. Çekme yüküne maruz tek tesirli bağlantı numuneleri parametreleri

Numune	Yapıştırıcı	Katkı Oranı
A0	Araldite 2011	-
A0.5	Araldite 2011	% 0.5
A1	Araldite 2011	% 1
A2	Araldite 2011	% 2
A3	Araldite 2011	% 3
M0	MGS-L285	-
M0.5	MGS-L285	% 0.5
M1	MGS-L285	% 1
M2	MGS-L285	% 2
M3	MGS-L285	% 3

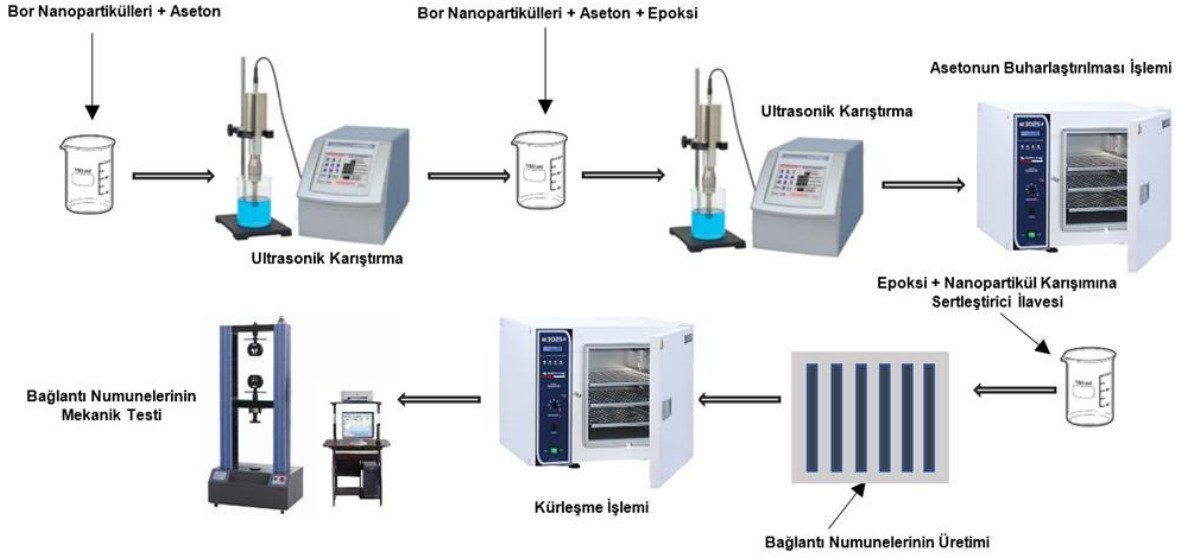


Şekil 2. Tek tesirli bağlantı numunesi geometrisi

2.2. h-B₄C Katkılı Yapıştırıcıların ve Bağlantı Numunelerinin Hazırlanması

Partikül katkılı yapıştırıcıların hazırlanmasında karşılaşılan en büyük zorluk, partiküllerin epoksi reçine içerisinde aglomerasyonudur. Bu çalışmada; nanopartikül katkılı yapıştırıcılar hazırlanırken Gultekin vd. [17]; tarafından geliştirilen yöntem kullanılmıştır. Bor karbür nanopartikül+aseton karışımı ultrasonik karıştırıcıda 15 dakika karıştırılmıştır. Daha sonra; karışım içerisine, katkı oranına göre epoksi (A) eklenerek ultrasonik karıştırıcıda 30 dakika karıştırılmıştır. Bor karbür nanopartikülleri+aseton+epoksi karışımı, yapıştırıcının camsı geçiş sıcaklığının altında, karışım içerisinden asetonun tamamen uçması için steril bir etüvde bekletilmiştir. Karışım içerisindeki aseton tamamen uçtuğundan sonraki aşamada karışıma

epoksi/sertleştirici bileşim oranına göre, sertleştirici eklenerek elle karışım sağlanmıştır. Yapıştırıcıların ve bağlantı numunelerinin hazırlanması aşamaları **Şekil 3**'te gösterilmiştir.



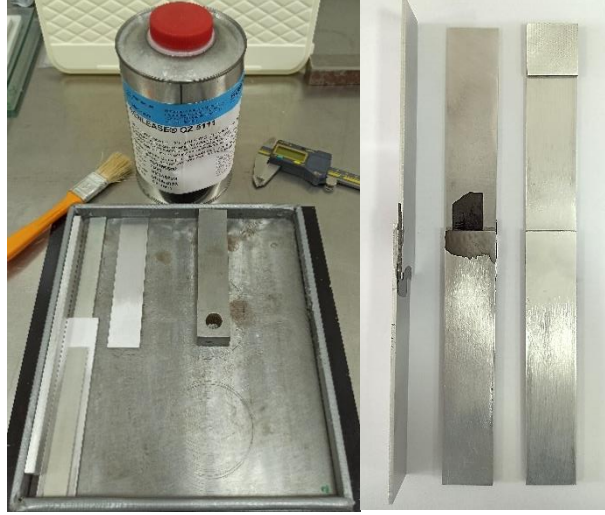
Şekil 3. Yapıştırıcıların ve bağlantı numunelerinin hazırlanması aşamaları

Yapıştırıcıyla birleştirilmiş bağlantılarda dayanım, yapıştırılan malzemenin yüzeyinin kusursuz olmasına yani yüzey hazırlama yöntemine bağlıdır. Bu amaçla; ilk olarak alüminyum levhalar lazer kesme yöntemiyle istenilen boyutlara getirilerek kesme işleminden kaynaklanan çapaklar giderilmiştir. Daha sonra numune yüzeyinde kesme ve üretim esnasında oluşan yağ, kir vb. maddeler aseton ile temizlenmiştir. Ön temizleme işlemi yapılan alüminyum alaşımları; 1200 SiC zımpara ile pürüzsüz hale getirilmiştir. Numuneler daha sonra aseton içerisinde 10 dakika bekletilmiş ve etüvde kurutulmuştur. Mekanik olarak temizlenen alüminyum numuneleri; hazırlanan (310 g/L sülfirik asit, 67.3 g/L sodyum dikromat) sülfirik asit/sodyum dikromat dağlama çözeltisine (FPL) 65-70 °C'de 15 dakika daldırılarak kimyasal yüzey işlemi ile dağlanmıştır. Dağlanan numuneler daha sonra saf su ile yıkanarak kurutulmuştur. Bağlantı numunelerinin hazırlanması **Şekil 4**'te şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 4. Bağlantı numunelerinin hazırlanması

Bor karbür nanopartikülü katkılı yapıştırıcılar ve alüminyum numuneler hazırlandıktan sonra bağlantı numuneleri üretim aşamasına geçilmiştir. Bu aşamada; yapıştırılacak malzemelerin konumunu koruması, yapıştırıcı kalınlığının ayarlanması için için **Şekil 5**'te gösterilen kalıp kullanılmıştır. Yapıştırma sonrasında numunelerin kolayca kalıptan ayrılması için; kalıp üzerine yağlayıcı film tabaka oluşturulmuştur. Daha sonra numunelerin yapışma bölgelerine yapıştırıcı sürülerek, kalıp aparatları yardımıyla numunelerin yapıştırıcı kalınlığı ayarlanmıştır. Yapıştırılan numuneler **Çizelge 4**'te belirtilen süre/sıcaklık değerinde etüvde bekletilerek bağlantı numunelerinin üretimi tamamlanmıştır.



Şekil 5. Numune üretim kalıbı ve kürleşme sonrası bağlantı numuneleri

Her bir bağlantı tipinden 3 adet tek tesirli bağlantı numuneleri üretilmiştir. Yapıştırma bağlantıların çekme testi Şekil 6'da gösterilen INSTRON marka Universal çekme cihazında 1 mm/dk'lık çekme hızında yapılmıştır. Bağlantı numunelerinin mekanik testleri yapılırken numunelerin hasar yükü ve hasar türü kaydedilmiştir.



Şekil 6. Bağlantı numunelerinin çekme testi

3. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Araldite 2011 ve MGS-L285 yapısal yapıştırıcı kullanılarak elde edilen katkısız ve nanopartikül katkılı alüminyum bağlantı numunelerinden her bir parametre için üçer numune test edilerek bağlantıların ortalama hasar yükü elde edilmiştir. Elde edilen hasar yükleri Çizelge 4'te gösterilmiştir

Çizelge 4. Bağlantıların ortalama çeki hasar yükleri

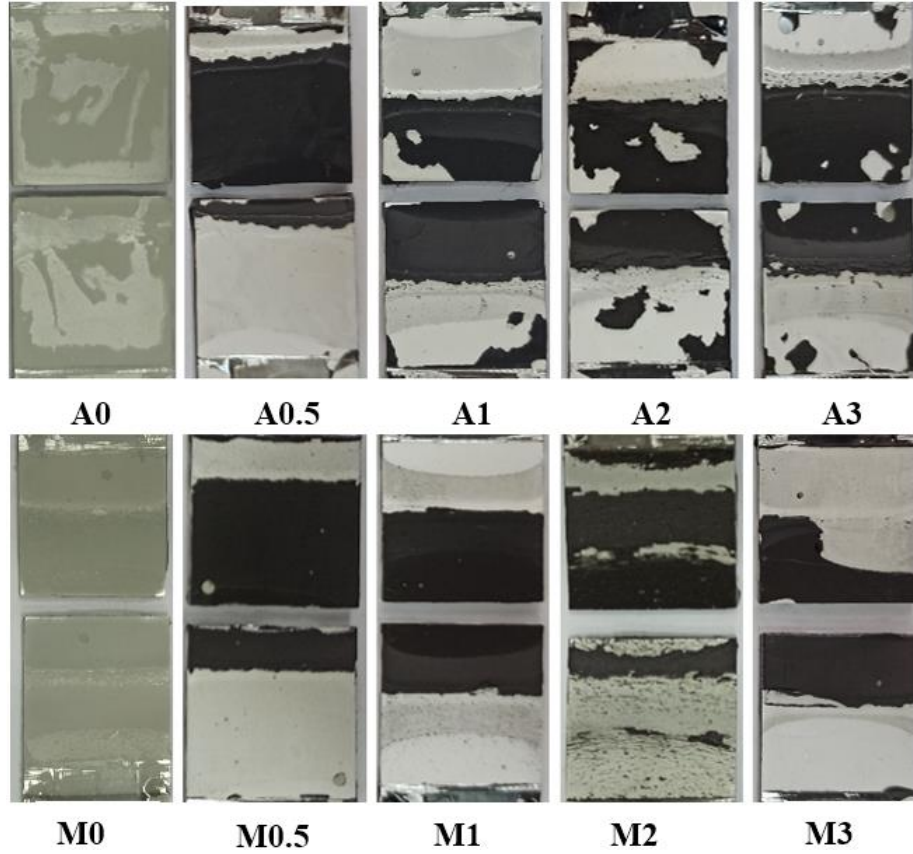
Tip	Nanopartikül	Nanopartikül Katkı Oranı (%)	Ortalama Hasar Yüğü (N)
A0	-	-	11329
A0.5	h-B ₄ C	0,5	12036
A1	h-B ₄ C	1	12774
A2	h-B ₄ C	2	13518
A3	h-B ₄ C	3	12400
M0	h-B ₄ C	-	9403
M0.5	h-B ₄ C	0,5	9750
M1	h-B ₄ C	1	10227
M2	h-B ₄ C	2	10654
M3	h-B ₄ C	3	8240

4. SONUÇ

Hekzagonal bor karbür nanopartikül katkılı bağlantılar ile katkısız bağlantıların ortalama hasar yükleri karşılaştırıldığında; yapıştırıcılar içerisine partikül katılmasıyla bağlantıların hasar yükünün önemli miktarda arttığı görülmüştür.

Araldite 2011 epoksi yapıştırıcısına %0.5 oranında h-B₄C katkısıyla bağlantının hasar yükü yaklaşık %6.3, %1 oranında h-B₄C katkısıyla bağlantının hasar yükü yaklaşık %12, %2 oranında h-B₄C katkısıyla bağlantının hasar yükü yaklaşık %19 ve %3 oranında h-B₄C ilave edilmesiyle de hasar yükü yaklaşık %9.5 oranında artmıştır. Benzer şekilde MGS-L285 epoksi yapıştırıcıya %0.5, %1 ve %2 oranlarında h-B₄C katkısıyla tek tesirli alüminyum bağlantıların hasar yükleri sırasıyla; %3.7, %8.8, %14 oranında artarken; %3 oranında h-B₄C katkısıyla bağlantının hasar yükü yaklaşık %14 oranında azalmıştır. Her iki yapıştırıcı içinde; h-B₄C katkısıyla bindirme bağlantılarının ortalama hasar yüklerinde önemli artış olduğu ve bu artışın partikül katkı oranının %2 değerinde maksimum değere ulaştığı görülmektedir. Bağlantıların hasar yükündeki artışın sebebi h-B₄C nanopartiküllerinin çatlak ilerlemesini geciktirmesi ve epoksi/alüminyum ara yüzeyinde iyi bir tutunma sağlaması olarak açıklanabilir.

Yapıştırma bağlantılarda hasar; bindirme bölgesinin serbest uçlarından başlayıp merkeze doğru ilerleyerek gerçekleşmektedir. **Şekil 7'**de verilen hasar yüzeyleri incelendiğinde; h-B₄C katkılı bağlantı numunelerinde yapışma yüzeyinde yapıştırıcı miktarları aynı olmadığı, üst malzemenin uç kısımlarında, alt malzemenin ise diğer kısımlarında yapıştırıcı kaldığı görülmektedir. Bağlantıda hasara neden olan çatlakın yapıştırma bölgesinin serbest ucundan başlayıp merkeze doğru ilerlediği sonucuna varılabilir. Ayrıca tüm bağlantı numunelerinde; her iki AA2024-T3 alaşımının yüzeyinde eşit yapıştırıcı kalınlığının olmadığı yani özel kohesiv hasar oluştuğu görülmektedir.



Şekil 7. h-B₄C Katkılı ve katkısız bağlantıların hasar yüzeyi

Teşekkür

Bu çalışma Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından 119M939 Numaralı proje ile desteklenmiştir.

5. KAYNAKÇA

- [1] Gültekin, K., 2018. Havacılık Alanında Kullanılan Nanoyapı Katkılı Yapısal Yapıştırıcıların Mekanik Özelliklerinin Deneysel Olarak İncelenmesi. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- [2] Yue, L., Pircheraghi, G., Monemian, S.Y., Zloczower, I.M., 2014. Epoxy composites with carbon nanotubes and graphene nanoplatelets-dispersion and synergy effects. Carbon, 78, 268-278.
- [3] Kwon, H., Mondal, J., AlOgab, K.A., Sammelselg, V., Takamichi, M., Kawaski, A., Leparroux, M. 2017. Graphene oxide-reinforced aluminum alloy matrix composite materials fabricated by powder metallurgy. Journal of Alloys and Compounds, 698,807-813.
- [4] Moghanian, A., Sharifianjazi, F., Abachie, P., Sadeghi, E., Jafarikhorami, H., Sedghi, A. 2017. Production and properties of Cu/TiO₂ nano-composites, Journal of Alloys and Compounds, 698,518-524.
- [5] Sarac, İ., Adin, H., Temiz, S., 2019. Investigation of the effect of use of Nano-Al₂O₃, Nano-TiO₂ and Nano-SiO₂ powders on strength of single lap joints bonded with epoxy adhesive, Composite Part B, 166, 472-482.
- [6] Eryıldız, E., Uysal, A., Altan, E. 2019. Mechanical strength of single-lap joints bonded with nano graphene and MWCNT reinforced epoxy-based nanocomposite adhesives, Material Testing, 61, 349-352.
- [7] Hadjez, F., Necib, B., 2018. Experimental characterization and numerical modelling analyses of nano-adhesive-bonded joints, Frattura ed Integrità Strutturale, 44, 94-105.

- [8] Ghabezi, P., Farahani, M., 2016. Composite Adhesive-Bonded Joint Reinforcement by Incorporation of Nano-Alumina Particles. *Journal of Computational Applied Mechanics*, 47, 231-239.
- [9] Srivastava, V.K. 2011. Effect of carbon nanotubes on the strength of adhesive lap joints of C/C and C/C–SiC ceramic fibre composites. *International Journal of Adhesion and Adhesives*, 31, 486–89.
- [10] Zhang, X., Fan, X., Yan, C., Li, H., Zhu, Y., Li, X., and Yu, L., 2012. Interfacial Microstructure and Properties of Carbon Fiber Composites Modified with Graphene Oxide, *Acs Applied Materials & Interfaces*, 4 (3), 1543–1552.
- [11] Marami, G., Nazari, S.A.; Faghidian, S.A., Tahami, F.V., 2016. Improving the mechanical behavior of the adhesively bonded joints using RGO additive. *International Journal of Adhesion and Adhesives*, 70, 277-286.
- [12] Tüzün, F.N., Tunahıoğlu, M.Ş., 2015. The effect of finely divided fillers on the adhesion strengths of epoxy based adhesives. *Composites Structures*, 121, 296-303.
- [13] Bhaita, S., Angra, S., Khan, S., A review on mechanical and tribological characterization of boron carbide reinforced epoxy composite, *Advanced Composite Materials*, 2020, DOI: 10.1080/09243046.2020.1759482)
- [14] Saravanan, D., Chandramohan, D., Rajesh, R., 2020. Evaluation of mechanical properties of B4C filled glass-epoxy composites, *International Journal of ChemTech Research*, 8, 1977-1981.
- [15] Arslan, G., 2001. Bor Karbür-Alüminyum Kompozitlerinin Üretimi ve Karakterizasyonu, Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- [16] Gültekin, K., Akpınar S., Özel A., 2014 The effect of the adherend width on the strength of adhesively bonded single lap joint Experimental and numerical analysis. *Composites Part B: Engineering*, 60, 736-745.
- [17] Gültekin, K., Akpınar, S., Gürses, A., Eroğlu, Z., Cam, S., Akbulut, H., Keskin, Z., Özel, A. 2016. The effects of graphene nanostructure reinforcement on the adhesive method and the graphene reinforcement ratio on the failure load in adhesively bonded joints, *Composite Part B*, 98, 362-369.

PROCEEDINGS BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

**DETERMINATION OF METAL CONTENTS OF THE ROOT PART OF THE SPECIES OF IŞKIN
(*Rheum ribes* L.) PURCHASED FROM THE MARKET BY USING ICP-MS****Ismail YENER**

Dicle University, Faculty of Pharmacy, Department of Analytical Chemistry, Diyarbakır, Orcid number: 0000-0002-0988-9462

ABSTRACT

Rheum species are medicinally significant plants owing to the presence of anthracene derivatives occurring in the underground parts of the plant. *Rheum ribes* L. (Polygonaceae) is the source of one of the most well-known raw drugs in the Middle East (Ozturk et al., 2007; Kashiwada et al., 1988). Polygonaceae family is comprised of 8 genera and 70 species. *R. ribes* is the only *Rheum* species growing in Turkey (Cullen, 1966). *R. ribes* is regionally known as 'ışkın, uşgun or, ucgun' and grown mostly in Eastern Turkey. Turkey, *Rheum ribes* grow in the east Anatolia Mountains particularly Agri, Bingol, Elazig, Hakkâri, Kars and Van regions. Edible parts of this plant are leaf stems that are eaten cooked or uncooked by the local people (Hedrick, 1972). The stems of leaves and flowers have a sour taste, stomachic, anti-nauseant, anti-vomit, and constipation effect. Besides, it has useful effects for haemorrhoids, measles, and smallpox diseases (Baytop, 1984). In addition to these features of the species, it is important to determine the metal concentration it contains.

In this study, it was aimed to determine the metal contents of the roots of *R. ribes* purchased from the market by using ICP-MS. The samples brought to the laboratory environment were prepared for analysis using the microwave analysis technique. Samples were stored at +4°C until analyzed. When we looked at the results of ICP-MS, the highest content in terms of macroelements were K (18588.691 mg/kg), Mg (2204.320 mg/kg), and Ca (237.688 mg/kg), in terms of microelements Fe (302.235 mg/kg), Cu (59.197 mg/kg) and Mn (9.205 mg/kg) were detected at higher concentrations. Besides, considering the results, it was seen that toxic metals (particularly As, Cd, Hg and Pb) were below the limit values determined by WHO and cannot be detected. As a result, the roots of this plant species are prepared by decoction method and consumed as a tea. Therefore, it appears that the dosage is important in using the roots of the species.

Keywords: Işkın, *Rheum ribes* L., Metal Contents, ICP-MS

PROCEEDINGS BOOK

by ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

**4-KLORO-3-SÜLFAMOYİLBENZOİK ASİTİN Nİ(II), CU(II) VE CD(II) METAL
KOMPLEKSLERİNİN SENTEZİ VE KARAKTERİZASYONU****SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF Nİ(II), CU(II) AND CD(II) METAL COMPLEXES OF
4-CHLORO-3-SULFAMOİL BENZOİK ACİD****Halil İLKİMEN**

Dr. Öğr. Üyesi, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü, ORCID No: 0000-0003-1747-159X

Gözde SALÜN

Yüksek Lisans Öğrencisi, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, ORCID No: 0000-0001-7114-0711

Birsel İLKİMEN

Yüksek Lisans Öğrencisi, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, ORCID No: 0000-0002-6022-9187

Cengiz YENİKAYA

Prof. Dr., Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü, ORCID No: 0000-0002-5867-9146

ÖZET

Sülfamoyilbenzoik asit türevleri ve metal komplekslerinin antimikrobiyal, antifungal, antiinflamatuvar, antidiyabetik, diüretik, menisküs, ağrı kesici, enfeksiyon tedavisi, romatizma tedavisi ve enzim inhibitörü gibi biyolojik özellikleri literatürde bulunmaktadır. Literatürde 4-kloro-3-sülfamoyilbenzoik asit sadece grubumuzun yaptığı Fe(III) kompleks bileşiği rastlanmıştır. Diğer sülfamoyilbenzoik asit türevi olan, 4-sülfamoyilbenzoik asitin Fe(III), Cu(II), Zn(II), Ag(I), U(IV), Lu, Y, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb ve organokalay, 2-metoksi-5-sülfamoyilbenzoik asitin Fe(III) ve Cu(II), 2,4-dikloro-5-sülfamoyilbenzoik asit Fe(III) komplekslerin yapıları çeşitli spektroskopik yöntemlerle açıklanmıştır. Bu çalışmada, 4-kloro-3-sülfamoyilbenzoik asitin (H₄Cl₃sba) Ni(II), Fe(II) ve Co(II) metal kompleksleri (Ni₄Cl₃sba, Cu₄Cl₃sba ve Cd₄Cl₃sba) sentezlenmiştir. Geçiş metal komplekslerinin yapıları, elementel analiz, AAS, FT-IR, manyetik duyarlılık, molar iletkenlik, yük denkliği ve daha önceki çalışmalar ile önerilmiştir. Sentezlenen maddelerin deneysel olarak elde edilen elementel analiz ve AAS sonuçları, spektroskopik çalışmalar sonucunda önerilen yapılardan hesaplanan metal miktarları ile uyum içerisinde. Tüm komplekslerde metal:ligand oranı 1:2 olarak gözlenmiştir. Komplekslerin IR spektrumlarına incelendiğinde gözlenmesi gereken gerilme ve titreşim bandları spektrumlarında gözlenmiştir. Metal komplekslerinin manyetik duyarlılık çalışmalarında metal iyonlarının Ni₄Cl₃sba kompleksinde d⁰ {Ni(II)}, Cr₄Cl₃sba kompleksinde d⁴, Cu₄Cl₃sba kompleksinde d⁶ {Cu(II)} ve Cd₄Cl₃sba kompleksinde d⁷ {Cd(II)} şeklinde olduğu bulunmuştur. İletkenlik ölçümleri sonucunda tüm komplekslerin iyonik olmadığı gözlenmiştir. Sentezlenen metal komplekslerinin yapıları Ni₄Cl₃sba kompleksi için doğrusal, Cu₄Cl₃sba ve Cd₄Cl₃sba kompleksleri için oktahedral olduğu gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: 4-Kloro-3-sülfamoyilbenzoik Asit, Metal Kompleksi, Sentez ve Karakterizasyon.**ABSTRACT**

Biological properties of sulfamoylbenzoic acid derivatives and metal complexes such as antimicrobial, antifungal, anti-inflammatory, antidiabetic, diuretic, meniscus, pain reliever, infection therapy, rheumatism therapy and enzyme inhibitor are found in the literature. In the literature, 4-chloro-3-sulfamoylbenzoic acid was found only in the Fe (III) complex compound made by our group. Fe (III), Cu (II), Zn (II), Ag (I), U (IV),

Lu, Y, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, of 4-sulfamoylbenzoic acid Various structures of complexes of Fe (III) and Cu (II), 2,4-dichloro-5-sulfamoylbenzoic acid Fe (III), Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb and organotin, 2-methoxy-5-sulfamoylbenzoic acid Described by spectroscopic methods. In this study, 4-chloro-3-sulfamoylbenzoic acid (H4Cl3sba) Ni (II), Fe (II) and Co (II) metal complexes (Ni4Cl3sba, Cu4Cl3sba and Cd4Cl3sba) were synthesized. The structures of transition metal complexes have been suggested by elemental analysis, AAS, FT-IR, magnetic susceptibility, molar conductivity, charge balance and previous studies. The experimentally obtained elemental analysis and AAS results of the synthesized substances are in agreement with the metal amounts calculated from the structures proposed as a result of spectroscopic studies. Metal: ligand ratio of 1: 2 was observed in all complexes. The stress and vibration bands that should be observed when examining the IR spectra of the complexes were observed in spectra. In magnetic susceptibility studies of metal complexes, metal ions were found to be d^0 {Ni (II)} in Ni4Cl3sba complex, d^4 in Cr4Cl3sba complex, d^6 {Fe (II)} in Cu4Cl3sba complex and d^7 {Co (II)} in Cd4Cl3sba complex. As a result of conductivity measurements, it was observed that not all complexes were ionic. The structures of the synthesized metal complexes were linear for the Ni4Cl3sba complex and octahedral for the Cu4Cl3sba and Cd4Cl3sba complexes.

Keywords: 4-Chloro-3-sulfamoylbenzoic Acid, Metal Complex, Synthesis and Characterization.

PROCEEDINGS BOOK

by ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

4-KLORO-3-SÜLFAMOYİLBENZOİK ASİTİN MG(II), FE(II) AND CO(II) METAL KOMPLEKSLERİNİN SENTEZİ VE KARAKTERİZASYONU**SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF MG(II), FE(II) AND CO(II) METAL COMPLEXES OF 4-CHLORO-3-SULFAMOYL BENZOIC ACID****Halil İLKİMEN**

Dr. Öğr. Üyesi, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü, ORCID No: 0000-0003-1747-159X

Gözde SALÜN

Yüksek Lisans Öğrencisi, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, ORCID No: 0000-0001-7114-0711

Birsel İLKİMEN

Yüksek Lisans Öğrencisi, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, ORCID No: 0000-0002-6022-9187

Cengiz YENİKAYA

Prof. Dr., Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü, ORCID No: 0000-0002-5867-9146

ÖZET

Sülfamoyilbenzoik asit türevleri ve metal komplekslerinin antimikrobiyal, antifungal, antiinflamatuvar, antidiyabetik, diüretik, menisküs, ağrı kesici, enfeksiyon tedavisi, romatizma tedavisi ve enzim inhibitörü gibi biyolojik özellikleri literatürde bulunmaktadır. Literatürde 4-kloro-3-sülfamoyilbenzoik asit sadece grubumuzun yaptığı Fe(III) kompleks bileşiği rastlanmıştır. Diğer sülfamoyilbenzoik asit türevi olan, 4-sülfamoyilbenzoik asitin Fe(III), Cu(II), Zn(II), Ag(I), U(IV), Lu, Y, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb ve organokalay, 2-metoksi-5-sülfamoyilbenzoik asitin Fe(III) ve Cu(II), 2,4-dikloro-5-sülfamoyilbenzoik asit Fe(III) komplekslerin yapıları çeşitli spektroskopik yöntemlerle açıklanmıştır. Bu çalışmada, 4-kloro-3-sülfamoyilbenzoik asitin (H₄Cl₃sba) Mg(II), Fe(II) ve Co(II) metal kompleksleri (Mg₄Cl₃sba, Fe₄Cl₃sba ve Co₄Cl₃sba) sentezlenmiştir. Geçiş metal komplekslerinin yapıları, elementel analiz, AAS, FT-IR, manyetik duyarlılık, molar iletkenlik, yük denkliği ve daha önceki çalışmalar ile önerilmiştir. Sentezlenen maddelerin deneysel olarak elde edilen elementel analiz ve AAS sonuçları, spektroskopik çalışmalar sonucunda önerilen yapılardan hesaplanan metal miktarları ile uyum içerisindedir. Tüm komplekslerde metal:ligand oranı 1:2 olarak gözlenmiştir. Komplekslerin IR spektrumlarına incelendiğinde gözlenmesi gereken gerilme ve titreşim bandları spektrumlarda gözlenmiştir. Metal komplekslerinin manyetik duyarlılık çalışmalarında metal iyonlarının Mg₄Cl₃sba kompleksinde d⁰ {Mg(II)}, Cr₄Cl₃sba kompleksinde d⁴, Fe₄Cl₃sba kompleksinde d⁶ {Fe(II)} ve Co₄Cl₃sba kompleksinde d⁷ {Co(II)} şeklinde olduğu bulunmuştur. İletkenlik ölçümleri sonucunda tüm komplekslerin iyonik olmadığı gözlenmiştir. Sentezlenen metal komplekslerinin yapıları Mg₄Cl₃sba kompleksi için doğrusal, Fe₄Cl₃sba ve Co₄Cl₃sba kompleksleri için oktahedral olduğu gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: 4-Kloro-3-sülfamoyilbenzoik Asit, Metal Kompleksi, Sentez ve Karakterizasyon.**ABSTRACT**

Biological properties of sulfamoylbenzoic acid derivatives and metal complexes such as antimicrobial, antifungal, anti-inflammatory, antidiabetic, diuretic, meniscus, pain reliever, infection therapy, rheumatism therapy and enzyme inhibitor are found in the literature. In the literature, 4-chloro-3-sulfamoylbenzoic acid was found only in the Fe (III) complex compound made by our group. Fe (III), Cu (II), Zn (II), Ag (I), U (IV), Lu, Y, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, of 4-sulfamoylbenzoic acid Various structures of complexes of Fe (III) and Cu

(II), 2,4-dichloro-5-sulfamoylbenzoic acid Fe (III), Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb and organotin, 2-methoxy-5-sulfamoylbenzoic acid Described by spectroscopic methods. In this study, 4-chloro-3-sulfamoylbenzoic acid (H4Cl3sba) Mg (II), Fe (II) and Co (II) metal complexes (Mg4Cl3sba, Fe4Cl3sba and Co4Cl3sba) were synthesized. The structures of transition metal complexes have been suggested by elemental analysis, AAS, FT-IR, magnetic susceptibility, molar conductivity, charge balance and previous studies. The experimentally obtained elemental analysis and AAS results of the synthesized substances are in agreement with the metal amounts calculated from the structures proposed as a result of spectroscopic studies. Metal: ligand ratio of 1: 2 was observed in all complexes. The stress and vibration bands that should be observed when examining the IR spectra of the complexes were observed in spectra. In magnetic susceptibility studies of metal complexes, metal ions were found to be d^0 {Mg (II)} in Mg4Cl3sba complex, d^4 in Cr4Cl3sba complex, d^6 {Fe (II)} in Fe4Cl3sba complex and d^7 {Co (II)} in Co4Cl3sba complex. As a result of conductivity measurements, it was observed that not all complexes were ionic. The structures of the synthesized metal complexes were linear for the Mg4Cl3sba complex and octahedral for the Fe4Cl3sba and Co4Cl3sba complexes.

Keywords: 4-Chloro-3-sulfamoylbenzoic Acid, Metal Complex, Synthesis and Characterization.

PROCEEDINGS BOOK

by ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

SYNTHESIS OF NICOTINOYL THIOUREAS FROM VARIOUS AMINES

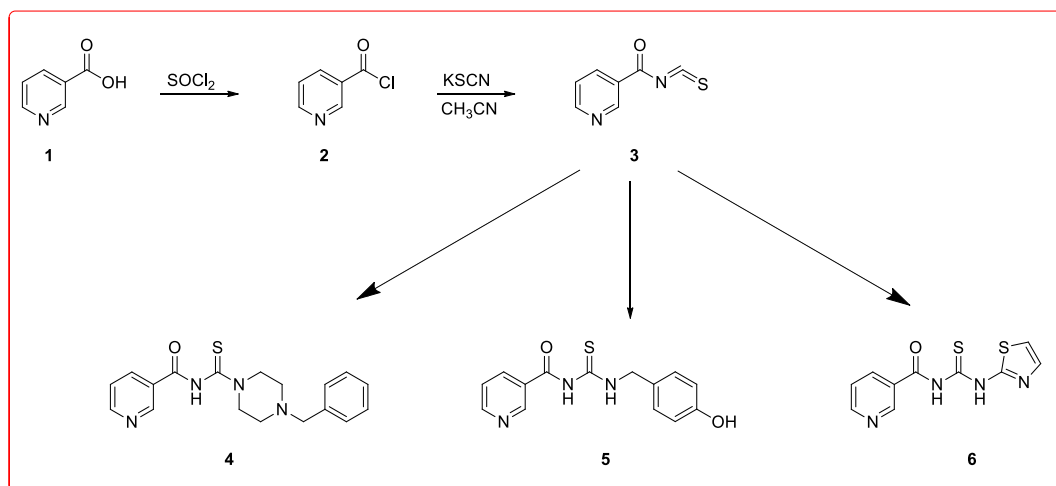
Bunyamin OZGERIS

Department of Basic Sciences, Faculty of Science, Erzurum Technical University, ORCID: 0000-0002-3783-6501

ABSTRACT

Thioureas have a broad spectrum of applications in many stages of lives. There are various derivatives associated with aroyl thioureas obtained from aroyl isothiocyanate, especially benzoyl isothiocyanate, in the literature and these derivatives have exhibited a number of biological properties such as anti-inflammatory, anticancer, antimalarial, antituberculosis, antithyroid, and antibacterial.^[1] Moreover, thioureas and their analogues are capable of forming stable complexes with variety of transition metals due to both oxygen and sulphur atoms.^[2]

Based on the literature review, we decided to synthesized potentially biologically active nicotinoyl thiourea compounds from various amines. For this purpose, nicotinic acid (**1**) was converted to nicotinoyl chloride with thionyl chloride. Then, potassium thiocyanate was added to nicotinoyl chloride (**2**) and obtained nicotinoyl isothiocyanate (**3**). Finally, 1-benzylpiperazine, 4-hydroxy benzylamine, and 2-aminothiazole were added to nicotinoyl isothiocyanate (**3**) solution. Nicotinoyl thiourea derivatives (**4-6**) were synthesized (Scheme 1).



Scheme 1. Synthesized nicotinoyl thiourea compounds

Keywords: Nicotinic acid, aroyl thiourea.

PROCEEDINGS BOOK

by ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

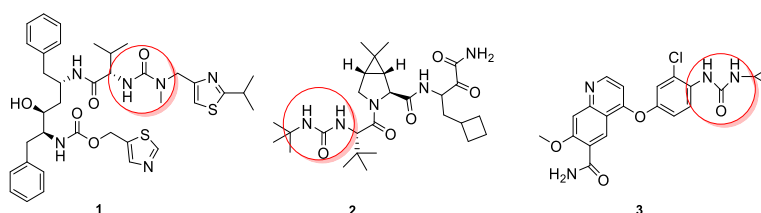
SYNTHESIS OF NOVEL SYMMETRICAL UREAS COMPOUNDS FROM SUBSTITUED
2-AMINOINDANE AND 1- AMINOTETRALINE DERIVATIVES

Yusuf AKBABA

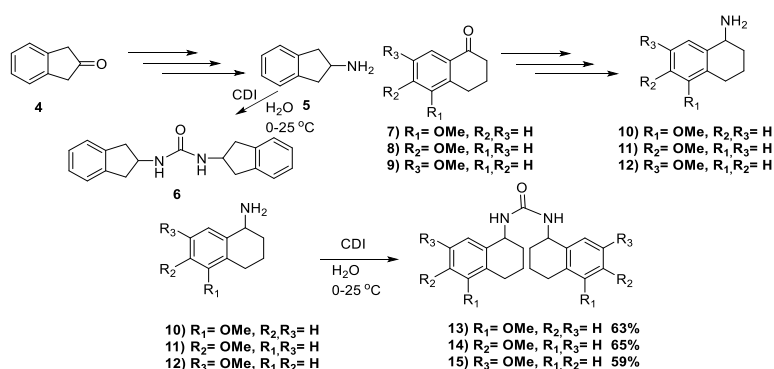
Department of Basic Sciences, Faculty of Science, Erzurum Technical University, ORCID: 0000-0002-7770-0473

ABSTRACT

Ureas are involved in a wide range of biological activities. Nowadays, A number of urea drugs have appeared in the markets. The urea drug Ritonavir (**1**), commercially known as Norvir, is an antiretroviral drug used in the treatment of HIV infection and AIDS.^[1] Boceprevir (trade name Victrelis, **2**) is a hepatitis C virus (HCV) protease inhibitor.^[2] Lenvatinib (trade name Lenvima, **3**) is an anti-cancer drug for the treatment of thyroid cancer.^[3]



Ureas have important biological activities, therefore; the novel symmetric urea derivatives **6** and **13-15** have been synthesized in this study. The synthesis of symmetrical ureas **6** and **13-15**, was achieved from 2-amino indane **5**, **10-12**^[4] obtained from the commercially purchased 2-indane **4** and substitute methoxy-1-tetralones **7-9**.



Acknowledgement: We acknowledge the financial support of this work by the Erzurum Technical University Scientific Research Coordination Unit. Project Number: 2015/8

PROCEEDINGS BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

İÇSEL SPARK PLAZMA SİNERLEME İLE SENTEZLENEN MgB₂ SÜPERİLETKENİNİN FAZ OLUŞUMU VE MİKRO YAPI ÖZELLİKLERİPHASE FORMATION AND MICROSTRUCTURE PROPERTIES OF MgB₂ SUPERCONDUCTOR SYNTHESIZED BY IN-SITU SPARK PLASMA SINTERING**Hasan AĞIL**Dr. Öğr. Üyesi, Hakkari Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Malzeme Bilimi ve Mühendisliği Bölümü,
ORCID No: 0000-0002-1574-3232**ÖZET**

Magnezyum diborür (MgB₂), büyük ölçekli süperiletken uygulamalar için geniş çapta araştırılmıştır. MgB₂'nin en önemli özellikleri, diğer ikili bileşiklerle karşılaştırıldığında nispeten yüksek kritik sıcaklığına (39 K) sahip olması, ucuz olması, elde edilebilir olması, toksik olmaması ve taşınabilir uygulamalar için özellikle değerli olan hafif bir malzeme olmasıdır. Bu çalışmada, içsel Spark Plazma Sinterleme (SPS) ile üretilen MgB₂ bulk süperiletkeninin faz oluşumu ve mikro yapı özellikleri incelenmiştir. MgB₂ bulk süperiletkeni, 850 °C'de 80 °C/dk'lık bir ısıtma hızında ve 50 MPa'lık bir basınçta içsel Spark Plazma Sinterleme ile işlendi. Üretilen numunelerin faz analizi, oda sıcaklığında X-ışını toz kırınımı (XRD) ile incelenmiştir. XRD deseninde ana fazın MgB₂ olduğu açıkça görülmektedir. Öte yandan, SPS ile üretilen numunenin XRD deseni MgB₄ ve MgO gibi safsızlık fazlarının varlığını da gösterir. Örneklerin mikro yapısal analizi Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) ile incelenmiştir. SEM görüntülerinde malzeme içerisindeki gözenekler ve boşluklar dikkat çekmektedir. Ayrıca XRD deseninde ortaya çıkan ikincil fazların varlığı SEM görüntülerinden de anlaşılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: MgB₂ Süperiletkeni, Spark Plazma Sinterleme, Faz Oluşumu**ABSTRACT**

Magnesium diboride (MgB₂) is widely researched for large-scale superconducting applications. The most important characteristics of MgB₂ are its relatively high critical temperature (39 K) compared to other binary compounds, being inexpensive, obtainable, non-toxic, and a lightweight material that is particularly valuable for portable applications. In this study, phase formation and microstructure properties of MgB₂ bulk superconductor fabricated by in-situ Spark Plasma Sintering (SPS) were investigated. The MgB₂ bulk superconductor was processed by in-situ Spark Plasma Sintering at 850 °C at a heating rate of 80 °C/min and a pressure of 50 MPa. The phase analysis of the produced samples was examined by X-ray powder diffraction (XRD) at room temperature. It is clearly seen in the XRD pattern that the main phase is MgB₂. On the other hand, the XRD pattern of the sample produced by SPS also indicates the presence of impurity phases such as MgB₄ and MgO. Micro structural analysis of the samples was investigated by Scanning Electron Microscopy (SEM). The pores and voids in the sample draw attention in SEM images. In addition, the presence of secondary phases emerging in the XRD pattern can be understood from the SEM images.

Keywords: MgB₂ superconductor, Spark Plasma Sintering, Phase Formation

PROCEEDINGS BOOK

by ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF NEW NAPHTHAQUINONE COMPOUNDS BY REACTION OF HALONAPHTHAQUINONES WITH S- AND N- GROUP NUCLEOPHILES

HALONAFTAKİNONLARIN S-VE N-GRUPLU NÜKLEOFİLLER İLE REAKSİYONUNDAN YENİ NAFTAKİNON BİLEŞİKLERİNİN SENTEZİ VE KARAKTERİZASYONU

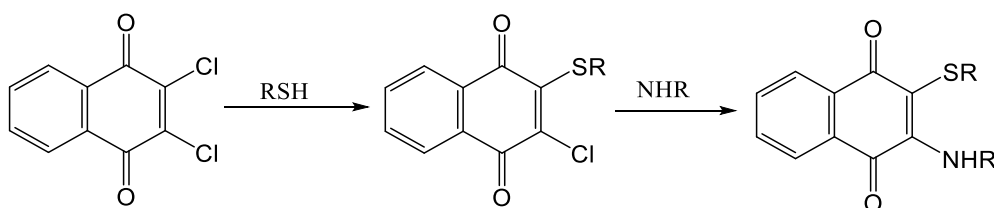
Şenol YAVUZ

Asst. Prof. Dr. Hitit University, Osmaniye Ömer Derindere Vocational School, Department of Property Protection and Security, Çorum, Orcid. 0000-0001-6261-9296

ABSTRACT

Halonaphthaquinone compounds are reactive compounds due to the chlorine atoms in their structure. Studies in the literature show that naphthaquinone compounds are synthesized with S- and N- group compounds and mono- and bis- derivatives [1,2]. Halonaphthaquinone compounds are usually colored compounds due to their conjugated structure. *p*-benzoquinone is yellow, *o*-benzoquinone is red and naphthaquinone compound is yellow in color [3]. Due to the vitamin K structure, halonaphthaquinone compounds exhibit antiviral, mollescidal, antimalarial and antifungal properties in terms of biological activity [4]. Vitamin K₁ is found in plants and vitamin K₂ in rotten fish feed. Hydroxynaphthoquinones (juglones); In henna leaves, polyhydroxynaphthoquinones (echinochrons) give their red color to the shells and needles of some marine creatures [5]. The vitamin K₁, which is present in the blood, provides coagulation in cases of bleeding and gives the blood its red color, has the structure of naphthaquinone. Napthaquinone compounds are used in the motor oil industry, paint industry.

In this study, 2-chloro-3 - ((4-chlorophenyl) thio) naphthalene-1,4-dione was initially synthesized from the reaction of 2,3-dichloro-1,4-naphthaquinone with 4-chlorobenzene thiol in basic medium[6]. The reaction of the obtained starting compound with nucleophiles with S- and N- groups was synthesized new unknown compounds and their structures were characterized by spectroscopic methods.

**Keywords:** Organic Synthesis, Naphthaquinones, Nucleophiles, Characterization

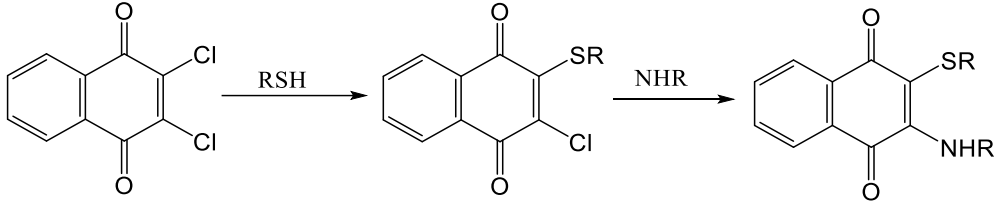
“This work is supported by the **Scientific Research Project Fund of HİTİT ÜNİVERSİTESİ** under the project number ODMYO19001.19.001”.

ÖZET

Halonaftakinon bileşikleri, yapısında bulunan klor atomlarından dolayı reaktif bileşiklerdir. Literatürdeki çalışmalarda, naftakinon bileşiklerinin S- ve N- grublu bileşiklerle mono- ve bis- türevlerinin sentezlendiği görülmektedir [1,2]. Halonaftakinon bileşikleri konjuge yapılarından dolayı genellikle renkli bileşiklerdir. *p*-benzokinin sarı, *o*-benzokinin kırmızı ve naftakinon bileşiği de sarı renklidir[3]. K vitamininin yapısına sahip

olmasından dolayı halonaftakinon bileşikleri biyolojik aktivite olarak antiviral, mollescidal, antimalaryal, antifungal özellikler göstermektedir [4]. K₁ vitamini bitkilerde, K₂ vitamini çürümüş balık yemlerinde bulunmaktadır. Hidroksinaftokinonlar (juglonlar); kına yapraklarında, polihidroksinaftokinonlar (ekinokronlar), denizlerdeki bazı canlıların kabuklarına ve iğnelere kırmızı rengini verirler [5]. Kanda bulunan, kanama durumlarında pıhtılaşmayı sağlayan ve kana kırmızı rengini veren K₁ vitamini naftakinon yapısındadır. Naftakinon bileşikleri, motor yağı endüstrisinde, boya endüstrisinde kullanılır.

Bu çalışmada, 2,3-dikloro-1,4-naftakinonun bazik ortamda 4-klorobenzen tiyol ile reaksiyonundan 2-chloro-3-((4-chlorophenyl)thio)naphthalene-1,4-dione başlangıç sentezlendi[6]. Elde edilen başlangıç bileşiğinin S- ve N- gruplu nükleofiller ile reaksiyonun yeni bilinmeyen bileşikler sentezlenerek spektroskopik yöntemlerle yapıları karakterize edildi.



Anahtar Kelimeler: Organik Sentez, Naftakinonlar, Nükleofiller, Karakterizasyon

HİTİT ÜNİVERSİTESİ Bilimsel Araştırma Projeleri birimi tarafından ODMYO19001.19.001 proje numaralı " AZOT, KÜKÜRT VE OKSİJEN ATOMLU YENİ KİNON BİLEŞİKLERİNİN SENTEZİ VE KARAKTERİZASYONU" konusu ile ilgili olup, ilgili birimce desteklenmiştir.

PROCEEDINGS BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

**DERİN ÖĞRENME İLE TEK ÖRNEK TABANLI YÜZ TANIMA
ONE-SAMPLE-BASED FACE RECOGNITION USING DEEP LEARNING****Yıldıray ANAGÜN**

Öğr. Gör. Dr., Eskisehir Osmangazi Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, ORCID No: 0000-0002-7743-0709

ÖZET

Endüstrideki ve akademideki veri bilimciler, görüntü sınıflandırma, video analizi, konuşma tanıma ve doğal dil öğrenimi dahil olmak üzere çeşitli uygulamalarda mekanik olarak öğrenmek ve çığır açan gelişmeler elde etmek için GPU'ları (Grafik İşlemci Birimi) kullanmaktadırlar. Özellikle, büyük miktarlarda etiketli eğitim verilerinden özellikleri tanımlayabilen sistemler oluşturmak için ileri teknoloji, çok seviyeli sinir ağları kullanan Derin Öğrenme, önemli bir yatırım ve araştırma alanı haline gelmiştir. Klasik makine öğrenme teknikleriyle bir model oluşturmak için öznitelik vektörünün çıkarılması gerekir. Derin Öğrenme, araştırmacıların yıllardır uğraştığı bu sorunu ortadan kaldırarak ham verilerle çalışmayı mümkün kılmıştır. Bu çalışmada tek bir numune bazıyla izlenen 1000 insan görüntüsünden öznitelik çıkarımı gerçekleştirilmiştir. Daha sonra sınıflandırma yöntemiyle karşılaştırılan görüntülerin eğitilmiş verilere karşılık gelip gelmediği kontrol edilmiş, örnek tabanlı görüntüden yüz tanımanın uygulanabilirliği doğrulanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Derin öğrenme, Evrimsel Sinir Ağları, Tek-Örnek Tabanlı Yüz Tanıma.**ABSTRACT**

Data scientists in industry and academia use GPUs (Graphics Processor Unit) to learn mechanically and achieve breakthrough developments in a variety of applications, including image classification, video analysis, speech recognition, and natural language learning. In particular, Deep Learning, which uses advanced technology, multi-level neural networks to build systems capable of identifying features from large quantities of tagged training data, has become an important investment and research area. In order to create a model with classical machine learning techniques, the feature vector must be extracted. Deep Learning has made it possible to work with raw data by eliminating this problem that researchers have been struggling with for many years. In this study, the feature extraction from 1000 human images traced with a single sample base has been performed. It has been checked whether the images subsequently compared with the classification method correspond to the trained data, the feasibility of facial recognition from the sample-based image has been verified.

Keywords: Deep Learning, Convolutional Neural Networks, Single Sample Based Face Recognition.

PROCEEDINGS BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

**KALP HASTALIĞININ DESTEK VEKTÖR MAKİNELERİ KULLANILARAK
TAHMİNLENMESİ****PREDICTION OF HEART DISEASE USING SUPPORT VECTOR MACHINE****Onur SEVLİ**

Dr. Öğr. Üyesi, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü,

ORCID No: 0000-0002-8933-8395

ÖZET

Kalp sağlığı yaşam için son derece kritik bir öneme sahiptir. Herhangi bir nedenle oluşan sağlık problemleri, diyabet, obezite, sigara kullanımı, sağlıksız yaşam ve sağlıksız beslenme, hipertansiyon gibi nedenlerle kalp hastalığı riski ortaya çıkarmaktadır. Dünyada görülen kalp hastalıklarının oranı giderek artmaktadır. Kalp hastalıkları göğüste farklı şekillerde görülen ağrılar, kısa aktiviteler sonrası nefes darlığı, baş dönmesi ve bayılma, kalp damarlarındaki sertleşmelere bağlı dolaşım bozuklukları sebebiyle kol ve bacaklara uzanan uyuşma, kalp ritminde bozukluk gibi farklı belirtilerle kendini gösterir. İstatistiklere göre kalp hastalarının neredeyse yarısı kalp krizi geçirene kadar belirtilerin farkına varamamaktadır. Belirtilerin zamanında fark edilememesi, hâlihazırda pek çok etkene bağlı olan kalp hastalıklarının teşhisini daha da zor hale getirmektedir. Elektrokardiyografi (EKG) kalp hastalıklarının teşhisinde kullanılan yardımcı bir görüntüleme tekniğidir. Elektrokardiyogramların yorumlanması ile kalp hastalığına ilişkin bulgular elde edilebilmektedir. Kalp hastalığının zamanında ve doğru teşhisi, kullanılan tekniklerle birlikte dikkatli bir inceleme ve tecrübe gerektirmektedir. Farkına varılamayan belirtiler geri dönüşü olmayan sonuçlar ortaya çıkarabilmektedir. Yaşam için büyük öneme sahip olan kalp sağlığının korunması konusunda uzmanların tanı koymalarını kolaylaştıracak destek sistemlerinin üretilmesi önem arz etmektedir. Son zamanlarda yapay zekâ teknolojisindeki gelişmeler farklı alanlarda olduğu gibi medikal alanda da faydalı çözümler sunmaktadır. Mevcut verilerden öğrenerek gelecek durum tahminlerini yüksek doğruluk ile gerçekleştirebilen makine öğrenmesi teknikleri uzmanlar için başarılı birer karar destek sistemi rolü üstlenmektedir. Bu çalışmada 13 farklı tanı parametresi ve bir adet teşhis sonucundan oluşan ve 303 vaka örneği içeren kalp hastalığı veri seti üzerinde Destek Vektör Makinesi (SVM) kullanılarak bir sınıflama işlemi gerçekleştirilmiştir. Sınıflama performansı doğruluk, kesinlik ve duyarlılık metrikleri ile ölçümlenmiştir. Sınıflandırma işlemi sonucunda %87 doğruluk elde edilmiştir. Yapılan çalışma farklı tanı parametreleri ile kalp hastalığı konusunda başarılı tahminler üretilebilecek niteliktedir.

Anahtar kelimeler: Kalp Hastalığı, Makine Öğrenmesi, Destek Vektör Makinesi**ABSTRACT**

Heart health is extremely important to life. Health problems that occur for any reason, diabetes, obesity, smoking, unhealthy life and unhealthy nutrition, hypertension cause a risk of heart disease. The rate of heart disease is increasing in the world. Heart disease manifests itself with different symptoms such as pain in the chest in different ways, shortness of breath after short activities, dizziness and fainting, numbness in the arms and legs due to circulatory disorders due to hardening of the heart vessels, and heart rhythm disturbance. According to statistics, almost half of cardiac patients are unaware of the symptoms until they have a heart attack. Failure to detect symptoms in a timely manner makes the diagnosis of heart diseases, which are currently due to many factors, even more difficult. Electrocardiography (ECG) is an auxiliary imaging technique used in the diagnosis of heart diseases. Findings related to heart disease can be obtained with the interpretation of electrocardiograms. Timely and accurate diagnosis of heart disease requires careful

examination and experience with the techniques used. Undetected symptoms can lead to irreversible results. It is important to produce support systems that will facilitate the diagnosis of experts in the protection of heart health, which is of great importance for life. Recent advances in artificial intelligence technology offer useful solutions in the medical field as well as in different fields. Machine learning techniques, which can make predictions of future situations with high accuracy by learning from existing data, play a successful decision support system role for experts. In this study, a classification process was carried out using Support Vector Machine (SVM) on the heart disease data set consisting of 13 different diagnostic parameters and one diagnostic result and containing 303 case samples. Classification performance was measured with accuracy, precision and recall metrics. As a result of the classification process, 87% accuracy was obtained. This study is capable of producing successful predictions about heart disease with different diagnostic parameters.

Keywords: Heart Disease, Machine Learning, Support Vector Machine

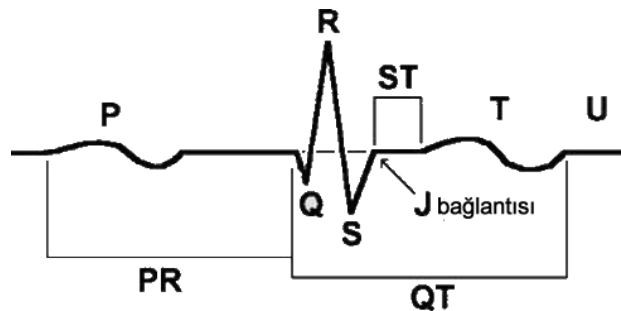
1. GİRİŞ

Kalp sağlığı yaşam için son derece kritik öneme sahiptir. Kaslı bir yapıya sahip olan kalp, kasılıp gevşeyerek vücuda kan pompalar. Kalp, vücutta kan tedarik sistemini yönetme, kan basıncını sağlama, tek yönlü kan akışını güvence altına alma ve oksijence zengin kanın dokulara, dokulardaki kirli kanın akciğerlere akışını sağlama görevlerini yerine getirir. Dakikada ortalama 70 defa kasılıp gevşeyen kalp, vücuda bir dakikada yaklaşık 5 litre, saatte 300 litre günde ise 7200 litre kan pompalar.

Kalbin sağlıklı bir şekilde çalışmasını sürdürebilmesi, üç temel yapının birbiri ile uyum içinde çalışması ile mümkündür. Bunlar kardiyovasküler sistem, koroner arterler ve sinir ağıdır. Kardiyovasküler sistem, kanın tek yönde akışını sağlayan valflerle donatılmış kaslı bir pompalama sistemi ve vücudun en ince noktalarına kadar ulaşan damar ağından oluşur. Kalp içerisindeki odalar sürekli kanla dolu olmasına rağmen bu kan kalp kaslarını besleyemez. Koroner arterler kalp yüzeyi boyunca yayılarak kalp kaslarına oksijence zengin kanın taşınmasını sağlar. Kalbin kasılma ve gevşemesi ise elektriksel sinyalleri yöneten sinir ağı ile sağlanır.

Herhangi bir nedenle sağlıkta meydana gelecek problemler, kardiyovasküler sistemin çalışmasını etkileyerek, yaşamı tehlikeye sokacak kalp rahatsızlıklarının meydana gelmesine yol açar. Bu nedenle kalp sağlığını riske sokan durumları bilerek, erken tanı ve tedavinin uygulanması hayati öneme sahiptir. Kalp hastalıkları doğuştan gelen problemlere bağlı olabileceği gibi; sağlıksız yaşam, sigara kullanımı, diyabet, obezite, kalp enfeksiyonları, hipertansiyon gibi farklı sebeplerle kalp damar hastalıkları, kalp ritmi bozuklukları, kalp yetmezliği, kalp krizi gibi rahatsızlıklar meydana gelebilir. Çağımızın en büyük sorunlarından biri olan stres de tüm diğer hastalıklarda olduğu gibi kalp hastalıklarında da tetikleyici bir role sahiptir. Dünya genelinde kalp hastalıklarının oranı giderek artmakta olup, bulaşıcı olmayan hastalıklara bağlı ölümlerin %46'sı kalp damar hastalıklarından kaynaklanmaktadır [1]. Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre ise son on yıldaki ölüm oranlarının %40 ile büyük çoğunluğunu kalp damar hastalıkları oluşturmaktadır [2].

Kalp hastalıkları göğüste ağrı ve sıkışma, kısa aktiviteler sonrası nefes darlığı, baş dönmesi ve bayılmalar, kalbin çok sert ya da yavaş atması, kalp damarlarının sertleşmesine bağlı olarak bacak ve kollarda uyuşma gibi belirtiler verebilir. Kalp hastalıklarının teşhisi için fiziksel muayene, hastalığın durumuna bağlı yapılacak tetkikler yanında elektrokardiyografi (EKG) ölçümleri kullanılır. EKG vücuda yapıştırılan elektrotlar ile kalbin elektriksel aktivitesini kaydeder. EKG kayıtları elektrokardiyogram olarak adlandırılır. Elektrokardiyogramda kalp atımları P,Q,R,S,T,U dalgalarından oluşan sinyaller şeklinde yorumlanır (Şekil 1).



Şekil 1. Tipik EKG dalgası

EKG dalgalarındaki değişimler, dalga düzeninin farklılaşması, dalgalar arasındaki sürelerde farklılıklar, uzmanlara kalp hastalığı konusunda fikirler verir [3].

Kalp hastalığına sebep olabilecek pek çok etken olmasından dolayı teşhisi karmaşık bir hastalıktır. Pek çok kalp hastasında göğüs ağrısı ve yorgunluk gibi belirtiler görülürken, %50 gibi büyük bir bölümü kalp krizi geçirene kadar belirtilerin farkında değildir [4]. Bu nedenle hastalığın belirlenmesi uzmanlar için de zor hale gelebilmektedir. Çok sayıda değişken verinin yorumlanarak hastalık teşhisin zamanında ve doğru bir şekilde yapılabilmesi hayati öneme sahiptir. Bu konuda uzmanların erken ve doğru kararlar vermelerine yardımcı olacak destek sistemlerine ihtiyaç duyulmaktadır.

Son yıllarda yapay zekâ teknolojisindeki gelişmeler sağlık alanında karmaşık durumların çözümünde alternatif yollar sunmaktadır. Eldeki mevcut verilerden öğrenerek yeni durumlar hakkında istikrarlı tahminler üretmeyi sağlayan bir yapay zekâ disiplini olan makine öğrenmesi, son zamanlarda popülerliği hızla artan bir teknolojidir. Makine öğrenmesinde herhangi bir sonuca etki eden giriş parametreleri net olarak ortaya konulduğunda, bu parametrelere ait daha önceki mevcut değerlerden oluşan veri seti içerisindeki karmaşık ilişkiler ortaya konarak, sonucu bilinmeyen durumlar için tahminler üretecek bir model üretilir.

Literatürde, kalp hastalıklarının teşhisine yönelik olarak çeşitli makine öğrenmesi algoritmaları kullanılarak gerçekleştirilen çalışmalar mevcuttur. Detrano vd. lojistik regresyon kullanarak gerçekleştirdikleri kalp hastalığı teşhis çalışmasında %77 doğruluk elde etmişlerdir [5]. Polat vd. yapay bağışıklık sistemi algoritması kullanarak %84 doğruluk elde ederken [6], Özşen ve Güneş aynı algoritma ile %87 doğruluğa ulaşmışlardır [7]. Bunun yanında yapay sinir ağları, karar ağaçları, naive bayes gibi farklı algoritmalar kullanılarak gerçekleştirilen farklı çalışmalar da mevcuttur [4] [8] [9].

Bu çalışmada destek vektör makinesi (Support Vector Machine – SVM) algoritması kullanılarak 13 özellikten ve 303 örnekten oluşan kalp hastalığı veri seti üzerinde tahminleme çalışması gerçekleştirilmiştir.

2. MATERYAL VE METOT

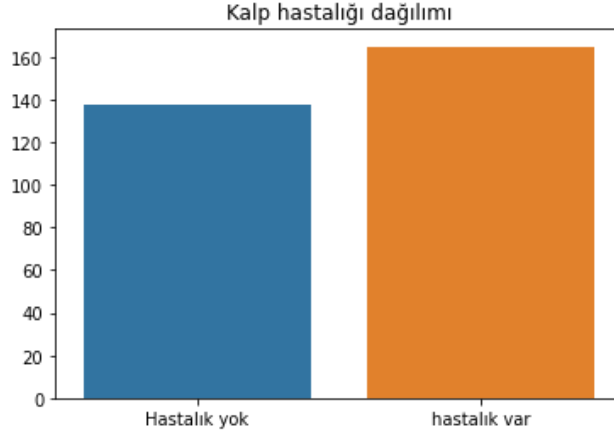
2.1. Veri Seti

Veri seti Macar ve İsveç bilim adamları tarafından derlenen, her biri 13 farklı tanı parametresi ve 1 adet teşhis sonucundan oluşan 303 adet vaka örneği içermektedir. Veri seti kamu paylaşımına açık bir şekilde UCI veri deposundan elde edilebilmektedir [10]. Veri seti içerisinde yer alan ve kalp hastalığını belirlemek için kullanılan özellikler şunlardır:

1. Hastanın yaşı
2. Hastanın cinsiyeti
3. Yaşanan göğüs ağrısı tipi (dört farklı sayısal değer)
4. İstirahat halindeki tansiyon değeri
5. Kolesterol değeri (ml/dl cinsinden)
6. Açlık kan şekeri (>120 ml/dl durumuna göre iki farklı sayısal değer)
7. Dinlenme anındaki elektrokardiyografik ölçüm (üç farklı sayısal durum ifadesi)
8. Hastanın ulaştığı maksimum kalp atış hızı
9. Egzersiz kaynaklı göğüs ağrısı (var/yok)
10. Egzersize bağlı dinlenmenin neden olduğu ST depresyonu (EKG'deki ST aralığı için)
11. Egzersizin tepe noktasında ST segmentinin eğimi (üç farklı sayısal değer)
12. Florosopi (X ışınları kullanılan bir görüntüleme tekniği) ile renklendirilen ana damarların sayısı (0-3 arası sayısal değer)
13. Akdeniz anemisi (talasemi) durumu (üç farklı sayısal değer)

Veri setinde bu 13 farklı özelliğe bağlı olarak bir adet teşhis özeliği bulunmaktadır. Teşhis değeri kalp hastalığı yoksa 0, varsa 1 ile ifade edilmektedir. Veri setinde 138 adet kalp hastalığı olmayan, 165 kalp hastalığı olan

vaka yer almaktadır. İki ayrı durum için eşit sayıda vaka olmamasından dolayı veri seti dengesizdir. Veri setindeki hastalık dağılım grafiği Şekil 2’de yer almaktadır.



Şekil 2. Veri setindeki hastalık dağılımları

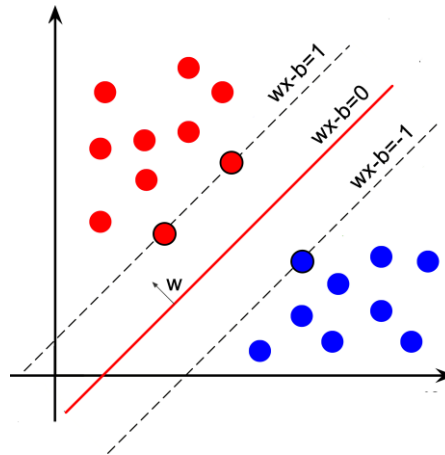
2. 2. Kullanılan Makine Öğrenmesi Teknikleri

Kural tabanlı bilgisayar programları, kodlanan talimatlar doğrultusunda belirtilen işleri yerine getirirler ve kendilerine verilen program akışı dışına çıkamazlar. Oysa her problemin önceden belli kurallar çerçevesinde çözümlenmesi mümkün değildir. Özellikle büyük miktarda veri üzerinde gerçekleştirilen analizlerde verilerin elle işlenmesi ya da önceden tanımlı sabit kuralların çıkarılması zordur. Eldeki verilerden hareketle veriler arasındaki bağıntıları tespit ederek gelecek durumlar hakkında tahminler üretmeyi sağlayan yani makinelere mevcut durumdan nasıl öğreneceğini öğreten algoritmalar bu soruna çözüm getirmektedir.

Makine öğrenmesi geçmiş verileri kullanarak, veriden yapılan çıkarımlarla, sınıflama, kümeleme, bağlanım (regresyon) gibi teknikler kullanarak, daha önce karşılaşılmayan yeni durumlar hakkında tahminler üretmeyi sağlayan teknikler bütünüdür. Destek vektör makinesi (Support vector Machine) sınıflama işlemlerinde kullanılan bir makine öğrenmesi tekniğidir.

2.2.1. Destek Vektör Makinesi (SVM)

Destek vektör makinesi, 1990’lı yıllarda geliştirilen, sınıflandırma uygulamalarında kullanılan, istatistiksel öğrenme teorisine dayalı denetimli makine öğrenmesi modelidir [11]. Farklı sınıflara ait verileri en ideal şekilde ayırmak için SVM, sınıfların üyelerinden en uzak olacak şekilde bir sınırın çizilmesini sağlar (Şekil 3).



Şekil 3. Destek vektör makinesi

Düzlemede her bir nokta $w \cdot x - b$ şeklinde ifade edilir. Burada x girdiyi, w düzleme dik normal vektörünü, b ise kayma miktarını gösterir. SVM, sınıflandırma problemlerini kareli optimizasyon problemine dönüştürerek çözer.

3. DENEYSEL ÇALIŞMA VE BULGULAR

Çalışmada kalp hastalığı bulguları ve kalp hastalığı teşhis sonucunu içeren 13 özellik ve bir etiket verisinden oluşan, 303 kayıt içeren veri seti SVM modeli ile sınıflanmıştır. Her bir kayıt için sınıf etiket değeri 0 ise kalp hastalığının olmadığı, 1 ise kalp hastalığı teşhisi konulduğu anlamını taşımaktadır. Veri seti içerisinde kalp hastalığı olmayan 138, kalp hastalığı olan 165 vaka yer almaktadır. Her bir sınıftan eşit sayıda örnek olmadığı için veri seti dengesizdir.

Eldeki veri seti modelin eğitimi öncesinde %80 eğitim, %20 test seti olacak şekilde iki parçaya ayrılmıştır. Eğitim setinde 242, test setinde 61 örnek yer almaktadır. Eğitim ve test seti örnekleme rastgele yapılmıştır.

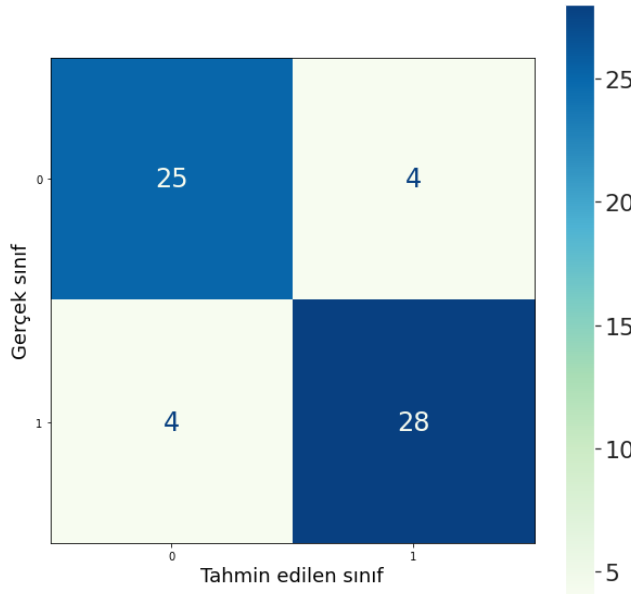
Kullanılan SVM modelinden en iyi sonucun elde edilebilmesi için 5 kat çapraz doğrulama ile birlikte ızgara arama (grid search) işlemi uygulanmıştır. Bu şekilde model için en ideal parametreler yapılan denemeler ile elde edilerek, bu parametreler ile en yüksek sınıflama doğruluğunun elde edilmesi sağlanmıştır.

Modelin eğitimi tamamlandıktan sonra test seti ile sınıflama performansı ölçülmüştür. Sınıflamada modelin genel başarısı hakkında fikir elde etmek için doğruluk (accuracy) metriği kullanılır. Doğruluk, sınıflaması doğru olarak gerçekleştirilen örnek sayısının veri setindeki toplam örnek sayısına oranıdır (Eşitlik 1).

$$\text{doğruluk} = \frac{\text{doğru sınıflanan örnek sayısı}}{\text{toplam örnek sayısı}} \quad (1)$$

Bu çalışmada gerçekleştirilen sınıflama işlemi sonucu elde edilen doğruluk değeri %87'dir.

Dengesiz veri setlerinde doğruluk metriği tek başına model performansını karakterize etmek için yeterli değildir. Bu noktada karmaşıklık matrisleri (confusion matrix) üzerinden elde edilen değerlerden yararlanır. Bir karmaşıklık matrisinden elde edilebilecek dört muhtemel sınıflama sonucu vardır. Gerçek etiketi pozitif olan örnek pozitif olarak doğru sınıflandığında doğru pozitif (true positive - TP), gerçek etiketi pozitif olan örnek negatif olarak yanlış sınıflandığında yanlış negatif (false negative - FN), gerçek etiketi negatif olan örnek negatif olarak doğru sınıflandığında doğru negatif (true negative - TN) ve gerçek etiketi negatif olan örnek pozitif olarak yanlış sınıflandığında yanlış pozitif (false positive - FP) olarak adlandırılır. Modelin eğitimi sonucu elde edilen karmaşıklık matrisi Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 4. Model karmaşıklık matrisi

Karmaşıklık matrisinden elde edilen bu değerlerle sınıflandırma performansını ifade etmek için farklı metrikler türetilir. Bunlardan biri olan kesinlik (precision) modelin yanlış pozitifleri eleme kabiliyetini gösterir. Kesinlik Eşitlik 2’de verilen formül kullanılarak hesaplanır.

$$kesinlik = \frac{TP}{TP + FP} \quad (2)$$

Diğer bir metrik olan duyarlılık (recall) sınıflandırıcının doğru pozitifleri tespit etme kabiliyetini gösterir. Duyarlılık değeri hesabında Eşitlik 3’te verilen formül ile hesaplanır.

$$duyarlılık = \frac{TP}{TP + FN} \quad (3)$$

Kesinlik ve duyarlılık arasındaki dengeyi ifade etmek için F1 skoru hesaplanır. Bu değer kesinlik ve duyarlılık değerlerinin harmonik ortalamasıdır ve Eşitlik 4’te verilen formül ile hesaplanır.

$$F1 \text{ skoru} = \frac{2 * kesinlik * duyarlılık}{kesinlik + duyarlılık} \quad (4)$$

Kalp hastalığı olan (1) ve olmayan (0) örnekler için sınıflama sonucu ayrı ayrı hesaplanan metrik değerleri Tablo 1’de yer almaktadır.

Tablo 1. Performans metrikleri

	Kesinlik	Duyarlılık	F1 skoru
Kalp hastası olmayan (0)	%86	%86	%86
Kalp hastası olan (1)	%88	%88	%88

4. SONUÇ

Kalp hastalığı teşhisi karmaşık bir hastalık olup, hastaların neredeyse yarısı kriz geçirene kadar herhangi belirti göstermemektedir. Bu durum teşhisi zorlaştırdığı gibi ölüm oranlarının da artmasına sebep olmaktadır. Uzman personelin herhangi bir bulguyu gözden kaçırmaması, zamanında da ve doğru yapılamayan teşhis telafi edilemez sonuçlar ortaya çıkarabilir. Farklı alanlarda olduğu gibi medikal alanda da makine öğrenmesi teknikleri uzmanlar için bir karar destek sistemi rolü üstlenmektedir. Bu çalışmada destek vektör makineleri ile gerçekleştirilen kalp krizi sınıflamasında %87 doğruluk elde edilmiştir. Bu yolla belirli parametreler üzerinden model yeni vakalar konusunda başarılı tahminler üretebilmektedir.

Gelecek çalışmalarda parametre sayıları artırılarak ve farklı modeller ile karşılaştırmalı çalışmalar gerçekleştirilecektir.

KAYNAKLAR

- [1] S. Mendis and World Health Organization, *Global status report on noncommunicable diseases 2014*. 2014.
- [2] “Türkiye İstatistik Kurumu, Ölüm Nedeni İstatistikleri, 2017.” <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=27620> (accessed Sep. 24, 2020).
- [3] Kartal, Mutlu and Köksal, Özlem, “Akut Koroner Sendromlarda EKG.” Türkiye Acil Tıp Derneği, Accessed: Sep. 24, 2020. [Online].
- [4] R. Das, I. Turkoglu, and A. Sengur, “Effective diagnosis of heart disease through neural networks ensembles,” *Expert Systems with Applications*, vol. 36, no. 4, pp. 7675–7680, 2009, doi: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2008.09.013>.

- [5] R. Detrano *et al.*, “Coronary calcium as a predictor of coronary events in four racial or ethnic groups,” *New England Journal of Medicine*, vol. 358, no. 13, pp. 1336–1345, 2008.
- [6] K. Polat, S. Sahan, H. Kodaz, and S. Günes, “A new classification method to diagnosis heart disease: Supervised artificial immune system (AIRS),” 2005.
- [7] S. Özşen and S. Güneş, “Attribute weighting via genetic algorithms for attribute weighted artificial immune system (AWAIS) and its application to heart disease and liver disorders problems,” *Expert Systems with Applications*, vol. 36, no. 1, pp. 386–392, 2009.
- [8] M. Kukar, I. Kononenko, C. Grošelj, K. Kralj, and J. Fettich, “Analysing and improving the diagnosis of ischaemic heart disease with machine learning,” *Artificial Intelligence in Medicine*, vol. 16, no. 1, pp. 25–50, 1999, doi: [https://doi.org/10.1016/S0933-3657\(98\)00063-3](https://doi.org/10.1016/S0933-3657(98)00063-3).
- [9] A. K. Dwivedi, “Performance evaluation of different machine learning techniques for prediction of heart disease,” *Neural Computing and Applications*, vol. 29, no. 10, pp. 685–693, May 2018, doi: [10.1007/s00521-016-2604-1](https://doi.org/10.1007/s00521-016-2604-1).
- [10] “Heart Disease Data Set, UCI Machine Learning Repository.” <https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Heart+Disease> (accessed Oct. 01, 2020).
- [11] C. Cortes and V. Vapnik, “Support-vector networks,” *Machine learning*, vol. 20, no. 3, pp. 273–297, 1995.

PROCEEDINGS BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

YÜZ MASKESİ KULLANIMININ DERİN EVRİŞİMSSEL SİNİR AĞLARI İLE TESPİTİ
DETECTION OF FACE MASK USAGE BY DEEP CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS**Onur SEVLİ**

Dr. Öğr. Üyesi, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü,

ORCID No: 0000-0002-8933-8395

ÖZET

Mikroorganizmaların vücuda girip çoğalması sonucu enfeksiyonlar meydana gelir. Vücut savunma sisteminin enfeksiyonu yenememesi durumunda ölüme kadar uzanan sonuçlar ortaya çıkmaktadır. Enfeksiyona neden olan mikroorganizmalar temas, vücut sıvıları ve hava yolu gibi farklı şekillerde taşınabilmektedir. Grip, tüberküloz gibi uzun süredir bilinen pek çok hastalığın yanında, 2019 yılında yüzleştığımız Covid-19 hastalığı da hava yolu ile bulaşmaktadır. Öksürük, hapşırık, konuşma esnasında yayılan zerrecikler yakın mesafedeki insanlara ve barınabilecekleri ortamlara bulaşmaktadır. Solunum ile bulaşan bu gibi hastalıklardan korunmanın en önemli çözümlerinden biri maske kullanımınıdır. Özellikle salgın ve pandemi dönemlerinde maske kullanımı yerel ve ulusal yönetimler tarafından zorunlu hale de getirilebilmektedir. Maske kullanımı yalnız salgın dönemlerinde değil bağışıklık sistemi zayıf bireyler ve enfeksiyon riski yüksek ortamlarda çalışanlar için bir günlük hayat rutini. Maske kullanımının zorunlu olduğu zaman ve mekânlardaki denetimler insan denetçiler tarafından yapılmaktadır. Bu durum hem denetimi güçleştirmekte hem de insan temaslarını arttırmaktadır. Bu nedenle maske kullanım denetiminin bilgisayar destekli sistemler ile otomatik olarak gerçekleştirilmesi daha sağlıklı ve performanslı bir çözüm niteliği taşımaktadır. Yapay zekâ teknolojisinin bir alt dalı olan makine öğrenmesi mevcut veriler üzerinden elde ettiği kurallar ile yeni durumlar için tahminler üretebilmektedir. Bir makine öğrenmesi türü olan derin öğrenme ise derin sinir ağları yardımıyla veriler arasındaki karmaşık ilişkileri ortaya koyabilmektedir. Evrışimsel sinir ağları, özellikle bilgisayarlı görü alanında yaygın kullanılan derin öğrenme teknolojisidir. Bu çalışmada bir evrışimsel sinir ağı modeli olan MobileNetV2 kullanarak, maske kullanımının tespitine yönelik bir uygulama gerçekleştirilmiştir. 853 adet görüntüden oluşan ve maske takan, takmayan ve yanlış takan bireylerin yüz görüntülerinden oluşan üç sınıflı veri seti üzerinde gerçekleştirilen analiz işleminde %96,67 sınıflama doğruluğu elde edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Maske kullanımı, derin öğrenme, evrışimsel sinir ağları**ABSTRACT**

Infections occur as a result of the proliferation of microorganisms entering the body. If the body's defense system cannot overcome the infection, consequences up to death can occur. Microorganisms that cause infection can be transported by different means, such as touch, body fluids and air. In addition to many long-known diseases such as flu and tuberculosis, the Covid-19 disease we encountered in 2019 is also transmitted by air. Particles emitted during coughs, sneezes, and speech infect people in close range and the environments where they can be sheltered. One of the most important solutions to prevent such respiratory diseases is the use of face masks. The use of face masks can be made compulsory by local and national governments, especially during epidemic and pandemic periods. The use of face masks is a daily routine not only during epidemics, but also for people with weak immune systems and those working in environments with high risk of infection. Inspections are carried out by human auditors where and when the use of face masks is mandatory. This situation makes it difficult to control and increases human contact. For this reason, controlling the use of face masks automatically with computer-aided systems is a healthier and more efficient solution. Machine learning, a sub-branch of artificial intelligence technology, can generate predictions for new situations with

the rules it obtains from existing dataset. Deep learning, a type of machine learning, can reveal complex relationships between data with the help of deep neural networks. Convolutional neural networks are deep learning technologies that are widely used especially in the field of computer vision. In this study, an application was carried out to detect the use of face masks by using a convolutional neural network model, MobileNetV2. Classification accuracy of 96.67% was achieved in the analysis of the data set consisting of 853 images of three classes as wearing masks, wearing incorrectly and not wearing a mask.

Keywords: Face mask usage, deep learning, convolutional neural networks

1. GİRİŞ

İnsan vücuduna mikroorganizmaların girip çoğalması ve insan vücudunun bu mikroorganizmalara karşı savunmada yetersiz kalması sonucu hastalıklar meydana gelir. Vücut savunma mekanizmasının enfeksiyonu yenememesi hakkında ise ölüme kadar varan sonuçlar ortaya çıkabilir. Günlük yaşam içerisinde çeşitli şekillerde enfeksiyona neden olan mikroorganizmalarla karşılaşırız. Enfeksiyonlar hava, temas, vücut sıvıları gibi farklı yollarla bulaşır. Özellikle hava yolu ile bulaşan enfeksiyonlar, mikroorganizmaların gözle görülebilmesi ve insanların çoğu ortamda aynı havayı paylaşmak zorunda olmaları nedeni ile büyük bir risk oluşturmaktadır. Tüberküloz, grip, boğmaca, difteri gibi pek çok hastalık hava yolu ile bulaşır. Hastalık yapıcı mikroorganizmaları barındıran zerreciler havada uzun süre asılı kalabilir ve solunum yoluyla vücuda girerek hastalık meydana getirebilir.

2019 Aralık ayında Çin'in Wuhan eyaletinden başlayan ve tüm dünyaya hızla yayılan Covid-19 virüsü de hava yolu ile bulaşmaktadır. Dünya genelinde hızla yayılmaya devam eden bu hastalık Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından pandemi ilan edilmiştir. 2020 Ekim ayı ortasında dünya genelinde 39 milyondan fazla vaka ve 1 milyondan fazla ölüme neden olmuştur [1]. Covid-19 öksürük, hışırtı, konuşma esnasından insan vücudundan yayılan zerrecilerin hava yolu ile taşınması sonucu hızlı bir şekilde bulaşabilmektedir. Covid-19 ve diğer solunum yolu ile yayılan virüslerinin yayılımını sınırlamanın en büyük çözümlerinden biri ise yüz maskelerinin kullanımıdır [2]. Covid-19 pandemi döneminde maske kullanımı hastalıktan korunmak için bir gereklilik haline gelmiş ve dönemsel olarak yerel yönetimler tarafından ortak alanlarda maske kullanım zorunluluğu getirilmiştir.

Maske kullanımı yalnız pandemi dönemlerinde değil, enfeksiyonlara karşı duyarlı olan, bağışıklık sistemi zayıf bireylerin sağlıklarını korumaları için bir gerekliliktir. Bunun yanında mikroorganizmaların yaygın bulunduğu ortam ve iş koşullarında da maske kullanımı bir zorunluluk haline gelmektedir.

Maske kullanımının zorunlu olduğu alanlarda denetim ve uyarılar kolluk kuvvetleri tarafından yapılmaktadır. Ancak bu oldukça zor ve dikkat gerektiren bir iştir ayrıca enfeksiyon taşıyan insanlarla yüz yüze gelme ihtimali söz konusu olduğu için riskli bir durumdur. Maske denetiminin bilgisayar destekli görüntüleme sistemleriyle gerçekleştirilmesi hem olası insan hatalarını ortadan kaldırma, hem hızlı ve yüksek başarımlı bir denetim, hem de denetleyen-denetlenen temas riskinin azalması ile alternatif bir çözüm olanağı sunmaktadır.

Teknolojideki hızlı ilerlemelerle birlikte yapay zekâ alanında da büyük gelişmeler meydana gelmiştir. Yapay zekânın bir alt dalı olan makine öğrenmesi, eldeki mevcut veriler üzerinden oluşturulan modeller ile geleceğe dönük başarılı tahminler üretebilmektedir. Makine öğrenmesinin bir alt dalı olan derin öğrenme ise derin sinir ağları ile veriler üzerindeki karmaşık ilişkileri ortaya koyarak yüksek başarımlı sonuçlar ortaya koyabilmektedir. Bir derin öğrenme disiplini olan evrimsel sinir ağları (Convolutional Neural Networks) ise özellikle bilgisayarlı görüntü analizi konusunda, sergiledikleri yüksek performanstan dolayı, yaygın olarak kullanılmaktadır. Derin öğrenme teknolojilerinde eldeki verinin durumuna göre yüksek başarı elde edecek şekilde farklı sinir ağı mimarileri oluşturulur ve eğitilir. Büyük miktarda veriler üzerinde eğitilerek genellenebilir başarılar üreten bazı popüler ağı mimarileri bulunmaktadır. Bu mimarilerin daha önce eğitildikleri veri seti üzerinden hesaplanan ağırlıklarını benzer başka bir problemin çözümüne aktararak kullanmaya transfer öğrenme denir. Transfer öğrenme ile daha kısa sürede ve daha yüksek doğrulukla sınıflama yapmak mümkündür. Transfer edilen model üzerine bir sınıflama katmanı eklenerek başarılı sonuçlar elde edilebilmektedir.

Bu çalışmada özellikle Covid-19 pandemi döneminde tüm dünyada önemi farkedilen yüz maskelerinin kullanımının görüntüler üzerinden otomatik olarak tespitine yönelik bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Maske

takan, yanlış takan ve takmayan kişilere ait yüz görüntülerinden oluşan veri seti üzerinde, transfer öğrenme yoluyla, MobilNetV2 mimarisi kullanılarak geliştirilen model ile bir sınıflama işlemi gerçekleştirilmiştir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Veri Seti

Çalışmada kullanılan veri seti hijyen amaçlı kullanılan farklı türde maskeleri kullanan ve kullanmayan insan yüzü görüntülerinden oluşmaktadır. Veri seti Kaggle platformunda kamunun erişimine açık olarak paylaşılmıştır [3]. Veri seti içerisinde yer alan 853 adet renkli görüntüye ait örnekler Şekil 1’de yer almaktadır.



Şekil 1. Veri seti örnek görüntüleri

Veri seti görüntüleri ve bu görüntülere ait sınıf bilgisinden oluşmaktadır. Verilerin etiketlendiği üç temel sınıf bulunmaktadır. Bunlar “maskeli”, “maskesiz” ve “yanlış takılmış maske” etiketleridir. Çalışmada kullanılan model bu üç etiket temel alınarak eğitilmiş ve test edilmiştir.

2.2. Derin Öğrenme, CNN ve Transfer Öğrenme

Derin öğrenme, ham girdi verilerinden bir özellik hiyerarşisi çıkarmak için çok sayıda katmana sahip sinir ağları ile gerçekleştirilen öğrenme sürecini ifade eder. Klasik makine öğrenmesindeki manuel özellik çıkarımının aksine kendi kendine öğrenme yeteneği ile görüntülerden karmaşık özellikler hiyerarşisini çıkaran yeni ve popüler bir makine öğrenmesi tekniğidir [4]. Evrimsel sinir ağları (CNN) yaygın olarak görüntü sınıflamada kullanılan derin öğrenme tekniğidir.

CNN’ler, İlk olarak 1989 yılında tanıtılmış [5], derin CNN’ler 2012 yılında ImageNet yarışmasında elde ettikleri başarıdan sonra popülerlikleri artmıştır [6]. Tipik bir CNN evrişim (convolution), havuzlama (pooling), aktivasyon (activation) ve sınıflandırma (classification) katmanlarından oluşur. Evrişim katmanı bir özellik çıkarıcı filtreyi girdi üzerinde kaydırarak belirli özelliklerin açığa çıkarılmasını sağlar. Havuzlama katmanı, önceki katmanlardan gelen verilerin en büyüğü, en küçüğü veya ortalamasını alarak veriyi indirger. Aktivasyon fonksiyonu bir nörona gelen girdilerin doğrusalsızlıklarını artırarak bir sonraki katman için istikrarlı sonuç üretimini sağlar. Sinir ağında gerçekleştirilen işlemin türüne bağlı olarak uygun bir aktivasyon fonksiyonu kullanılır. Rektifiye Lineer Ünite (ReLU) son zamanlarda CNN mimarilerinde yaygın olarak kullanılmaktadır [7]. Tam bağlantı katmanı tahminleme aşamasına geçişte yer alır. Tahmin katmanının çıkış değerleri kayıp fonksiyonuna aktarılır ve tahmin edilen değer ile gerçek değer arasındaki kayba göre geri yayılım yapılarak, en iyi sonuca ulaşmak için ağırlıklar güncellenir.

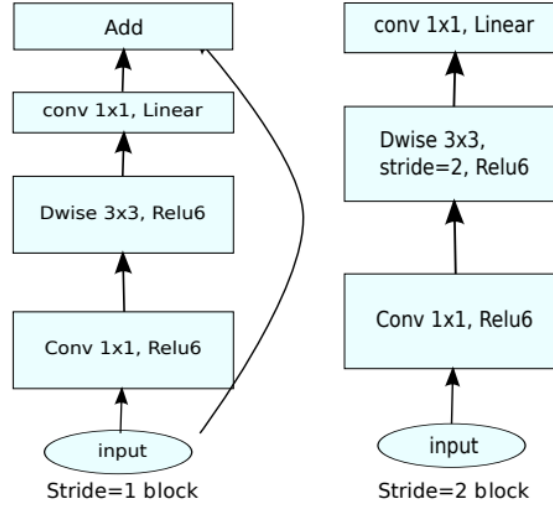
Transfer öğrenme, daha önce büyük miktarda veri ile eğitilmiş bir ağıın bilgilerini, benzer bir problemin çözümü için oluşturulan başka bir modele aktarmaktır. Önceden eğitilmiş modelin üzerinde çalıştığı veri yeterince geniş ise transfer edilen bilgilerle elde edilen daha az miktarda verinin başarılı şekilde sınıflandırılması sağlanır. Transfer öğrenmenin bir diğer avantajı işlem yükünü azaltmasıdır. Önceden eğitilmiş modelin hesaplanan ağırlıkları yeni modele aktarılarak yeni modelin sadece son kısmında yer alan sınıflayıcıları eğitilir.

2.3. MobileNetV2 Mimarisi

MobileNetV2, özellikle mobil cihazlarda iyi performans elde etmek amacıyla geliştirilen bir evrimsel sinir ağı mimarisidir. Derin sinir ağlarında eğitim esnasında aktivasyonu yüksek olmayan nöronların etkisiz kaldığı

görülür ve bu durumda ağda artıklar (residual value) ortaya çıkar. MobileNetV2 mimarisinde artık değerleri ileriki katmanlara besleyen bloklar yer alır.

MobileNetV2'de iki tür blok vardır. Bunlardan ilki 1 adımlık kayma miktarına (stride) sahip artık değer bloğudur. Diğeri ise değer indirgeme için kullanılan 2 adımlık kayma miktarına sahip bloktur. Her iki bloğun üç temel katmanı bulunur. İlk katman 1x1 filtre boyutu ve ReLU aktivasyonuna sahip evrişim katmanıdır. İkinci katmanda ise 3x3 filtre ve ReLU aktivasyona sahip daha derin bir evrişim bloğu yer alır. Son katman ise 1x1 ve doğrusal çıkış veren evrişim katmanıdır (Şekil 2).



Şekil 2. MobileNetV2 mimarisi [8]

MobileNetV2 daha önce geliştirilen V1 versiyonuna göre daha az parametre ile daha yüksek performans sergilemiştir ve ImageNet'teki başarısı ile popülerlik kazanmıştır.

4. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Bu çalışmada maske takan, takmayan ve maskeyi yanlış takan üç ayrı sınıfta 853 adet yüz görüntüsünden oluşan veri seti üzerinde MobileNetV2 mimarisi kullanılarak bir sınıflama işlemi gerçekleştirilmiştir. MobileNetV2 mimarisi mobil cihazlar üzerinde kısıtlı kaynaklarla dahi iyi performans sergileyen bir model olması nedeniyle ve bu çalışmanın gelecekte mobil sistemlerde de kullanılabilir olması nedeni ile tercih edilmiştir. MobileNetV2 mimarisi ve bu mimarinin 14 milyondan fazla resme ve 1000 sınıfa sahip ImageNet veri seti üzerinde eğitilmesi sonucu üretilen ağırlık değerleri geliştirilen modele transfer edilmiştir. Bu modelin üzerine bağımsız bir sınıflama katmanı eklenerek sınıflama işlemi tamamlanmıştır. MobileNetV2 mimarisi üzerine eklenen sınıflama katmanının özeti Tablo 1'de yer almaktadır:

Tablo 1. Sınıflama katmanı mimari özeti

Katman	Çıkış boyutu	Parametre sayısı
AveragePooling	(1, 1, 1280)	0
Flatten	(1280)	0
Dense	(64)	81984
Dropout	(64)	0
Dense	(3)	195

Transfer edilen modelin ardından ortalama havuzlama işlemi uygulanmış ve ardından çıktı matrisi düzleştirilerek sınıflamayı gerçekleştirecek sinir ağına aktarılmıştır. Sinir ağı 64 nöronlu bir yoğunluklu katman ardından %50'lik bir unutmaya (dropout) ve sonda ise veri seti sınıf sayısı kadar olan 3 adet nöron içeren bir çıkış katmanından oluşmaktadır. Sinir ağının ilk yoğunluklu katmanında ReLU, çıkış katmanında ise

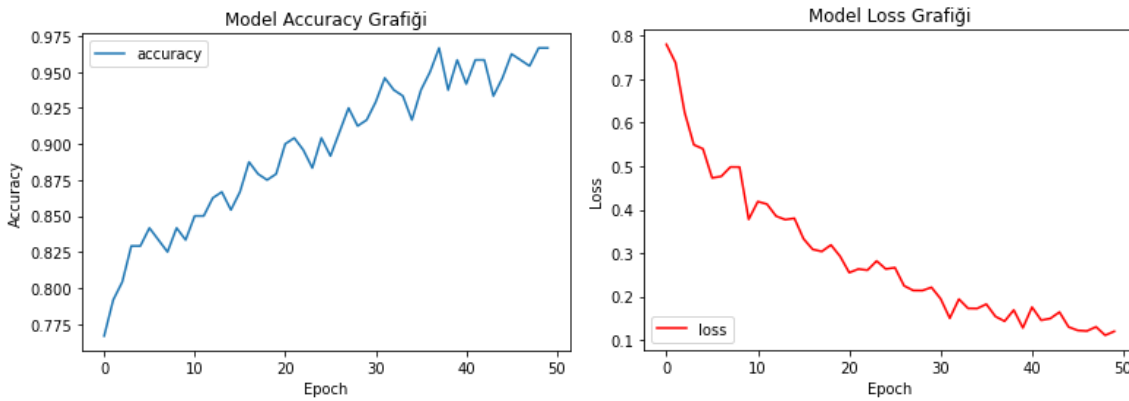
olasılıksal değer üreten Softmax aktivasyon fonksiyonu kullanılmıştır. Model toplam 82,179 adet eğitilebilir parametreden oluşmaktadır.

Veri setinde farklı ebatlarda görüntüler bulunduğundan dolayı modelin eğitimi öncesinde her bir resim 224x224 piksel ebatında yeniden boyutlandırılmıştır. Veri seti rastgele örnekleme yoluyla %80 eğitim ve %20 test seti olarak ikiye ayrılmıştır. Modelin eğitimi esnasında ezberleme (overfitting) olasılığını azaltmak ve model başarısını arttırmak için veri artırımı (data augmentation) tekniği kullanılmıştır.

Model 50 epoch çalıştırılmıştır. Gerçekleştirilen sınıflama işleminin başarısı farklı metrikler açısından değerlendirilmiştir. Doğruluk (accuracy) en yaygın kullanılan başarı metriğidir. Sınıflandırmada doğruluk, doğru sınıflandırılmış örnek sayısının toplam veri sayısına oranı olarak tanımlanır (Denklem 1).

$$\text{doğruluk} = \frac{\text{doğru sınıflanmış örnek sayısı}}{\text{toplam örnek sayısı}} \quad (1)$$

Bu çalışmada, modelin 50 epoch çalıştırılmasının ardında elde edilen sınıflama doğruluğu %96.67'dir. Modelin doğruluk (accuracy) ve hata (loss) değişim grafikleri Şekil 3'de verilmiştir.



Şekil 3. Modeli doğruluk ve hata grafikleri

Sınıflandırma doğruluğu, modelin genel performansı hakkında bir fikir verebilir ancak sistemin, doğru ve yanlış sınıflamalar daha detaylı incelenerek, daha fazla performans metriği ile değerlendirilmesini sağlıklıdır. Bu amaçla karmaşıklık matrislerden (confusion matrix) yararlanılır (Şekil 4).

		Tahmin edilen değerler	
		Pozitif / Positive	Negatif / Negative
Gerçek değerler	Pozitif / Positive	True Positive (TP)	False Negative (FN)
	Negatif / Negative	False Positive (FP)	True Negative (TN)

Şekil 4. Karmaşıklık matrisi

Veri setindeki etiketi pozitif olan veri, model tarafından pozitif olarak doğru sınıflanırsa doğru pozitif (true positive - TP), veri setindeki etiketi pozitif olan veri negatif olarak yanlış sınıflanırsa yanlış negatif (false negative - FN), veri setindeki etiketi negatif olan veri negatif olarak doğru sınıflandığında doğru negatif (true negative - TN) ve veri setindeki etiketi negatif olan veri pozitif olarak yanlış sınıflandığında yanlış pozitif (false positive - FP) olarak nitelendirilir.

Karmaşıklık matrisinden elde edilen bu parametrelere bağlı olarak farklı performans metrikleri hesaplanır. Bunlardan biri olan duyarlılık (recall) doğru pozitif sayısının, doğru pozitif ve yanlış negatif sayılarının toplamına oranıdır (Denklem 2).

$$\text{duyarlılık} = \frac{TP}{TP + FN} \quad (2)$$

Duyarlılık, modelin doğru pozitifleri ayırt etme yeteneğini gösterir. Bu çalışmada gerçekleştirilen sınıflama işlemi için elde edilen duyarlılık değeri % 93'tür.

Bir diğer performans metriği olan kesinlik (precision) doğru pozitif sayısının, doğru pozitif ve yanlış pozitif sayılarının toplamına oranıdır (Denklem 3).

$$\text{kesinlik} = \frac{TP}{TP + FP} \quad (3)$$

Kesinlik, modelin yanlış pozitifleri eleme kabiliyetini gösterir. Bu çalışmada gerçekleştirilen sınıflama işleminde elde edilen kesinlik değeri %77'dir.

Duyarlılık ve kesinlik metriklerinin harmonik ortalaması olan F1 skoru, iki ayrı metriğin dengesi hakkında fikir verir. F1 skoru Denklem 4'te yer alan formül ile hesaplanır.

$$F1 \text{ skoru} = \frac{2 * \text{kesinlik} * \text{duyarlılık}}{\text{kesinlik} + \text{duyarlılık}} \quad (4)$$

Bu çalışmada gerçekleştirilen sınıflama işlemini sonucunda elde edilen F1 skoru değeri %84,25'tir.

5. SONUÇ

Covid-19 pandemi döneminde önemini daha çok hatırladığımız maske kullanımı, insan vücudunu sağlık açısından risk teşkil eden ortamlarda enfeksiyondan koruyan başlıca önlemlerden biridir. Maskeyi hastalık yayma veya hastalığa yakalanma riski taşıyan her bir bireyin kullanması gereklidir. Pandemi durumlarında ve gündelik hayatta yüksek sterilizasyon gerektiren ortamlarda maske kullanım zorunluluğu ve maske denetimi yapma ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. Denetimlerin kolluk gücü niteliğindeki personelle yapılması hata yapma riski ile birlikte insan temasını artırarak mikroorganizmaların taşınma riskini de arttırmaktadır. Bu nedenle bilgisayar destekli otomatik görüntü analiz sistemlerinin kullanımı alternatif bir çözümdür. Bu çalışmada gerçekleştirilen derin öğrenme destekli maske kullanımı tespit çalışmasında %96.67 doğruluk elde edilmiştir. Sınıflama modelinin geliştirilmesinde kullanılan MobilNetV2 modeli, mobil sistemlerde yüksek performans sağlayabilen bir mimariye sahiptir. Bu anlamda gerçekleştirilen çalışmanın mobil denetim sistemleri üzerinde başarı ile çalıştırılması ve taşınabilir bir çözüm haline getirilmesi mümkündür.

KAYNAKLAR

- [1] Johns Hopkins University (JHU), "Coronavirus COVID-19 (2019-nCoV) Global Cases." <https://gisanddata.maps.arcgis.com/apps/opsdashboard/index.html#/bda7594740fd40299423467b48e9ecf6> (accessed Mar. 18, 2020).
- [2] A. Cabani, K. Hammoudi, H. Benhabiles, and M. Melkemi, *MaskedFace-Net – A Dataset of Correctly/Incorrectly Masked Face Images in the Context of COVID-19*. 2020.
- [3] "Face Mask Detection." <https://kaggle.com/andrewmvd/face-mask-detection> (accessed Oct. 18, 2020).
- [4] Y. LeCun, Y. Bengio, and G. Hinton, "Deep learning," *nature*, vol. 521, no. 7553, pp. 436–444, 2015.
- [5] Y. LeCun *et al.*, "Backpropagation applied to handwritten zip code recognition," *Neural computation*, vol. 1, no. 4, pp. 541–551, 1989.

- [6] A. Krizhevsky, I. Sutskever, and G. E. Hinton, “Imagenet classification with deep convolutional neural networks,” in *Advances in neural information processing systems*, 2012, pp. 1097–1105.
- [7] K. He, X. Zhang, S. Ren, and J. Sun, “Delving deep into rectifiers: Surpassing human-level performance on imagenet classification,” in *Proceedings of the IEEE international conference on computer vision*, 2015, pp. 1026–1034.
- [8] M. Sandler, A. Howard, M. Zhu, A. Zhmoginov, and L.-C. Chen, *MobileNetV2: Inverted Residuals and Linear Bottlenecks*. 2019.

PROCEEDINGS BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

HIZLI NESNE TANIMA İÇİN NESNENİN VEKTÖREL TANIMLANMASI
VECTOR IDENTIFICATION OF OBJECT FOR QUICK OBJECT RECOGNITION**Mert Demir**

Öğretim Görevlisi, İzmir Kavram Meslek Yüksekokulu Bilgisayar Programcılığı, ORCID No: 0000-0002-1053-5784

ÖZET

Nesne tanıma uygulamalarında kullanılan algoritmalar nesnelere tanımlamak için ilgili nesnenin farklı görsellerini içeren veritabanlarıyla ve eğitilmiş bir yapay sinir ağıyla çalışmaktadır. Bu algoritmaların tanımlamada başarılı olabilmesi için öğretilen nesneye ait binlerce görselin hazırlanması ve buna uygun bir yapay ağda işlenmesi gerekebilmektedir. Bu süreçlerin tamamlanması da uzun zaman almaktadır. Özellikle sahada görev yapan bir nesne tanıma algoritmasının karşılaştığı yeni bir nesneyi öğrenmesi kısa zamanda gerçekleştiremeyeceği için bu makalede hızlı bir nesne tanıma algoritması ve modeli önerilmiştir. Makalede tanımlanan hızlı nesne tanıma modeli ile nesnelerin tanımlanması birkaç saniye içerisinde gerçekleştirilmektedir ve gerçek zamanlı olarak takip edilebilmektedir. Nesnelerin üzerinde belirlenen noktaların birleştirilmesiyle oluşturulan vektörler ve piksel renk değerleriyle hızlı öğrenme için ilgili nesneye ait bir vektör ağı oluşturulmaktadır. Bu sayede sahada yeni karşılaşılan nesnelerin öğrenilmesi için uzun zaman alan çok sayıda görsellerin hazırlanması ve nesneye uygun ağ yapısının oluşturulması gibi işlemlere gerek kalmadan nesneler hızlı bir şekilde öğrenilebilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Nesne öğrenme, Görüntü işleme, Nesne takibi, Yapay sinir ağları, Gerçek zamanlı nesne tanıma

ABSTRACT

The algorithms used in object recognition applications work with databases containing different visuals of the relevant object and a trained neural network to identify objects. In order for these algorithms to be successful in identification, thousands of images of the object to be taught may need to be prepared and processed in a suitable artificial network. These processes take a long time to complete. In this article, a fast object recognition algorithm and model is proposed, especially since an object recognition algorithm working in the field cannot learn a new object it encounters in a short time. With the fast object recognition model introduced in the article, the identification of objects is performed within a few seconds and can be followed in real time. A vector network of the relevant object is created for fast learning with vectors and pixel color values created by combining the points determined on the objects. In this way, objects can be learned quickly without the need for processes such as preparing many visuals that take a long time to learn new objects in the field and creating the appropriate network structure for the object.

Keywords: Object learning, Image processing, Object tracking, Artificial neural networks, Real time object recognition

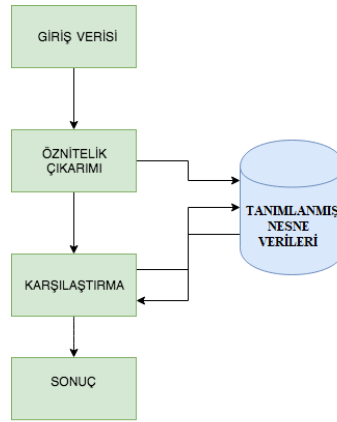
1. GİRİŞ

Yüz tanıma ve nesne tanıma uygulamalarında çeşitli algoritmalar ve yöntemler kullanılmaktadır[1]. Örnek sahada nesnenin tanımlanması için ilgili nesneye ait çok sayıda görselin nesne tanıma modelinde tanımlı uygun ağda tanımlanarak ağ yapısının kurulması, nesneye ait önemli görsel kesitlerin belirlenmesi ve ayırt etmek

için özneliğinin çıkarılması gerekmektedir. Bu süreçler uzun süreli nesne tanıma işlemleridir. Güncel algoritmalarda nesnenin başarılı bir şekilde tanımlanması için çok sayıda eğitim görseli, eğitimin başarılı olup olmadığını sınamak için ise test resimleri kullanılmaktadır. Eğitim ve test süreçlerinden sonra nesnenin tanımlanması Kabul edilebilir hata içerisinde olduğunda nesnenin öğrenimi başarılı kabul edilmektedir. Otonom askeri araçlarda bu uzun süreli eğitim ve test süreçleri için yeterli vakit bulunmamaktadır. Askeri bir aracın daha önce tanımlanmayan yeni bir tehdit unsuruyla karşılaşması durumunda bu nesnenin türü tespit edilerek dost-tehdit tanımlamasını yapamaması ciddi sorun teşkil edecektir. Sahada yeni karşılaşılan nesnelerin hızlı bir şekilde tanımlama veritabanına dahil edilmesi bu araçların sahada daha başarılı hareket etmesini sağlayacaktır. Bu çalışmada otonom askeri araçların sahada nesneleri hızlı bir şekilde öğrenmesi üzerine farklı bir nesne tanıma yaklaşımı önerilmiştir. Yapay ağ modellerinden bağımsız ve uzun süreli eğitim işlemlerine gerek duyulmadan nesnelerin kısa sürede öğrenimi için algoritma hazırlanmış ve referans yolu oluşturmak için farklı bir yaklaşım ortaya konulmuştur.

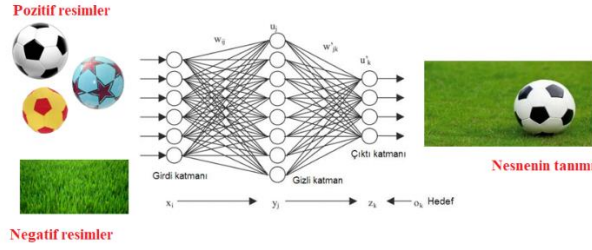
2. NESNE TANIMA UYGULAMALARI

Nesne ve yüz tanımlama için kullanılan çeşitli algoritmalar ve tanımlama modelleri bulunmaktadır [2]. Literatürdeki nesne tanıma algoritmaları, ilgili nesnenin görüntülerini bir sinir ağından geçirerek uzun vadeli bir öğrenme süreci ile çalışır. Bu modeller kendilerine özgü avantajlara ve dezavantajlara sahiptir. Bazı algoritmalar, görüntüyü tanımlamak için görüntüyü tek bir aşamada işler, bu nedenle algoritma hızlı çalışır [3]. Bazı algoritmalar ise görüntüyü birden fazla aşamadan aşamadan geçirir ve bu sebeple görüntünün tanıma doğruluğu artarken ve tanımlama hızı düşer [4]. Örneğin, YOLO tabanlı algoritmalar hızlıdır ancak uzaktaki nesneleri ve gruplanmış nesneleri tespit etmede yeterli başarı göstermemektedir [5]. Haas cascade temelli uygulamalarda ise tanımlama hızı düşüktür ancak bu model ile aynı anda yüz ve nesne tanımlaması yapılabilmektedir. Literatürdeki tanımlama modelleri nesnelerin önceden öğrenilmesi için çeşitli aşamalardan oluşan öğrenme süreçlerine ihtiyaç duymaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Nesne tanımlama süreçleri

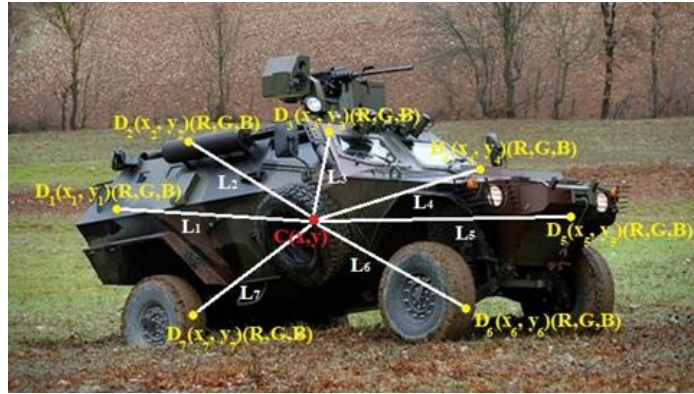
Öğrenilecek olan nesnenin tanımlama modeline eklenebilmesi için binlerce görselden oluşan bir hazırlık süreci gerekmektedir. Nesne öğrenme süresinde iki temel görsel sınıfı işleme alınmaktadır. Öğrenilecek nesneye ait görseller pozitif resim olarak adlandırılırken, içerisinde nesnenin olmadığı her görsel negatif resim olarak adlandırılmaktadır. Bu pozitif ve negatif resimler uygun bir öğrenme algoritmasına kullanan bir ağ yapısına uygulanarak tanımlamada kullanılan ağın şekillenmesi sağlanmaktadır (Şekil 2). Ağı eğitilmesi ile ilgili bu sürecin sonunda ağı eğitiminin başarılı olup olmadığı test resimleri ile sınanarak ağ başarısı ölçülmektedir [6]. Aynı algoritmaları kullanarak farklı nesnelerin öğrenimi mümkün olsa da uygun ağ yapısını buna göre belirlemek gerekmektedir [7,8].



Şekil 2: Pozitif ve negatif resimlerin işlenmesi sonucu nesne tanıma

3. HIZLI NESNE TANIMA MODELİ

Hızlı nesne tanıma modeli herhangi bir yapay sinir ağı alt yapısı kullanmadan nesnelerin geometrik şekillerinden kaynaklı öznelik özelliklerini temel alarak çalışmaktadır. Buna göre görsel üzerinde bulunan unsurların birbirlerine belirli bir uzaklığı ve renk değeri bulunmaktadır. Bu unsurlar birbirlerine belirli uzunluk ve açılarla desteklenmiş vektörler ile tanımlanmaktadır. Görseldeki nesnenin uzaklaşması veya yaklaşması bu vektörlerin belirli katsayıyla işlenmesi anlamına geldiğinden vektörlerin hepsi belirli bir oranda küçülecek veya büyüyecektir. Vektörlerin nesne üzerinde belirttiği renk bilgisi bu vektörlerin görsel üzerinde ilgili renk pikselleri üzerinde kalmasını ve görselin vektörler üzerinden gösterimini sağlamaktadır (Şekil 3). Bu sayede uzun süreli eğitim görsellerinin hazırlanmasına ve test süreçlerine gerek duyulmadan nesnenin tanımı bu vektörler ile sağlanmaktadır.



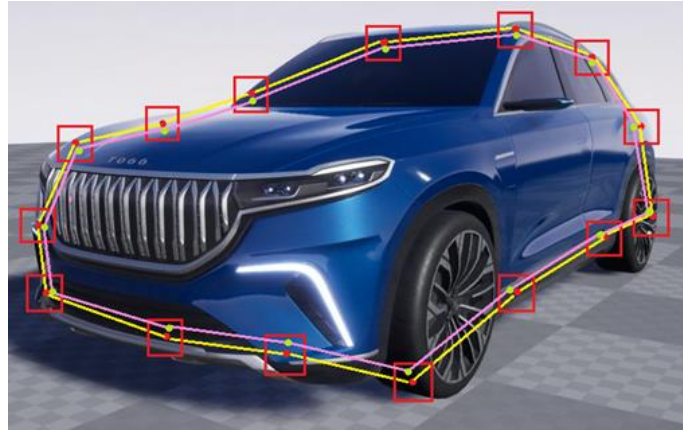
Şekil 3. Hızlı nesne tanıma modelinde resimden örnek alma

Hızlı nesne tanıma modelinde eğitim işlemi için nesneye ait çok sayıda görselin hazırlanmasına gerek bulunmamaktadır. Bu özellik sayesinde tanıma modeli nesneyi kısa zamanda öğrenebilmektedir. Hızlı nesne tanıma için nesneye ait görsel üzerinde nesneyi oluşturan unsurları işaretlenmektedir (Şekil 4). İşaretlenen her nokta üzerinde nesneye ait bir renk bilgisi alınırken noktalar arası vektörler oluşturulmaktadır. Vektörler noktalar arasında belirli uzaklık ve açı bilgisini tutan bilgi dizisidir.



Şekil 4. Hızlı nesne tanıma için nesne üzerinde vektör haritası oluşumu

Nesnenin uzaklaşması ve yaklaşması vektörlerin tamamının belirli bir katsayı ile küçülmesi veya büyümesini sağlarken nesnenin belirli bir açıda döndürülmesi vektörlerin de belirli bir açı ile yeniden şekillenmesini sağlamaktadır. Nesne üzerinde belirli noktaların işaretlenmesi sonucu oluşturulan vektör haritası ile nesnenin öğrenimi vektörel olarak tanımlanmaktadır. Vektörel olarak tanımlanan nesnenin tanımlanması bu vektörlerin nesne üzerinde oluşturulup oluşturulmadığının kontrolüyle sağlanmaktadır. Öğrenme işleminde alınan renk değerleri ilgili nesnenin üzerinde görüntü işleme yoluyla taranarak benzer renk alanlarının belirlenmesiyle başlamaktadır(Şekil 5). Renk alanlarından alınan piksel değerleri en yakındaki komşu renk alanındaki piksel noktalarıyla vektör kurma denemeleri yaparak daha önce tanımlanan vektör haritasının oluşturulup oluşturulmadığı denenmektedir. Nesne tanımı daha önce vektörel olarak tanımlanıp vektör haritası çıkarıldıysa bu oluşturulan yeni vektör haritasının tekrar kurulması mümkün olacaktır. Öğrenme ve tanımlama işlemlerinde oluşturulan bu vektör haritaları arasındaki fark hata olarak kabul edilmektedir. Bu sayede hata değeri ne kadar küçükse nesne tanıma başarısı o kadar yüksek olmaktadır.



Şekil 5. Nesne öğrenme ve tanımlama süreçlerinde oluşturulan vektörler

4. SONUÇLAR

Yapılan bu süreçler için yapay ağ kurma işlemlerine gerek duyulmaması, binlerce resimden oluşan eğitim ve test resimlerinin hazırlanma süreçlerine gerek kalmaması sayesinde bu yaklaşım nesnelerin hızlı öğrenilmesi ve tanımlanmasını sağlamaktadır. Hızlı nesne tanıma modeli için C# programlama dilinde geliştirilen yazılım ile kameradan elde edilen görsellerdeki nesneler herhangi bir internet bağlantısı, veritabanı, yapay ağ yapısına gerek duymadan nesnelere kısa sürede öğrenmekte ve tanımlanmaktadır. Nesne öğrenme sırasında ilgili nesneye ait farklı açı, ışık seviyesi ve renklerden oluşturulmuş binlerce eğitim görseline gerek duyulmamaktadır. Bunun yanında nesnenin öğrenilme başarısının sınındığı test süreçleri de bu modelde yer almamaktadır. Oluşturulan yazılım ile hızlı nesne tanıma modelinde nesneler birkaç saniye içerisinde öğrenilmekte ve tanımlanabilmektedir(Şekil 6). Öğrenme ve tanımlama sırasında yapay ağ modeli kullanılmadığı için yüksek işlem gücü ve hafıza kullanılmamaktadır. Nesne tanıma modeli kısıtlı kaynaklara sahip gömülü sistemler için uygun bir çözüm olarak önerilmektedir.



Şekil 6. Farklı bardakların öğrenilmesi ve tanımlanması

KAYNAKLAR

- [1]. Garg, V., (2016), "Face recognition using haar cascade classifier," Journal of Emerging Technologies and Innovative Research, vol. 3.
- [2]. Choudhury, S., Chattopadhyay, S., Hazra, T., Zikidis, K., Kanellopoulos, N.,(2017), "Vehicle detection and counting using haar feature-based classifier," in 8th Annual Industrial Automation and Electromechanical Engineering Conference.
- [3]. Chen,W., Huang, H., Peng, S., Zhou, C., Zhang, C.,(2020), "Yolo-face: a real-time face detector," The Visual Computer (2020).
- [4]. Zhang, K., Zhang, Z., Li. Z., Qiao, Y.,(2016), "Joint face detection and alignment using multitask cascaded convolutional networks," vol. 23, pp. 1499–1503.
- [5]. Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R., Farhadi, A., (2016), "You only look once: Unified, real-time object detection," in IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition.
- [6]. Schmidt, A., Kasinski, A., (2007), "The performance of the haar cascade classifiers applied to the face and eyes detection," Computer Recognition Systems 2.
- [7]. Ashwini, B., Yuvaraju, B., Pai, A., Baliga, B., (2017), "Real time detection and classification of vehicles and pedestrians using haar cascade classifier with background subtraction," in 2nd International Conference on Computational Systems and Information Technology for Sustainable Solution.
- [8]. Singh, P., Tripathi, M., (2013), "Haar cascade classifier provides high accuracy even the images are highly affected by the illumination," International Journal of Science, Technology and Management, vol. 2, pp. 33–37.

PROCEEDINGS BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

ELEKTROMANYETİK DALGALARI KULLANAN RADAR**RADAR USING ELECTROMAGNETIC WAVES****Mert Demir**

Öğretim Görevlisi, İzmir Kavram Meslek Yüksekokulu Bilgisayar Programcılığı, ORCID No: 0000-0002-1053-5784

ÖZET

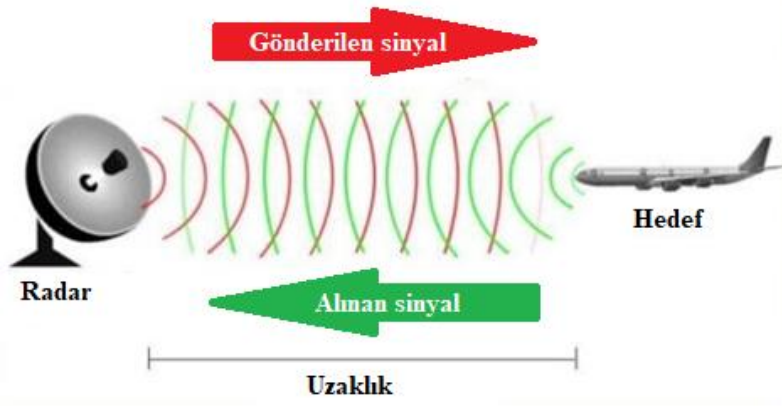
Günümüzde belirli bir mesafedeki nesnelerin tespitinde kullanılan radarlar, radyo sinyallerinin nesneye gönderilip bu yansıyan radyo sinyallerinin geri alınması prensibine göre çalışmaktadır. Ancak radar ve nesne arasına başka engellerin girmesi durumunda nesnelerin tespiti mümkün olamamaktadır. Bu makale günümüzdeki radar teknolojilerine alternatif olarak farklı bir radar teknolojisi yaklaşımını önermektedir. Her nesne bulunduğu konumdaki dünyanın manyetik alanında bir miktar kırılmalar ve değişimler oluşturmaktadır. Manyetik alanlardaki bu değişimlerin tespiti nesnelerin tespitinde kullanılabilir. Bu çalışmada ortamda bulunan manyetik alan değişimlerini algılayarak nesnelerin konumlarını tespit eden ve hareketli nesnelere algılayan bir radar prototipi önerilmiştir. Önerilen bu radar prototipi günümüz radarlarından farklı olarak engeller arkasındaki nesnelere dahi tespit edebilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Radar, Elektromanyetizma, Eddy akımı, Manyetik alan, Nesne tespiti, Hareket algılama**ABSTRACT**

Today, radars used to detect objects at a certain distance operate according to the principle of sending radio signals to the object and retrieving these reflected radio signals. However, it is not possible to detect objects if other obstacles come between the radar and the object. This article proposes a different approach to radar technology as an alternative to today's radar technologies. Each object creates some refractions and changes in the magnetic field of the earth in its location. It can be used to detect objects by measuring these changes in magnetic fields. In this study, a radar prototype that detects the magnetic field changes in the environment and detects the positions of objects and detects moving objects is proposed. This proposed radar prototype can detect even objects behind obstacles, unlike today's radars.

Keywords: Radar, Electromagnetism, Eddy current, Magnetic field, Object detection, Motion perception**1. GİRİŞ**

Radarlar radyo sinyallerinin yansıması özelliğinden faydalanılarak uzaktaki nesnelerin algılanmasında kullanılan cihazlardır (Şekil 1). Radar anteninden yayılan radyo sinyali hedef nesneye çarptıktan sonra tekrar geri yansıyarak radyo antenine gelmektedir. Yansıyan bu radyo sinyalinin gidiş-geliş süresi hesaplanarak hedefin uzaklığı, sinyalin gücü ölçülerek hedefin boyutu hakkında bilgi sağlanmaktadır [1]. Günümüzde radarlar sivil alanda meteorolojide hava durumu tahminlerinde, arama kurtarma, hava ve deniz trafiğinin izlenmesinde, araçlarının hızlarının tespitinde, askeri alanlarda ise hava gözetleme, erken uyarı sistemlerinde, güdüm sistemlerinde ve hava savunma sistemlerinde sıklıkla kullanılmaktadır [2].



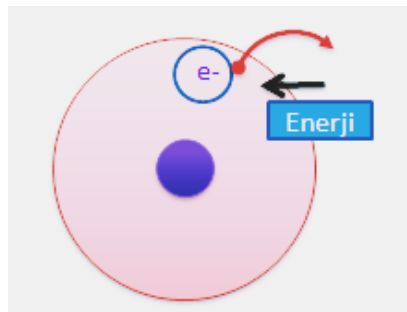
Şekil 7. Radarın çalışma prensibi

Radarın geliştirilmesi 2. Dünya Savaşı öncesine dayanırken günümüzde farklı alanlarda kullanılmak için çeşitli radar teknolojileri de geliştirilmektedir ve genel prensip radyo sinyallerinin yansması üzerindedir. Radar sistemleri askeri alanlarda üstünlüğe ve gizliliğe önem veren bazı ülkelerin özellikle havacılık sektöründe görünmez olarak bahsedilen radar görünürlüğü düşük uçakların üretmesini teşvik etmiştir. Görünmez uçakların bu şekilde tanımlanmasının nedeni radar algılayıcıları tarafından tespit edilmemesi veya çok az görünürlük kesitine sahip olmasından gelmektedir[3]. Havadaki bir uçağın görünmez olması için kendisine çarpan radyo sinyallerini ya geriye yansıtılmamalı ya da farklı açılara yansıtılarak radyo antenine geri dönmesini engellemelidir. Uçakların bu özelliğe sahip olması için dış görünüşlerinde radyo sinyallerini geriye yansıtacak geometrideki yuvarlak hatlar olmamalı ve uçağın dış gövdesi pahalı özel malzemelerle kaplanmalıdır. Bu özelliklere sahip uçakların günümüzde radar sistemlerine görünmeden hareket ettiği bilindiğinden bu konuda ülkeler arası ciddi rekabet ortamı doğmuştur.

Bu çalışmada günümüz radar teknolojilerinden farklı olarak hareketli ve hareketsiz nesnelere algılanmasını farklı bir yaklaşım ile algılayan bir radar teknolojisi tanıtılmaktadır. Günümüz radarlarının çalışmasında ve hedefleri algılamasında olumsuz etkilerde bulunan coğrafi yapılar ve doğal yapılar bu çalışmada sunulan alternatif radar teknolojisi ile aşılması ve sistemin kullanımı referans yolu oluşturmak üzere sunulmuştur.

2. MALZEME ÜZERİNDE OLUŞAN ELEKTROMANYETİK DALGALAR

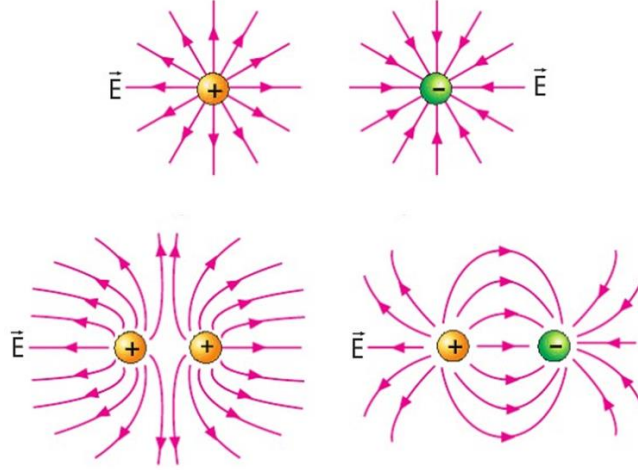
Elektromanyetik dalgalar enerji yüklü atomlardan yayılan, elektrik ve manyetik alanlardan oluşan olgulardır[4]. Malzemeler, merkezinde pozitif yüklü çekirdeğe sahip proton ve bu çekirdeğin çevresinde belirli bir yörüngede dolanan elektronlara sahip atomlardan oluşmaktadır. Çekirdek çevresinde dolanan elektronlar çeşitli kuvvetlerle etkileşime girebilmektedir. Dışarıdan uygulanan kuvvetler elektronların yörünge üzerindeki yollarında salınımlar oluşmasına neden olabileceği gibi daha güçlü kuvvetler bu elektronların atomdan kopmasına neden olabilmektedir(Şekil 2).



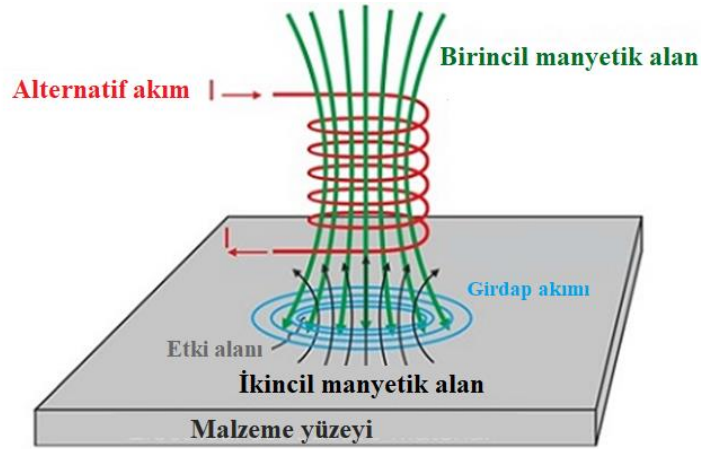
Şekil 8. Dış kuvvet sonucu elektron kaybeden atom

Malzemeler sürekli olarak ısı, ışık, basınç, enerji dalgaları gibi dış kuvvetlere maruz kalmaktadır. Bu kuvvetler sonucunda malzemelerin üzerinde elektronlarını kaybeden ve pozitif yüke sahip alanlar ile fazladan elektron

kazanarak negatif yük taşıyan alanlar oluşmaktadır. Malzemelerin üzerinde bu negatif ve pozitif alanların oluşmasıyla bu alanlar arasında elektrik ve manyetik alan kuvvetlerinin de oluşmasını sağlamaktadır(Şekil 3). Faraday'ın indüksiyon kanuna göre ortamda bulunan manyetik alanın değişmesi, çevresinde bu manyetik alanı karşılayacak çembersel elektrik akımlarının oluşmasına neden olmaktadır[5]. Girdap akımı(Eddy) olarak adlandırılan bu ikincil akım oluşumları çevrelerindeki atomları etkileyerek bu etkilerin elektromanyetik dalgalar ile uzak mesafelere yayılmasına neden olmaktadır(Şekil 4). Bu özellik sayesinde üzerinde çeşitli elektrik yükleri taşıyan hareketli malzemeler, çevrelerindeki malzemelerdeki yükleri etkileyerek belirli bir uzayda birbirlerini sürekli etkileyen yük bulutunun oluşmasını sağlamaktadır.



Şekil 9. Elektrik yükleri arasındaki etkileşimler



Şekil 10. Malzeme üzerinde oluşan girdap akımları

3. ELEKTROMANYETİK RADAR SİSTEMİ

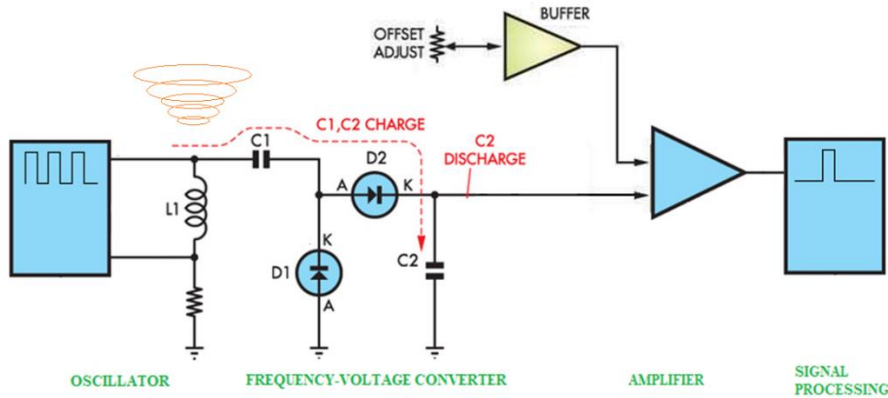
Günümüz radarlarının çalışmasında hedefe radyo sinyallerinin gönderilmesi, radyo sinyallerinin hedef nesneye çarpıp geri yansması ve geri yansıyan radyo sinyallerinin işlenmesi aşamaları yer almaktadır. Hedef nesnenin geometrik şekli radyo sinyallerinin çeşitli açılarla farklı yönlerde yansıtılmasına neden olduğundan dolayı radar antenine geri yansıyan radyo sinyallerinin daha az gelmesine neden olmaktadır. Bu durumdan dolayı hedef nesnenin gerçekte olduğundan daha küçük bir kesitte algılanmasına neden olmaktadır. Bunun yanında radyo sinyalleri farklı nesnelere üzerinde çeşitli davranışlar göstermektedir. Metalik nesnelere üzerinden güçlü bir şekilde yansıyan radyo sinyalleri metalik olmayan nesnelere kırılmaya uğramaktadır. Bununla birlikte gelişen teknoloji ile üretilen yeni kaplama malzemeleri radyo sinyallerini malzeme içinde emilimini sağlayarak radyo sinyallerinin yansımalarının önüne geçilmektedir. Geliştirilen kompozit malzemeler ve boyalar sayesinde radara yakalanmayan veya düşük görünürlüğe sahip hava araçlarının üretimi gerçekleştirilmiştir.

Elektromanyetik radar, bilinen radar teknolojilerinden farklı olarak elektromanyetik dalgaların nesnelere üzerinde oluşturduğu etkilere dayanarak çalışmaktadır. Elektromanyetik dalgalar enerji yüklü atom çekirdekleri ve hareket halindeki elektronların oluşturduğu bir olgudur. Atom çekirdeklerinden kaynaklı elektromanyetik dalgalar radyasyon seviyesinde olmakla birlikte bu çalışmada bahsedilen elektromanyetik radar sistemi hareket halindeki elektrik yüklerinin oluşturduğu elektromanyetik dalgaları kullanarak çalışmaktadır.

Elektromanyetik dalgalar çeşitli antenler ile tespit edilebilmektedir[6]. Elektromanyetik radar üzerinde de çevresel elektromanyetik dalgaları toplayan bir anten bulunmaktadır. Malzemelerden yayılan elektromanyetik dalgalar radar antenine çarparak indüksiyon kanunu çerçevesinde girdap akımlarının oluşmasına neden olmaktadır. Sistem üzerinde oluşan mikrovoltlar seviyesindeki voltaj yükselteçler ile seviyesi yükseltilerek ölçülebilir seviyeye getirilmektedir.

3.1. Pasif Radar Çalışması

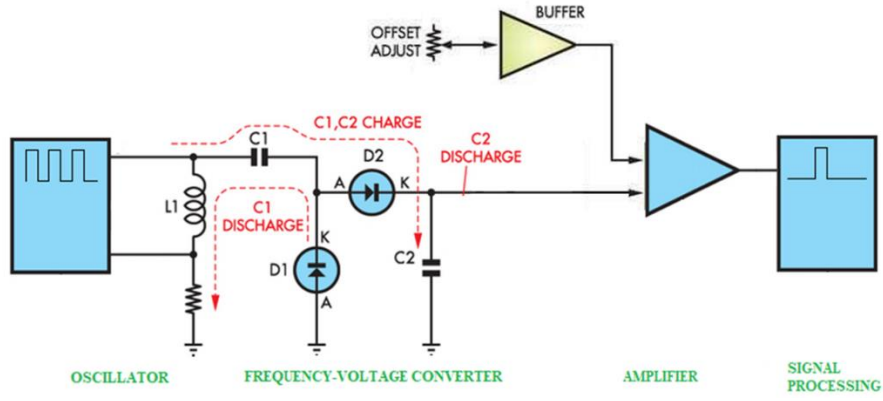
Elektromanyetik radar malzemelerden kaynaklı elektromanyetik dalgaları tespit etmek için iki farklı çalışmaya sahiptir. Pasif moda radar sistemi hareketli nesnelere tespitinde kullanılmaktadır(Şekil 5). Buna göre ortamda bulunan malzemelerin üzerinde bulunan elektriksel yükler, malzemenin hareketinden dolayı çevredeki komşu yüklerle etkileşime girerek elektromanyetik dalgaların oluşumu gerçekleştirmektedir. Radar anteni tarafından toplanan elektromanyetik dalgalar elektrik sinyaline dönüştürülerek güçlendirilmektedir. Mikrodenetleyici tarafından ölçülebilir ve işlenebilir seviyeye getirilen elektrik sinyali sinyal işleme sürecinden sonra hedef malzemenin uzaklığı, boyutu ve hareket yönü bilgileri tespit edilebilmektedir.



Şekil 11. Pasif radarın çalışma diyagramı

3.2. Aktif Radar Çalışması

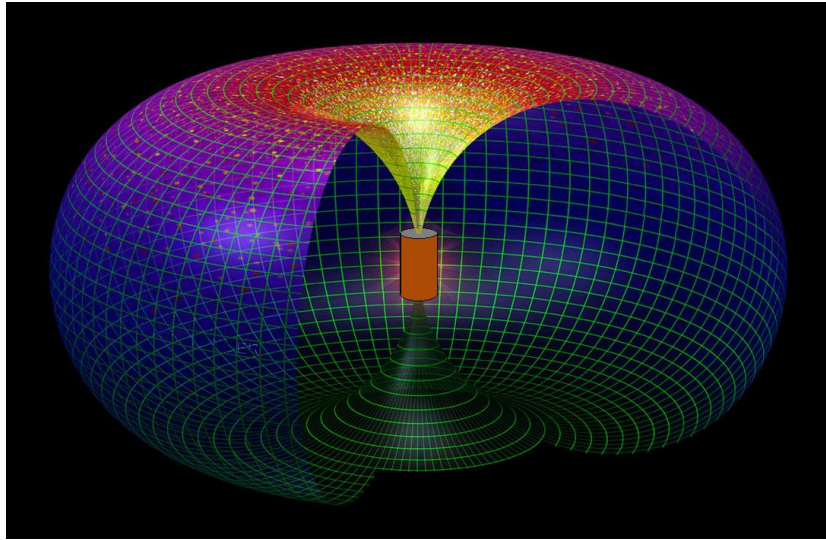
Elektromanyetik radar, ortamdaki hareketsiz nesnelere tespitini gerçekleştirmek için aktif moda çalışmaktadır. Ortamda hareketli nesnelere kaynaklı elektromanyetik dalgaların oluşmadığı durumda bu dalgaların radar sistemi tarafından yapay olarak oluşturulması gerekmektedir(Şekil 6). Bu durumda elektromanyetik radarın anteni tarafından ortama yüksek frekanslı elektromanyetik dalga yayılmaktadır. Bu elektromanyetik dalga ortamda bulunan nesnelere çarparak malzeme üzerindeki yüklerle çarparak bu yüklerin harekete geçmesi sağlanmaktadır. Bu sayede elektrik yüklerinin hareketinden doğan elektromanyetik dalgalar, radar anteni tarafından tespit edilerek radar menzilineki nesnelere algılanması gerçekleştirilmektedir.



Şekil 12. Aktif radarın çalışma diyagramı

4. SONUÇLAR

Elektromanyetik radar, geleneksel radyo sinyallerinin gönderilip geri yansımaları prensibinden farklı olarak ortamdaki nesnelere bünyesinde bulunan elektriksel yüklerin oluşturduğu elektromanyetik dalgaların algılanması prensibine göre çalışmaktadır. Radarın algılama menziline giren hareketli ve hareketsiz nesnelere varlığı kapsama alanı içerisinde tespit edilebilmektedir (Şekil 7). Günümüz radarlarında radyo sinyallerinin değişik geometrik şekildeki nesnelere yansımaları farklı olması, radyo sinyallerini absorbe eden malzemelerin üretilmesi sonucu her nesnenin algılanması doğru yapılamamaktadır. Ancak elektromanyetik radar, nesnelere yansıyan radyo sinyali yerine bu nesnelere yayılan elektromanyetik dalgaları tespit ederek kesin doğrulukla nesne tespitini yapabilmektedir. Günümüz radarlarındaki en büyük sorun coğrafi yer şekillerinden kaynaklı radyo sinyali gönderimindeki kısıtlamalardır. Elektromanyetik dalgaların radyo sinyallerinin aksine nesnelere içerisinden geçebilmesinden dolayı engel arkasında bulunan nesnelere de tespit edilebilmektedir.



Şekil 13. Elektromanyetik radarın algılama uzayı

Çalışma sonucu prototipi oluşturulan sistemin 5 metre uzaklıktaki hareketli ve hareketsiz nesnelere tespit edebildiği gözlemlenmiştir (Şekil 8). Algılama mesafesi radar anteninin boyutuyla ilişkili olduğu gözlemlenmiştir. Hedef nesne ile radar arasında konulan engelden geçen elektromanyetik dalgalar denemeler sırasında tespit edilmiş ve engelden bağımsız olarak nesnelere algılanabileceği görülmüştür.



Şekil 14: Elektromanyetik radar prototipi

KAYNAKLAR

- [1]. URL1. <https://tr.wikipedia.org/wiki/Radar>
- [2]. URL2. <https://www.radartutorial.eu/01.basics/!rb02.tr.html>
- [3]. URL3. https://en.wikipedia.org/wiki/Stealth_aircraft
- [4]. Vainshtein, LA.,(1988), Izdatel'stvo Radio i Sviaz', 440 p., Russian.
- [5]. Norton, SJ., Bowler, JR. (1993), "Theory of eddy current inversion", Journal of Applied Physics 73, 501.
- [6]. Orfanidis, SJ. (2004), "Electromagnetic waves and antennas".

PROCEEDINGS BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

NESNELERİN İNTERNETİ TABANLI AKILLI PARK SİSTEMİ TASARIMI VE UYGULAMASI
INTERNET OF THINGS BASED SMART PARKING SYSTEM DESIGN AND IMPLEMENTATION**Erdem UYSAL**

Mersin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, ORCID: 0000-0003-1782-5159

Abdullah ELEWİ

Mersin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, ORCID: 0000-0001-9774-5292

Erdinç AVAROĞLU

Mersin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, ORCID: 0000-0003-1976-2526

ÖZET

Günümüzde artan motorlu taşıt sayısı şehir içi trafik ve park sorunlarına neden olmaktadır. Bu yüzden sürücülere park yeri konusunda yardımcı olacak otomatik park sistemlerine gereksinim olduğu ortaya çıkmıştır. Nesnelerin interneti, hayatımızın birçok alanında önemli rol üstlenebilecek yeni gelişen ve umut vadeden farklı uygulama alanlarına sahiptir. Akıllı şehircilik kapsamında trafik ve park durumu, sensörler tarafından algılanıp trafik yoğunluk haritası çıkarılarak araç sürücülerine sunulmaktadır. Bu çalışmada, park yeri arama sürelerini düşürecek ve böylece kullanıcılara yardımcı olacak sistem tasarımı modelleri ve uygulamaları IoT bağlamında incelenmiştir ve uygulanmıştır. Bunun için kullanılacak pek çok farklı API ya da teknolojik sistem bulunmaktadır.

İlk yöntemde IoT cihazlarının veritabanı sunucusuna gönderdiği veriler analiz edilerek bir web sayfası üzerinden AJAX çağrıları ile kullanıcılara anlık park yeri bilgileri sunulmaktadır. Diğer iki yöntemde Blynk ve Mozilla WebThings gibi IoT platformları incelenmiştir ve kendi senaryomuz için uygulanmıştır. Blynk, sahip olduğu android veya iOS uygulamaları sayesinde cep telefonlarından kolaylıkla kontrol ve izleme işlemleri yapmaya olanak sağlarken WebThings altyapısında ise verdiğimiz e-posta ve şifre bilgisi ile internet üzerinden daha kolay bir biçimde yayın yapılabilmektedir. Otopark alanlarında Arduino cihazlara bağlı sensörlerden alınan veriler Raspberry pi ya da Orange pi gibi gömülü kartlara gönderilmektedir. Bu gömülü kartlar kullanılarak park alanlarına ilişkin bilgilerin kullanıcılara sunulması sağlanmış ve kullanıcıların boş olan park alanlarını rezerve etmeleri ya da park alanı doluluk oranı daha düşük olan farklı konumlardaki alanlara yönlendirilmesi sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Nesnelerin interneti, Park sistemleri, Gömülü sistemler, Akıllı şehirler, Blynk, Mozilla WebThings.

ABSTRACT

Nowadays the increasing number of vehicles causes more traffic and parking problems than ever. Therefore, there is a need for automatic parking systems that help drivers in finding parking spaces. Internet of Things (IoT) has different emerging and promising application areas that can play an important role in many areas of our lives. Within the scope of smart urbanism, traffic and parking states are captured by sensors and a traffic density map is prepared and presented to the drivers. In this study, system design models and implementations which could reduce searching time for parking space and thus help users are examined in the context of IoT. There are many different APIs or technological systems that can be used for this approach. In this study, widely used three different types of technological systems are examined.

In the first method, the data sent by IoT devices to the database server is analyzed and instant parking information is presented to users with a web page using AJAX calls. In the other two methods, IoT platforms,

such as Blynk and Mozilla WebThings have been studied and implemented for our own scenario. Blynk, thanks to its Android / iOS applications, allows us to easily control and monitor using mobile phones, while broadcasting can be easily made over the internet with the e-mail and password information. Also, we have utilized Mozilla WebThings infrastructure, where data received from sensors, connected to Arduino devices in parking lots, are sent to embedded platforms, such as Raspberry Pi or Orange Pi. Using these embedded platforms, information about parking spaces was provided to users, and users were allowed to reserve vacant parking spaces or directed to areas with lower occupancy rates.

Keywords: IoT, Parking systems, Embedded systems, Smart cities, Blynk, Mozilla WebThings.

1. GİRİŞ

Nüfusun artması ve artan motorlu kara taşıt sayıları, şehir içi araç trafiğinin yoğunlaşmasına, yolların ve park alanlarının yetersiz kalmasına neden olmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde örneğin Türkiye’de 2020 Temmuz ayında 138 bin 883 adet taşıtın trafiğe kaydı yapılmış, 28 bin 373 adet taşıtın ise trafikten kaydı silinmiştir. Böylece Temmuz 2020 sonu itibariyle trafikteki toplam taşıt sayısının 110 bin 510 arttığı görülmüştür. Artan taşıt sayısına bağlı olarak park alanlarının yetersiz kalması ile trafik sıkışıklığı ve park arama maliyetlerinin arttığı görülmüştür. Araç sahiplerinin yükünü azaltmak, trafik kapasitesini geliştirmek, güvenilir ve güvenli araç fonksiyonları sağlamak için yardımcı sistemlere ihtiyaç vardır. Şehirlerdeki akıllı trafik lambaları ve park yeri yönlendirmeleri trafik yoğunluğunu ve yakıt masrafını önlemek açısından faydalıdır. Ayrıca araçlar için çok katlı otoparklar hem trafik yoğunluğunu azaltmakta hem de yerden kazanç sağlamaktadır. Örnek olarak Fransa’ daki 1905 yılında kurulan Garage Rue de Ponthie verilebilir (Uysal et al., 2020).

Uluslararası Telekomünikasyon Birliğinin oluşturmaya çalıştığı standart tanıma göre, IOT (Nesnelerin İnterneti – Internet of Things) mevcut ve gelişen birlikte çalışabilir bilgi ve iletişim teknolojilerine dayalı olarak (fiziksel ve sanal) şeyleri birbirine bağlayarak gelişmiş hizmetleri mümkün kılan, bilgi toplumu için küresel bir altyapı olarak görülebilir. Bu tanımda nesne olarak belirtilen kavram iletişim teknolojilerinde kullanılan fiziksel cihazları (sensörler, gömülü sistemler, ağ cihazları vb.) ve sanal olarak tanımlanabilen ve iletişime dâhil edilebilen nesnelere (Veritabanı kayıtları, Etiketler vb.) (Villamil et al., 2020). IoT, dinamik ve küresel ağ altyapısında akıllı ve kendini yönetebilme yeteneğine sahip nesnelere üzerine kurulmuştur (Botta et al., 2016). IoT’nin anahtar fikri bulunulan çevreyi anlamak, veri elde etmek ve kontrol etmek amacıyla gerekli tepkileri üretmektir. IoT nesnelere, kendi aralarında, sunucu ile ve sunucudan diğer sunuculara olmak üzere üç farklı şekilde haberleşme yapabilmektedir (Oral et al., 2017).

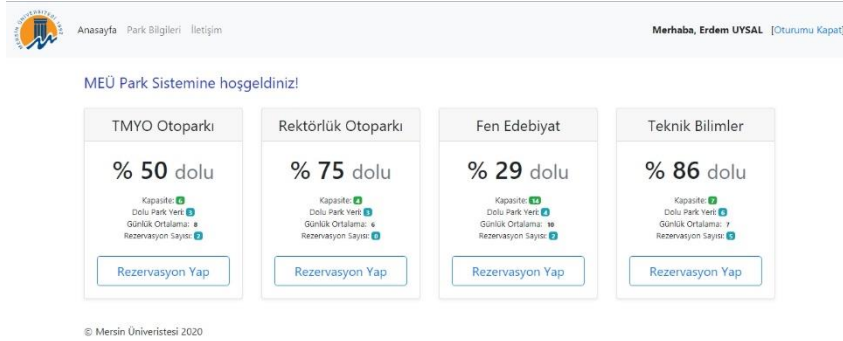
IoT, tarım, ulaşım, endüstri, ev sistemleri ve akıllı şehirler gibi daha birçok uygulama alanlarına sahiptir. Akıllı şehirciliğin alt dalları trafik ve ulaşım sistemleri, elektrik santrali, park tesisleri, trafik yönetim sistemleri ve benzerleridir (Khanna & Anand, 2016). “International Parking Institute” tarafından yapılan araştırmada, park sistemleri ile alakalı yeni fikirlerin her geçen gün artış gösterdiği gözlemlenmiştir (International Parking Institute, 2018) Çünkü gelişen ve büyüyen şehirlerde trafik ve park alanları konusunda sorunlarla karşılaşmaktadır. Artan trafik yoğunluğu, IoT cihazlarının kullanım gereksinimini arttırmakla birlikte araştırmacıların bu teknolojiye yoğunlaşarak gelişmesinin yolunu açmakta ve sorunların azaltılmasına yardımcı olabilmektedir.

Bu çalışmada bu teknolojilerden yaygın kullanıma sahip olan farklı üç tanesi incelenmiştir.

İlk yöntemde IoT cihazlarının veritabanı sunucusuna gönderdiği veriler analiz edilerek bir web sayfası üzerinden AJAX çağrıları ile kullanıcılara anlık park yeri bilgileri sunulmaktadır. Diğer iki yöntemde Blynk ve Mozilla WebThings gibi IoT platformları incelenmiştir ve kendi senaryomuz için uygulanmıştır. Blynk, sahip olduğu android veya iOS uygulamaları sayesinde cep telefonlarından kolaylıkla kontrol ve izleme işlemleri yapmaya olanak sağlarken WebThings altyapısında ise verdiğimiz e-posta ve şifre bilgisi ile internet üzerinden daha kolay bir biçimde yayın yapılabilmektedir. Otopark alanlarında Arduino cihazlara bağlı sensörlerden alınan veriler Raspberry pi ya da Orange pi gibi gömülü kartlara gönderilmektedir. Bu gömülü kartlar kullanılarak park alanlarına ilişkin bilgilerin kullanıcılara sunulması sağlanmış ve kullanıcıların boş olan park alanlarını rezerve etmeleri ya da park alanı doluluk oranı daha düşük olan farklı konumlardaki alanlara yönlendirilmesi sağlanmıştır.

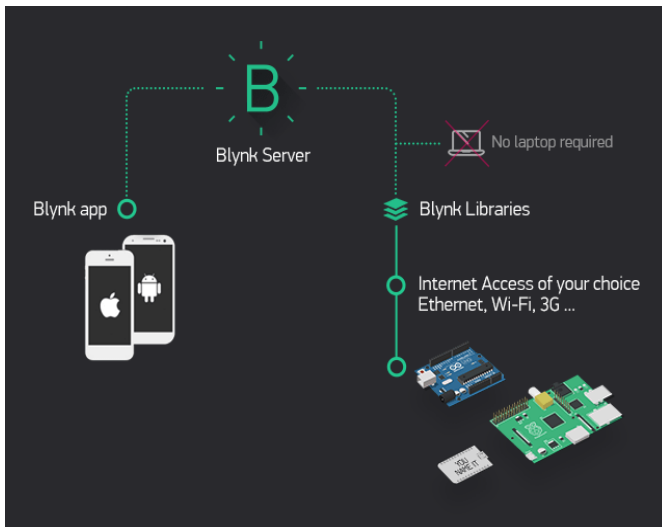
2. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Bu çalışmada park alanlarının yönetimi ve izlenebilir olması için kullanılacak yazılımsal teknolojiler incelenmiştir. Öncelikle basit web teknolojileri ve veritabanı sistemi kullanılmış ve test edilmiştir. Hazırlanan web sayfasının cep telefonu uyumlu olması sağlanmış ve bu sayede iOS ve Android işletim sistemlerine sahip cihazlar üzerinden yönetim imkânı sunulmuştur. Blynk adındaki diğer bir teknoloji, IoT platformlarını sağladığı iOS ve Android desteği ile yönetme imkânı sunmaktadır. Blynk platformu Java tabanlı ücretli bir sistem olarak sunulmaktadır. Mozilla WebThings açık kaynak kodlu platformu ise Web Of Things (Nesnelerin webi) standardının uygulanmış halini içermektedir. İlk olarak kendimizin oluşturduğu uygulamada web teknolojileri (Php, Html, CSS, Javascript, Ajax) ile birlikte veritabanı kullanarak basit bir web ara yüzü geliştirilmiş ve bu ara yüz üzerinden gömülü sistemlere bağlı sensörlerden gelen verilere göre otopark alanı hakkında bilgilendirme ve rezervasyon işlemleri gerçekleştirilmiştir. Hazırlanan web sayfası ara yüzü Şekil 1'de gösterilmiştir.

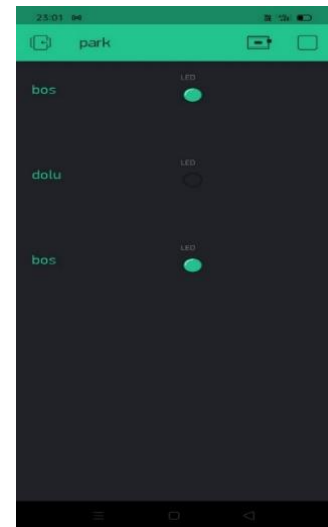


Şekil 1. Web Sayfası Uygulaması

Diğer bir teknoloji olan Blynk ile uygulama geliştirmek için iOS ya da Android işletim sistemine sahip cihazlara uygulamanın indirilerek kurulması gerekmektedir. Ardından uygulama üzerinde yeni proje açılarak projede kullanılacak oturma açma anahtarları temin edilir. Uygulama içerisinde hali hazırda yer alan görsel bileşenler ile proje tasarımı gerçekleştirilir. Bu aşamalardan sonra IoT cihazlarına önceden alınmış olan oturma açma anahtarları yüklenir. Bu anahtar ile IoT cihazların Blynk sunucularında oturma açması sağlanarak sensörlerden alınan verilerin sunucuya veya sunucu tarafından cihaza aktarımı yapılabilmektedir. Böylelikle bulut üzerinden Blynk sunucuları aracılığı ile IoT cihazlarının yönetimi, kontrolü ve karşılıklı veri aktarımı yapılabilir hale gelmektedir. Blynk platformuna ait mimari ve geliştirilen uygulamaya ilişkin ara yüz aşağıdaki şekillerde verilmiştir.



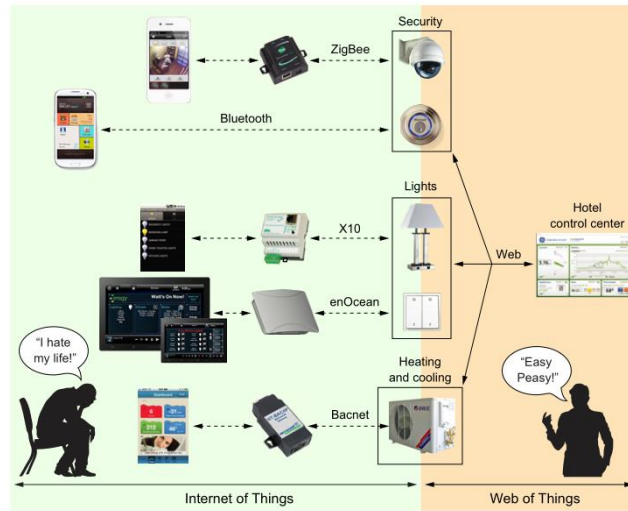
Şekil 2.a. Blynk Uygulama



Şekil 2.b. Blynk Park Uygulaması

Blynk platformu ile IoT cihazı olarak Arduino, ESP8266, ESP32, Yun, Rasperry gibi birçok cihaz uyumlu şekilde kullanılabilir. Arduino IDE' si üzerinden programlamak için Blynk kütüphanesi eklenmelidir. İstenirse internet üzerinde yer alan Blynk sunucuları yerine kendimize ait sunucu altyapısı hazırlanarak IoT cihazları ile iletişim ve yönetim işlemlerinin bu sunucular üzerinden yapılması sağlanabilmektedir. Bu sayede bilgi güvenliği artırabilmekte ve daha kısa sürelerde cevap alınabilmektedir. Fakat hali hazırda bulut üzerinde yer alan Blynk sunucuları kullanılırsa akıllı telefon uygulamasında saniyede ondan fazla istek yapılamaması gibi bazı kısıtlamalar ortaya çıkmaktadır.

Mozilla WebThings platformu, web teknolojilerinin başarısının, IoT için de kullanılması fikrini içermektedir. IoT cihazları arasında iletişim için kullanılan birçok protokol vardır ve bunların bir arada kullanımı zor ve maliyetli olabilmektedir. Çünkü protokollerin arasında ek dönüşüm işlemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Eğer her akıllı cihaz web API'si sağlarsa cihazların hangi protokol kullandığının önemi kalmamaktadır. Böylece daha rahat ve her türden cihaz ile iletişim kurulabilmekte ve arka planda hangi protokol kullandığının önemi kalmamaktadır. Mozilla WebThings bu yaklaşım ile geliştirilen IoT platformlarından bir tanesidir. Mozilla WebThings web arayüzü ile cihazların kontrolünü ve takip edilmesini sağlayan açık kaynak bir platformdur. W3C (world wide web consortium) tarafından tanımlanan Web of Things standardının açık kaynak gerçekleştirimidir (Guinard Dominique D., 2013).



Şekil 3. Mozilla WebThings(Guinard Dominique D., 2013)

Web of Things standardı, basit anlamda web standartlarını (HTML ve HTTP) kullanan birinin hızlıca nesnelere veya cihazlara web'e bağlanmasını ve geliştirme sürecinin kolay olmasını sağlamaktadır. Bu ise "gateway" adı verilen yazılım veya donanım köprüleri sayesinde gerçekleştirilmektedir. Bir diğer deyişle, IoT'de kullanılan taşıyıcı protokollerinin arasındaki karmaşıklık ve farklılığı gizleyerek (soyutlayarak) Web of Things, geliştiricilerin uygulamalarına odaklanmalarını sağlar(Guinard Dominique D., 2013).Mozilla WebThings platformu için gerekli olan Esp async TCP ve Esp async WebServer kütüphaneleri arduino kod geliştirme ortamına eklenmelidir.(Me-no-dev, n.d.)

SONUÇ

Gelişen teknoloji ile birlikte bilişim teknolojilerinin ilerlemesi, erişilebilir olması ve maliyetinin düşük olmasına bağlı olarak hayatımızın her alanında kullandığımız birçok elektronik aletin birbirleri veya dış dünya ile haberleşme içerisinde olması kaçınılmaz olacaktır. Örnek olarak taşınabilen Android veya iOS tabanlı akıllı telefonlar, akıllı cihazlar gibi nesnelere günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadır. Haberleşme teknolojilerindeki ve bilişim alanındaki bu gelişmeler nesnelere interneti fikrini daha da güçlendirmektedir. Bu teknolojilerin kullanımını ve kodlanmasını kolaylaştırmak pek çok farklı platform geliştirilmekte ve yaygınlaşmaktadır. Bu çalışmada Blynk, Mozilla WebThings ve hali hazırda var olan web teknolojileri kullanılarak geliştirilen yazılımlar ile IoT tabanlı akıllı otopark sistemi örneği geliştirilmiştir.

KAYNAKÇA

- Botta, A., De Donato, W., Persico, V., & Pescapé, A. (2016). Integration of Cloud computing and Internet of Things: A survey. *Future Generation Computer Systems*, 56(August 2018), 684–700. <https://doi.org/10.1016/j.future.2015.09.021>
- Guinard Dominique D., T. V. M. (2013). Building the Web of Things. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9).
- International Parking Institute. (2018). *2018 Emerging Trends in Parking. September*, 48–52. <http://www.parking.org/wp-content/uploads/2016/02/TPP-2015-09-2015-Emerging-Trends-in-Parking.pdf>
- Khanna, A., & Anand, R. (2016). IoT based smart parking system. *2016 International Conference on Internet of Things and Applications, IOTA 2016*, 266–270. <https://doi.org/10.1109/IOTA.2016.7562735>
- Me-no-dev. (n.d.). *No Title*. <https://github.com/me-no-dev/ESPAsyncWebServer>
- Oral, O., Communication, M., Kelimeler, A., & Sens, N. (2017). Nesnelerin İnterneti Kavramı ve Örnek Bir Prototipin Oluşturulması. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 8(Özel 1), 172–177.
- Uysal, E., Elewi, A., & Avaroğlu, E. (2020). *Nesnelerin İnterneti Tabanlı Akıllı Park Sistemleri İncelemesi IoT-Based Smart Parking Systems Review*. Xx, 0–3. <https://doi.org/10.31590/ejosat>.
- Villamil, S., Hernández, C., & Tarazona, G. (2020). An overview of internet of things. *Telkomnika (Telecommunication Computing Electronics and Control)*, 18(5), 2320–2327. <https://doi.org/10.12928/TELKOMNIKA.v18i5.15911>

PROCEEDINGS BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

SIMULATION FOR STRUCTURAL HEALTH MONITORING WITH ACCELERATION DATA USING CUSTOM PEAK PICKING METHOD**Eren GÜL**

Dokuz Eylül University, The Graduate School of Natural and Applied Sciences, Mechatronics Engineering,

ORCID No:0000-0002-7574-8406

Aytaç GÖREN

Dokuz Eylül University, The Graduate School of Natural and Applied Sciences, Mechatronics Engineering

ORCID No:0000-0002-7954-1816

ABSTRACT

In this research theoretical model of a 3 story structure model is studied and a simulation model is built in MATLAB using Simulink Simscape tool. Building's natural frequencies and mode vectors are theoretically calculated. Simulation is run using the same stiffness parameters at the predetermined natural frequencies. Mode vectors are found by stopping the simulation at the maximum displacements. Then, the theoretical mode vectors are compared by the ones obtained from the simulations. Then, simulation is run with varying frequency input force and acceleration data from each of the stories are used to find the mode shapes and mode frequencies by using peak picking method without using the input force. This model is found useful for analyzing structural model and would be a guide for future structural health monitoring researches. As a continuation of this study the model will be built in laboratory and the acceleration data will be collected using wireless sensor nodes. In this study it is showed that the Fast Fourier transform (FFT) of acceleration data are enough to obtain structural information of mode frequencies and mode shapes. So it's possible to distribute the computation of FFT over the sensor nodes and analyzing the information on a main node.

INTRODUCTION

Mode parameters are critical parameters for structural health monitoring. It is related with the stiffness of all of the columns of a building so any change on it can be a sign of a damage or risk [1]. Natural frequency and mode shapes of a structure can be used for damage localization. In [2], frequency and mode shape based damage localization algorithms are compared. There are different kinds of structural analyzing methods. Time domain methods, frequency domain methods and time-frequency methods are being used. There are also innovative approaches developed for analyzing structures. Taxonomy of damage detection and damage localization algorithms are given in [3].

Frequency domain decomposition (FDD) technique is introduced in [4]. Technique is used on a 2 story building model with 6 degrees of freedom (DOF). FDD is also used for data fusion from sensor network. In [5] single and multiple damage scenarios are studied while using FDD for data fusion.

Ibrahim Time Domain (ITD) method is introduced in [6]. Multi-reference Ibrahim Time Domain (MITD) method introduced in [7] is used for determining modal parameters of a laboratory plexiglas plate. Other time domain techniques are Stochastic Subspace Identification (SSI) [8] and Eigensystem Realization Algorithm (ERA) [9].

Cohen class distribution [10], [11], wavelet transform [12], [13] and Empirical Mode Decomposition with Hilbert Transform (EMD-HT) [14], [15] are examples of time-frequency techniques for damage detection.

There are also innovative techniques such as genetic algorithm [16], [17] and wavelet packet analysis [18], [19] which are used in damage detection on structures.

Matlab Simulink and SimMechanics tool can be used to model flexible bodies [20]. In [21], modeling a single DOF mass spring system in Simscape is given. In [22], Simscape and finite element method is compared. In [23], 17 DOF vehicle dynamics model is analyzed using SimMechanics.

Experimental works on SHM are carried on different kind of structures. In [24], 2 types of experiments are taken; one with 3 story structure model in laboratory and second is taken on a bridge. In [25], wireless sensor network is used to collect data from Golden Gate Bridge and autoregressive with moving average model is used to estimate structural parameters.

There are researches on controlling structures with feedback from structural health monitoring. In [26], beam structure is monitored with laser displacement sensor and controlled using piezoelectric patches. In [27], optimal placing of piezoelectric sensors/actuators is investigated.

In the rest of this paper, 3 story 3 DOF building model is analyzed by theoretical calculations. Then, theoretical calculations are compared using Matlab SimScape. After obtaining similar results, the model is excited by varying input and peak picking method -which is one of modal parameter obtaining methods- is used and compared by theoretically calculated parameters. As future work, applying the damage detection algorithms which are introduced and controlling the vibration of a structure from monitoring data is being considered.

MATERIALS AND METHODS

THEORETICAL CALCULATIONS

Three-story building model given in Figure 1 is analyzed mathematically in this section. Natural frequencies and modal vectors corresponding to these natural frequencies are obtained.

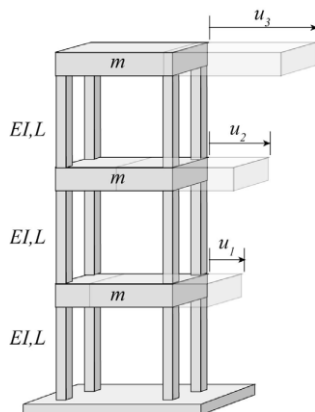


Figure 1: Three-story building model [28]

Three-story building model can be interpreted as mass spring system given in Figure 2.

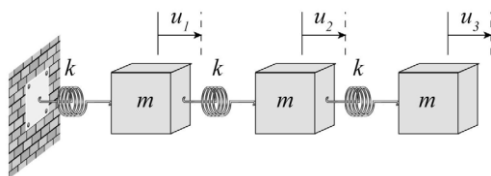


Figure 2: Mass spring equivalent of three-story building model [28]

Where spring stiffness k will be as (1) which is four times the stiffness of a single column. m is equal to the mass of a story solid. E is elastic modulus, L is length and I is the cross-sectional area moment of inertia of a column.

$$k = \frac{48EI}{l^3} \quad (1)$$

Governing equation of motion becomes;

$$m\ddot{u} + ku = 0 \quad (2)$$

Where

$$m = \begin{bmatrix} m_1 & 0 & 0 \\ 0 & m_2 & 0 \\ 0 & 0 & m_3 \end{bmatrix} \text{ and } k = \begin{bmatrix} 2k & -k & 0 \\ -k & 2k & -k \\ 0 & -k & k \end{bmatrix} \quad (3)$$

$$u = \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ u_3 \end{bmatrix} \quad (4)$$

By assuming a solution of $u = Ue^{j\omega t}$ equation of motion becomes an eigenvalue problem.

$$[k - \omega^2 m]U = 0 \quad (5)$$

$$k \begin{bmatrix} (2 - \bar{\omega}^2) & -1 & 0 \\ -1 & (2 - \bar{\omega}^2) & -1 \\ 0 & -1 & (1 - \bar{\omega}^2) \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} U_1 \\ U_2 \\ U_3 \end{Bmatrix} = 0 \quad (6)$$

Where $\bar{\omega}^2 = \frac{\omega^2}{k/m}$ and in (6) $\bar{\omega}^2$ are eigenvalues, when the eigenvalues are calculated by taking the determinant of the square matrix, corresponding natural frequencies can be obtained. Eigenvalues are given in (7).

$$\bar{\omega}^2 = 0.1981, 1.555, 3.247 \quad (7)$$

And corresponding natural frequencies are;

$$\omega_1 = 0.4451 \sqrt{\frac{k}{m}} = 3.08 \sqrt{\frac{EI}{mL^3}} \quad (8)$$

$$\omega_2 = 1.247 \sqrt{\frac{k}{m}} = 8.64 \sqrt{\frac{EI}{mL^3}} \quad (9)$$

$$\omega_3 = 1.802 \sqrt{\frac{k}{m}} = 12.5 \sqrt{\frac{EI}{mL^3}} \quad (10)$$

If the natural frequencies that were found are placed in (5) corresponding U for each ω can be found which is the modal vector for each natural frequency.

$$U^{w_1} = \begin{Bmatrix} 0.328 \\ 0.591 \\ 0.737 \end{Bmatrix}, U^{w_2} = \begin{Bmatrix} 0.737 \\ 0.328 \\ -0.591 \end{Bmatrix}, U^{w_3} = \begin{Bmatrix} 0.591 \\ -0.737 \\ 0.328 \end{Bmatrix} \quad (11)$$

The mode shapes corresponding to (11) are given in Figure 3.

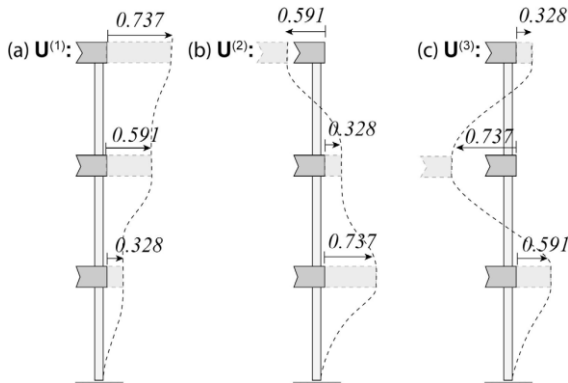


Figure 3: Mode shapes of three-story building model [28]

MODELLING AND SIMULATING IN MATLAB SIMSCAPE

In order to simulate the three story building MATLAB’s simscape tool is used. In simscape one story is modeled as in Figure 4.

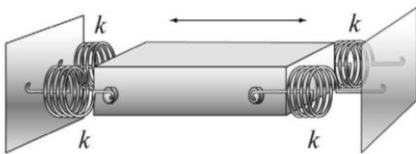


Figure 4: Roof with columns as spring [28]

This one story is joined in simscape as a subsystem named as “Story” with top and bottom connections. Each story consists of four column subsystems and a solid to model the story surface. Contents of “story” subsystem is given in Figure 5.

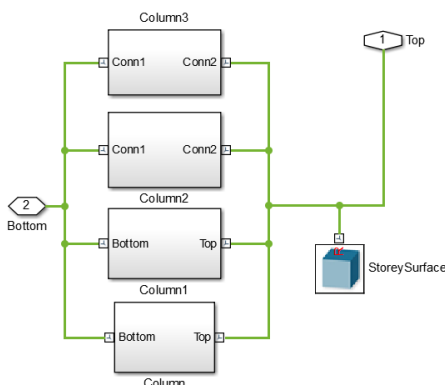


Figure 5: Contents of one story model

“Column” subsystem consist of a mechanical spring model and a graphical column model. To model springs prismatic joints with spring stiffness applied are used between reference position of the story and the story solid. Contents of “column” subsystem is given in Figure 6.

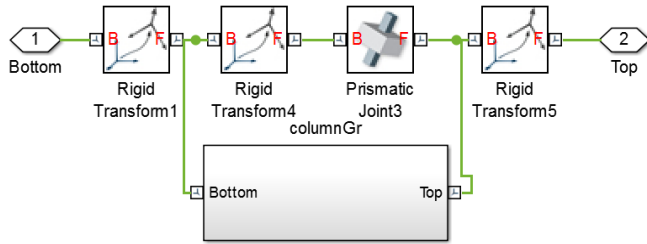


Figure 6: Contents of column model

Spring stiffness setting of the prismatic joint is given in Figure 7.

Internal Mechanics		
Equilibrium Pos...	0	m
Spring Stiffness	941.5	N/m
Damping Coeffi...	0	N/(m/s)

Figure 7: Settings of the prismatic joint in column model

To graphically visualize each column “ColumnGr” subsystem is built. In this subsystem, two solids with negligible weights are used which are free to motion axially on each other by prismatic joint with no stiffness and their other sides are connected by revolute joints, one to lower story and the other one to the story it belongs. Contents of the graphical model “ColumnGr” are given in Figure 8.

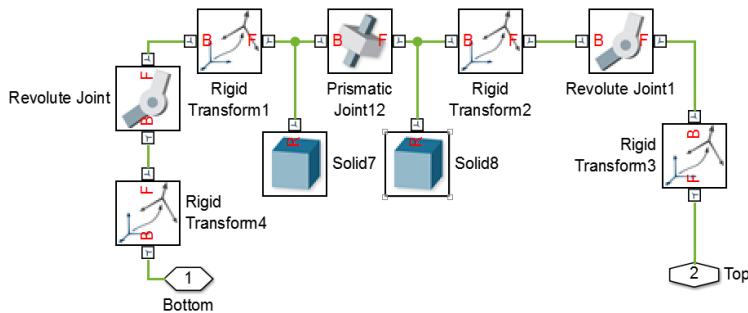


Figure 8: Contents of graphical model of one column

Once one story model (Figure 9) is completed 3 of these stories are cascaded together to simulate the theoretical model in Figure 1.

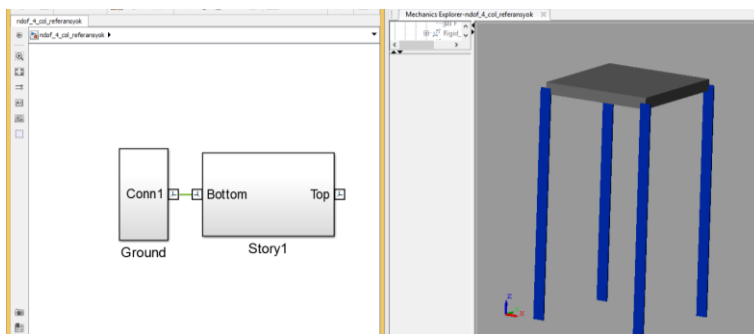


Figure 9: Single story model and its simulation window

The cascaded subsystems are given in Figure 10.

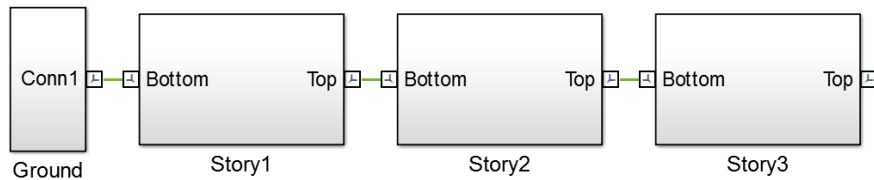


Figure 10: Cascaded story models

The model's appearance in simulation window is given in Figure 11.

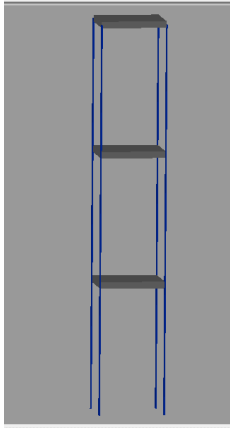


Figure 11: 3 stories cascaded model's appearance

External input is needed in order to simulate and analyze the model. To simulate this input, an alternating fixed frequency force is applied to one of the columns of the first story by using external input setting of the prismatic joint of this column. Force is applied at theoretically calculated mode frequencies. When the force is applied at the mode frequency, the building model's oscillation magnitude increases exponentially. In Figure 12, from top to bottom respectively position, velocity and acceleration data of the first floor and the external input are given.

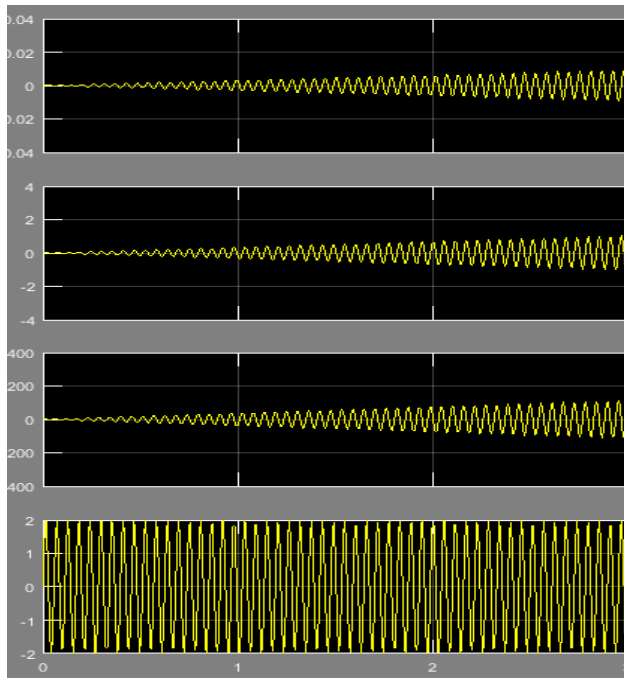


Figure 12: Position, velocity and acceleration data of the first story and the external input

To monitor the model prismatic joint's position output is selected in the simulation. Prismatic joint with force input and position, velocity and acceleration outputs is given in Figure 13.

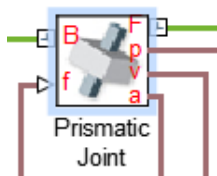


Figure 13: Prismatic joint with force input and position output

RESULTS

ANALYZING THE MODEL AT THE MODE FREQUENCIES

Model is analyzed by changing the angular frequency for each simulation. At the natural frequencies model is expected to resonate with mode shapes given in Figure 3. Natural frequencies for modes of the model can be calculated by using equations (8) (9) and (10). Masses of all of the story surface solids are set to 1kg. By using the stiffness of one column as 941.5 N/m (equivalent stiffness is 4 times of one column's stiffness) natural frequencies are calculated respectively as 27.31 rad/s, 76.53 rad/s and 110.6 rad/s.

After applying force at the calculated natural frequencies, model resonated with the mode shapes given in Figure 14.

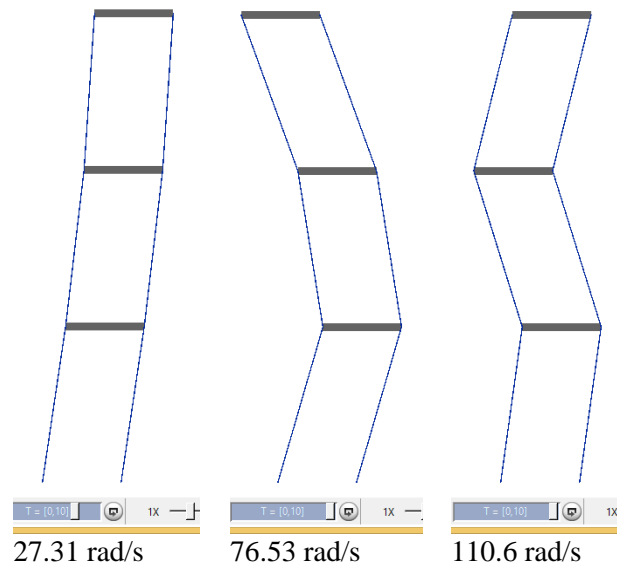


Figure 14: Mode shapes obtained in simulation with fixed frequency force input

Modal vectors are calculated from simulation results of the positions of the stories and given in Table 1 by comparing the theoretically calculated ones which are given in equation (11).

Table 1: Comparison of simulation results with theoretically calculated mode vectors

	Theoretical	Simulation	Error
Mode 1	0.328	0.3268	-0.37%
	0.591	0.5920	0.17%
	0.737	0.7367	0.04%
Mode 2	0.737	0.7345	0.34%
	0.328	0.3274	0.18%
	-0.591	-0.5944	-0.58%
Mode 3	0.591	0.6007	-1.56%
	-0.737	-0.7294	1.00%
	0.328	0.3273	0.03%

VARYING FORCE INPUT AND PEAK PICKING METHOD

Before applying peak picking method. Firstly, external input changed to “chirp signal” whose frequency varies linearly with time. In order to decrease the residual vibrations damping coefficients are added to column mechanics which don’t affect mode frequencies and mode shapes. In peak picking method, Fast Fourier Transform is applied to the sensor data. Peak points are found in the frequency domain and the corresponding frequencies are found as the mode frequencies. Magnitudes of the peak points are used to find the mode vectors for each frequency [4]. Flowchart of peak picking method is given in Figure 15.

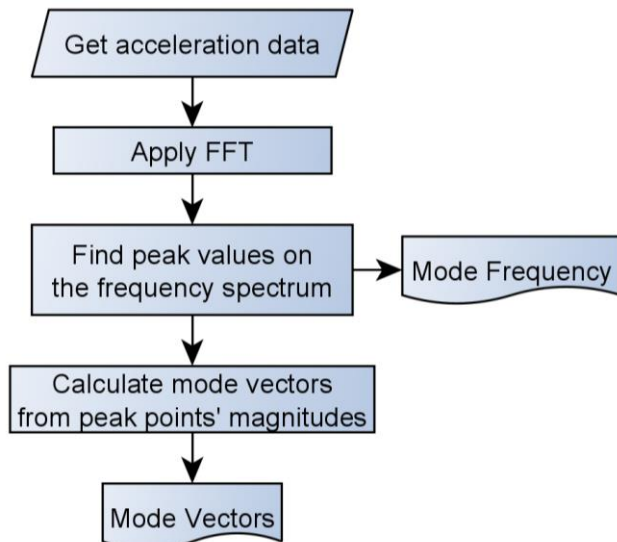


Figure 15: Peak picking method flowchart

After the simulation is run, the first story’s position, velocity and acceleration data and the input force is shown in Figure 16. It can be seen that there is 3 oscillation points for certain input frequencies.

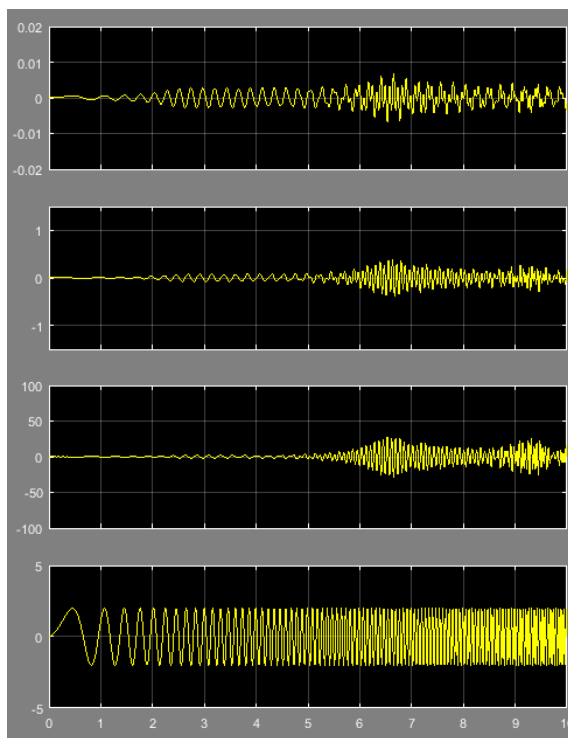


Figure 16: First story’s position, velocity and acceleration data and the input force

The acceleration data is taken as the sensor data and sensor data matrix is obtained by combining the column vectors as;

$$Acc_k = [a_1[k] \quad a_2[k] \quad a_3[k]] = \begin{bmatrix} a_1[1] & a_2[1] & a_3[1] \\ a_1[2] & a_2[2] & a_3[2] \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ a_1[n] & a_2[n] & a_3[n] \end{bmatrix} \quad (12)$$

Here $a_i[k]$ represents i th story's acceleration data at k th time, each vector has n data points. After applying FFT to the columns of this matrix, the FFT matrix is obtained as;

$$Acc_w = [A_1[w] \quad A_2[w] \quad A_3[w]] \quad (13)$$

Amplitude spectrum of the input force is given in Figure 17. Here it can be seen that the frequency of the input force varies from 0 to 125 rad/s and the magnitude of the force stays approximately the same on this range of frequency band.

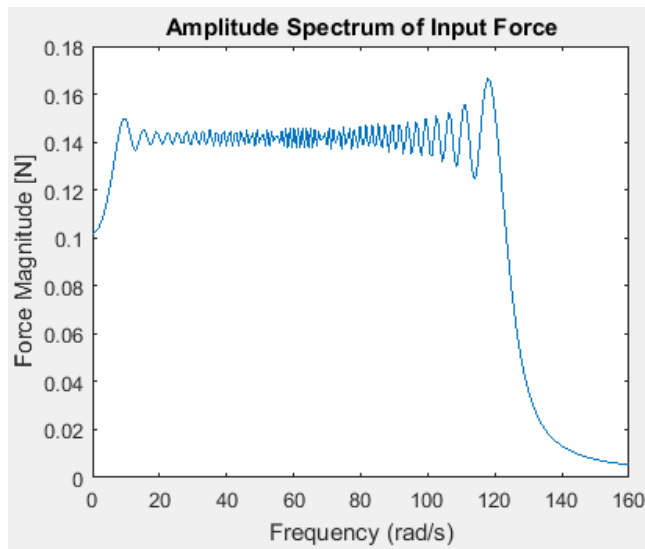


Figure 17: Amplitude spectrum of the input force

Fast Fourier transform is applied to the sensor data of each story. Sensor data's transformed signals are given in frequency domain. The first story's acceleration signal's FFT is given in Figure 18. There can be seen three peak points which are at the natural frequencies.

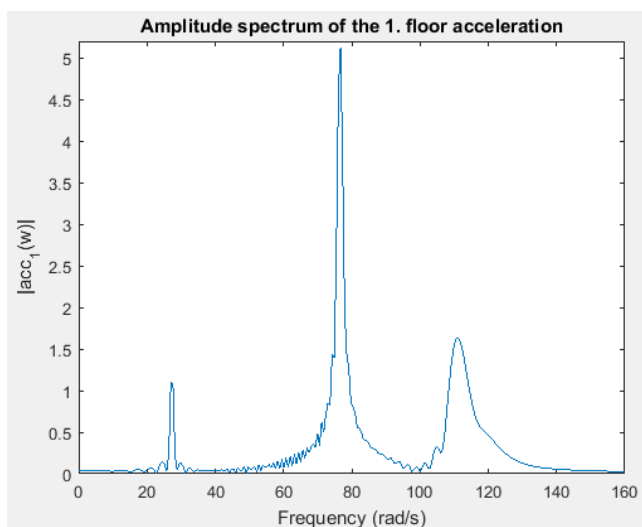


Figure 18: The first story acceleration data

Second story acceleration data is given in Figure 19 which has peak points at the same frequencies as the first story.

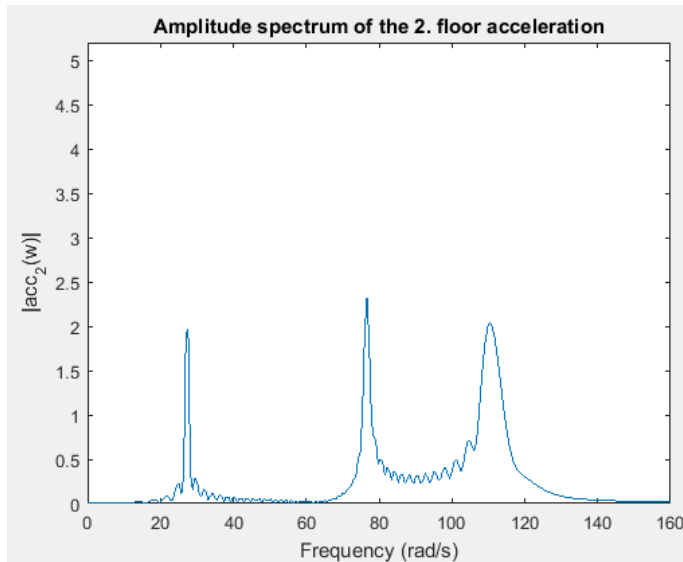


Figure 19: The second story acceleration data

The third story's acceleration data is given in Figure 20. The third story has the peak points at the same frequencies with the first and the second stories.

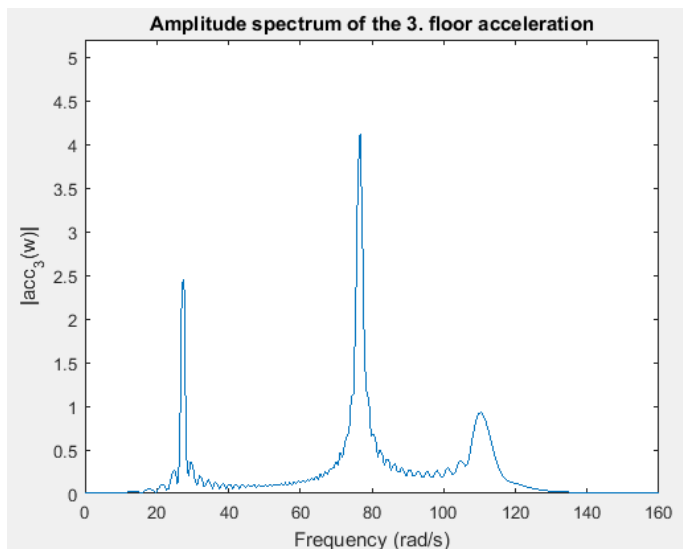


Figure 20: The third story acceleration data

Each of the three stories, had the peak points at the same frequencies which are mode frequencies. At mode 1 third story has the highest amplitude, at mode 2 first story has the highest amplitude and at mode 3 second story has the highest amplitude. These are consistent with the mode shapes in Figure 3. From the simulations it is seen that at the second natural frequency all of the stories have their maximum point which is a sign that this frequency is the most destructive one.

Finding the local peak magnitudes of amplitudes of $A_i[w]$ by using the MATLAB “findpeaks” function, gives the acceleration magnitudes at the mode shapes and the locations of the peak values gives the mode frequencies.

$$[Peak_i \quad Locations_i] = findpeaks(|Acc_w(:, i)|) \quad (14)$$

Mode frequencies can be found by using one of the ‘Locations’ vector and getting the frequency values at that locations. As mentioned before, it can be seen that the peak locations are same for all of the stories which means $Locations_1 = Locations_2 = Locations_3$.

'f(locs(:,1))*2*pi' Matlab code uses the first story's locations (locs) to find the mode frequencies in *rad/s* from frequency vector *f*.

Mode frequencies of the first story found at peak locations respectively in *rad/s* are [26.998 76.699 111.060] which are approximately the same with the calculated ones.

Before finding mode shapes from the peak magnitudes, the directions of the accelerations are needed.

Directions are found using the 'angle' function and then comparing the angles of the acceleration values' FFTs of each story at the same mode. Firstly, the first story is considered moving with direction value of 1 then the first story's angle is compared respectively with the angles of the second story and the third story at the same mode frequency. If the angle of the compared story is approximately 180° with respect to the angle of the first story, then the direction value's sign of that story is reversed in sign.

Directions are found as [1 1 1] at mode 1, [1 1 -1] in mode 2 and [1 -1 1] in mode 3 where 1 represents the right direction and -1 represents the left direction. Directions are the same as in Figure 3.

Using the peak magnitudes at the same mode frequency with the direction vectors at that frequency, mode vectors are found as;

Mode vector for Mode 1: [0.3308 0.5895 0.7369]

Mode vector for Mode 2: [0.7348 0.3334 -0.5907]

Mode vector for Mode 3: [0.5905 -0.7346 0.3340]

Modal vectors are given in Table 2 by comparing the theoretically calculated ones which are given in Equation (11).

Table 2: Comparison of peak picking method results with theoretically calculated mode vectors

	Theoretical	Peak Picking	Error
Mode 1	0.328	0.3308	0.85%
	0.591	0.5895	-0.25%
	0.737	0.7369	-0.01%
Mode 2	0.737	0.7348	-0.30%
	0.328	0.3334	1.65%
	-0.591	-0.5907	-0.05%
Mode 3	0.591	0.5905	-0.08%
	-0.737	-0.7346	-0.33%
	0.328	0.3340	1.83%

CONCLUSION

In this study three story building model is built and analyzed in MATLAB Simulink using Simscape tool. After building the model fixed frequency alternating force input is given to one column of the model with frequencies calculated theoretically. After simulations at the mode frequencies, it is seen that the mode shapes are similar to the theoretically calculated ones and mode vectors are calculated from simulation results with errors below 1.56%, results are given in Table 1. After the simulation with varying frequency input force and using peak picking method mode shapes are found with errors below 1.83%. Mode frequencies are found with maximum error of 1.16%, results are given in Table 2. As a result, it shows that this simulation model can be used to analyze theoretical models. Subsystems are built in this study and these subsystems can lead ones in this field to analyze building models with different numbers of stories or with different input force scenarios [29].

REFERENCES

Pandey, A. K., Biswas, M. & Samman, M. M. (1991). Damage detection from changes in curvature mode shapes. *Journal of Sound and Vibration*. 145(2), 321-332.

- Kim, J. T., Ryu, Y. S., Cho, H.M., Stubbs, N. (2003). Damage identification in beam-type structures: frequency based method vs mode-shape-based method. *Engineering Structures*, 25, 57-67.
- Noel, A. B., Abdaoui, A., Elfouly, T., Ahmed, M. H., Badawy, A., & Shehata, M. S. (2017). Structural health monitoring using wireless sensor networks: A comprehensive survey. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 19(3), 1403-1423.
- Brincker, R., Zhang, L., & Andersen, P. (2001). Modal identification of output-only systems using frequency domain decomposition. *Smart materials and structures*, 10(3), 441.
- Makki Alamdari, M., Anaissi, A., Khoa, N. L., & Mustapha, S. (2019). Frequency domain decomposition-based multisensor data fusion for assessment of progressive damage in structures. *Structural Control and Health Monitoring*, 26(2), e2299.
- Ibrahim, S. R. (1977). A method for the direct identification of vibration parameter from the free responses. *Shock and Vibration Bulletin*, 47(4).
- Christensen, S. S., & Brandt, A. (2020). Parameter study of statistics of modal parameter estimates using automated operational modal analysis. In *Dynamics of Civil Structures, Volume 2* (pp. 243-254). Springer, Cham.
- Reynders, E., & De Roeck, G. (2008). Reference-based combined deterministic–stochastic subspace identification for experimental and operational modal analysis. *Mechanical Systems and Signal Processing*, 22(3), 617-637.
- Juang, J. N., & Pappa, R. S. (1985). An eigensystem realization algorithm for modal parameter identification and model reduction. *Journal of guidance, control, and dynamics*, 8(5), 620-627.
- Cohen, L. (1995). *Time-frequency analysis* (Vol. 778). Prentice hall.
- Roshan-Ghias, A., Shamsollahi, M. B., Mobed, M., & Behzad, M. (2007). Estimation of modal parameters using bilinear joint time–frequency distributions. *Mechanical Systems and Signal Processing*, 21(5), 2125-2136.
- Mallat, S. G. (1989). A theory for multiresolution signal decomposition: the wavelet representation. *IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence*, 11(7), 674-693.
- Erlicher, S., & Argoul, P. (2007). Modal identification of linear non-proportionally damped systems by wavelet transform. *Mechanical Systems and signal processing*, 21(3), 1386-1421.
- Huang, N. E., Shen, Z., Long, S. R., Wu, M. C., Shih, H. H., Zheng, Q., ... & Liu, H. H. (1998). The empirical mode decomposition and the Hilbert spectrum for nonlinear and non-stationary time series analysis. *Proceedings of the Royal Society of London. Series A: mathematical, physical and engineering sciences*, 454(1971), 903-995.
- Chen, J., Xu, Y. L., & Zhang, R. C. (2004). Modal parameter identification of Tsing Ma suspension bridge under Typhoon Victor: EMD-HT method. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 92(10), 805-827.
- Chou, J. H., & Ghaboussi, J. (2001). Genetic algorithm in structural damage detection. *Computers & structures*, 79(14), 1335-1353.
- Silva, M., Santos, A., Figueiredo, E., Santos, R., Sales, C., & Costa, J. C. (2016). A novel unsupervised approach based on a genetic algorithm for structural damage detection in bridges. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 52, 168-180.
- Law, S. S., Li, X. Y., Zhu, X. Q., & Chan, S. L. (2005). Structural damage detection from wavelet packet sensitivity. *Engineering structures*, 27(9), 1339-1348.
- Pan, Y., Zhang, L., Wu, X., Zhang, K., & Skibniewski, M. J. (2019). Structural health monitoring and assessment using wavelet packet energy spectrum. *Safety Science*, 120, 652-665.
- Chudnovsky, V., Kennedy, D., Mukherjee, A., & Wendlandt, J. (2006). Modeling flexible bodies in SimMechanics and Simulink. Retrieved from: <https://www.mathworks.com/company/newsletters/articles/modeling-flexible-bodies-in-simmechanics-and-simulink.html>

- Ingale, A., Daga, A., & Naik, R. Modeling Mass-Spring-Damper System using Simscape. IJERA. 8(1), 30-33
- Hricko, J. (2012). Modelling compliant mechanisms-comparison of models in MATLAB/SimMechanics vs. FEM. In Proceedings of the 21th International Workshop on Robotics in Alpe-Adria-Danube Region, Napoli, Italy (pp. 57-62).
- Venkatasubramanian, N., Banerjee, S., & Balamurugan, V. (2016). Non-linear seventeen degrees of freedom ride dynamics model of a full tracked vehicle in simMechanics. Procedia engineering, 144, 1086-1093.
- Lei, Y., Shen, W. A., Song, Y., & Wang, Y. (2010). Intelligent wireless sensors with application to the identification of structural modal parameters and steel cable forces: from the lab to the field. Advances in Civil Engineering, 2010.
- Pakzad, S. N., & Fenves, G. L. (2009). Statistical analysis of vibration modes of a suspension bridge using spatially dense wireless sensor network. Journal of structural engineering, 135(7), 863-872.
- Schoeftner, J., Buchberger, G., Brandl, A., & Irschik, H. (2015). Theoretical prediction and experimental verification of shape control of beams with piezoelectric patches and resistive circuits. Composite Structures, 133, 746-755.
- Kumar, K. R., & Narayanan, S. (2008). Active vibration control of beams with optimal placement of piezoelectric sensor/actuator pairs. Smart Materials and Structures, 17(5), 055008.
- W. J. Bottega. Engineering vibrations. CRC Press, 2014.
- Gul, E. (2020). 3 DOF Structure Simulation. Retrieved from: https://github.com/eren-gul/3DOF_Structure_Simulation

PROCEEDINGS BOOK

by ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

MASS APPRAISAL USING ARTIFICIAL NEUREUL NETWORK**Sibel Canaz SEVGEN**

Gayrimenkul Geliştirme ve Yönetimi Bölümü, Ankara Üniversitesi, ORCID: 0000-0001-5552-6067

Yeşim Aliefendioğlu TANRIVERMİŞ

Gayrimenkul Geliştirme ve Yönetimi Bölümü, Ankara Üniversitesi, ORCID 0000-0002-0859-7150

Abstract

In recent years, studies performed by traditional methods in many branches of science have been replaced by the method called as machine learning. Effects such as speed and low performance observed with traditional methods are increased by using machine learning algorithms. In the field of real estate mass appraisal, machine learning algorithms are often used, however, it is almost certainly not used in practice in Turkey. On the contrary, mass appraisal by machine learning algorithms will provide both more accurate, impartial, and fast results. For the first time in the literature, it was observed that Borst performed a mass appraisal study with Artificial Neural Networks (ANN) algorithm, which is a machine learning algorithm, for the first time in 1991. After this study, the number of studies using the ANN algorithm has increased. Researchers have observed in their scientific publications that the ANN algorithm gives good results in real estate mass appraisal studies. On the other hand, some researchers compared the ANN algorithm with some classical statistical methods (hedonic, regression) in their studies and observed that ANN did not contribute much. As can be understood from the literature, although there are many researchers who observe that ANN gives good results in mass appraisal, there are some other researchers who claims that the ANN algorithm does not give good results. The reason for this dilemma is due to the uncertainty and number of the variable, type of real estate the number of the real estates. In this study, a mass appraisal is performed by the ANN method, and the results were compared with the real values. In this study 180 number of flats and their 13 variables were collected in Yenimahalle, Ankara. The training data selected randomly from 75% total flats. The reaming data were used for test purposes. According to the results, a difference of at minimum 3,199TL, maximum 150,801 TL and averagely 50.000 TL were observed between the estimated value by the ANN algorithm and the real value. According to these results, the ANN algorithm is a successful method in mass appraisal. The results showed that ANN can be used for mass appraisal studies.

Keywords: Machine Learning, Artificial Neural Network, Mass Appraisal

Table 1. Mass appraisal by ANN results and real value comparison

ID	Real Value (TL)	ANN Estimated Value (TL)	ID	Real Value (TL)	ANN Estimated Value (TL)	ID	Real Value (TL)	ANN Estimated Value (TL)
1	295000	209187	16	160000	155536	31	220000	196065
2	470000	552081	17	330000	312065	32	250000	273044
3	275000	387283	18	215000	209789	33	620000	469199
4	220000	206056	19	350000	357533	34	325000	408234
5	170000	242574	20	455000	480741	35	390000	382974
6	240000	209825	21	455000	496083	36	340000	447852
7	350000	241965	22	160000	184659	37	230000	296927
8	650000	634798	23	245000	201589	38	260000	223471
9	230000	280564	24	320000	415681	39	327000	336408
10	190000	170676	25	185000	204556	40	500000	455145
11	158000	170026	26	385000	428810	41	180000	221764
12	240000	227782	27	520000	671596	42	210000	236430
13	440000	391967	28	459000	462199	43	213000	223223
14	220000	181785	29	250000	288017	44	430000	518844
15	213000	251551	30	180000	160450	45	380000	337605

PROCEEDINGS BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

EFFECT OF CROPPED CARBON FIBER INCLUSION ON MECHANICAL PROPERTIES OF HYBRID FLY ASH MORTARS AT EARLY STAGE OF HYDRATION**Levent BOSTANCI**

School of Advanced Vocational Studies, Beykent University, Orcid ID: 0000-0002-4686-9102

ABSTRACT

Nowadays, there is a growing interest in the fabrication of cement-based fiber – incorporated sustainable construction materials in accordance with the requirements of eco-friendly material production politics. This paper presents an experimental investigation on the effect of cropped carbon fiber (CCF) incorporation on the mechanical features of hybrid fly ash (HFA) mortar mixtures. For this purpose, a blend of Ordinary Portland Cement (OPC) and fly ash (FA) was used in mortar mixtures as the binding material and four CCF contents (0.15%, 0.3%, 0.45% and 0.6% of the binder mass) were designed to produce the HFA specimens. The mechanical features of mortar specimens including flexural, compression and toughness behavior were investigated at the early age of hydration. Results indicated that the incorporation of CCF into the mixtures exerted not only an enhanced performance on flexural behavior, but also increased the toughness performance. Moreover, deformation-based properties were deeply influenced by fiber inclusion compared to strength-based properties. From an eco-friendly perspective, this work will explain enhanced understanding of the effect of fiber inclusion on industrial by-product based cementitious materials.

Key words: cropped carbon fiber, fly ash, mortar, pre-peak toughness, post-peak toughness.

ÖZET

Günümüzde, çevre-dostu malzeme üretim politikalarının gerekliliklerine uygun olarak çimento esaslı elyaf – ilaveli sürdürülebilir yapı malzemeleri üretimine olan ilgi artmaktadır. Bu çalışmada, kırılmış karbon fiber ilavesinin hibrit uçucu kül harç karışımlarının mekanik özellikleri üzerindeki etkisi deneysel olarak incelenmektedir. Bu amaçla, harç karışımlarında bağlayıcı malzeme olarak portland çimentosu ve uçucu kül harmanı kullanılmış ve bağlayıcı malzeme ağırlığınca dört farklı katkı oranlarında (0.15%, 0.3%, 0.45% and 0.6%) fiber katkılı hibrit uçucu kül harç numuneleri üretilmiştir. Harç numunelerinin eğilme, basınç ve tokluk gibi mekanik özellikleri hidrasyonun erken döneminde araştırılmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlar, karbon fiber içeriğinin karışımlara dahil edilmesinin numunelerin sadece eğilme performansını geliştirmediğini, aynı zamanda tokluk performansını da derinden etkilediğini göstermiştir. İlaveten, deformasyona dayalı numune özellikleri, mukavemete dayalı numune özelliklerine kıyasla fiber ilavesinden daha çok etkilenmiştir. Çevre-dostu bir bakış açısıyla, bu çalışma, fiber ilavesinin endüstriyel yan ürün kökenli çimento esaslı malzemelerin tasarımı üzerindeki etkisinin daha iyi anlaşılmasını açıklayacaktır.

Anahtar kelimeler: kırılmış karbon fiber, uçucu kül, harç, pik-öncesi tokluk, pik-sonrası tokluk.

1.INTRODUCTION

Production of OPC leads to 8-9% of global total greenhouse gas emissions and the utilization of eco-friendly binders in cement-based material fabrication is an urgent issue in order to contribute to sustainability targets [1]. For this purpose, inclusion of industrial by-products into calcium-silicate based construction materials is one of the effective solutions to reduce the detrimental effect of OPC on environment [2].

FA is an industrial by-product of coal industry and has a potential to be used in binder content as a partial replacement of OPC due to its pozzolanic features [3]. Moreover, an enhanced mechanical performance could be easily achieved by the activation process of waste-based binder in hybrid mixtures. In general, the activation process contributes to the hardening mechanism and strength-based properties by the reactions of aluminate and silicate source of binder with incorporated alkali-content [4].

Incorporation of carbon fibers into cement-based mixtures also can provide remarkable improvement on mechanical properties [5]. Ductility, toughness and impact resistance properties could be improved due to the changes in the characteristics of brittle cement matrix by fiber inclusion [6]. This paper discusses the effect of CCF addition on strength and deformation-based properties of HFA mortars at early stage of hydration.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. Materials and mixtures

The main components of the mortar specimens herein produced are:

- A hybrid binding material including CEM I 42.5 OPC and FA.
- Tap water
- CEN Standard sand in accordance with TS EN 196-1 [7].
- Commercial powder-form sodium carbonate (Na_2CO_3) for the alkali activation of FA.
- CCF with a diameter of 7.2 μm . The length of the fiber was 6 mm.

In preparing the HFA mixtures, the mix ratio by mass for the specimens was binder/water/ /sand /alkali activator =1:0.5:3:0.015. CCF was incorporated into the HFA mixtures at four contents (0.15%, 0.3%, 0.45% and 0.6% of the binder mass). Table 1 presents the mortar mixing proportions.

Table 1. Mortar mixing proportions for HFA specimens.

Specimen	CCF (w%)	OPC (w%)	FA (w%)	Activator (g)	w/b	Water (ml)	Sand (g)
FA-0	0	50	50	6.75	0.5	225	1350
FA -0.15	0.15						
FA -0.3	0.3						
FA -0.45	0.45						
FA -0.6	0.6						

2.2. Sample preparation and testing

Specimens with size of 4 × 4 × 16 cm were casted from the mixtures presented in Table 1. Three sets of specimens were fabricated from each mixture. Following day, the specimens were demolded and cured at 65% ± 5 relative humidity and 21 ± 1 °C temperature for 7 days.

The mechanical tests of the specimens were conducted at the age of 7 days according to TS EN 1015-11 [8]. At first, the flexural strength test was performed on the prismatic specimens by three-point loading test. Then, the compressive strength test was performed using semi-samples remained from flexural tests. Axial displacements were also recorded by using external linear variable differential transducers during the compression test.

3. TEST RESULTS AND DISCUSSIONS

3.1. Flexural strength

Fig.1 presents the flexural strength test results of HFA mortar specimens at 7 days.

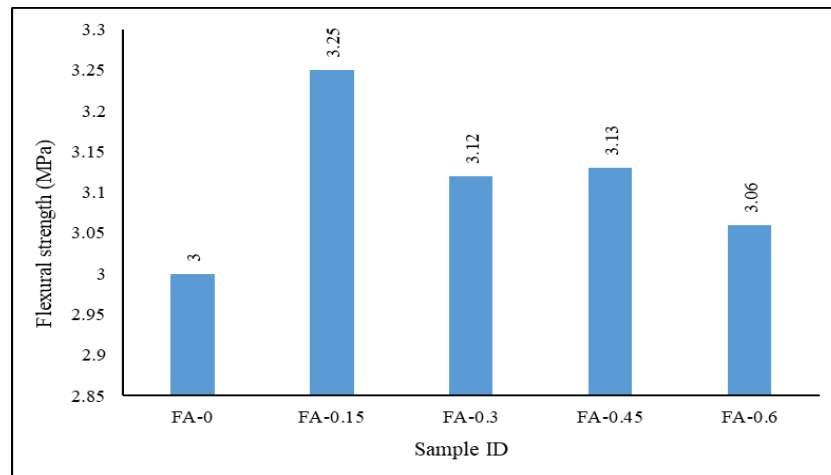


Fig.1. 7- day flexural strength test results.

As seen in Fig. 1, test results indicated that there is a potential for utilizing CCF up to a maximum inclusion rate of 0.6% in HFA mixtures in terms of a developed flexural performance. FA-0 specimen achieved a flexural strength of 3.0 MPa. The flexural strengths of the CCF- incorporated HFA mortar specimens were higher than that of the control specimen at levels of 8.33%, 4.0%, 4.33% and 2.0% for inclusion rates of 0.15%, 0.3%, 0.45% and 0.6%, respectively. Due to a higher modulus of elasticity with respect to other calcium-silicate hydrated particles in cement matrix, CCF- incorporated zones significantly retard the formation of initial cracks under loading due to their higher flexural resistance [9]. However, it is worth to state that a higher amount of CCF could not result in a higher flexural strength as the maximum flexural strength was found at FA-0.15.

3.2. Compression

Fig.2 depicts the deformation behavior of HFA mortar specimens in compression at 7 days.

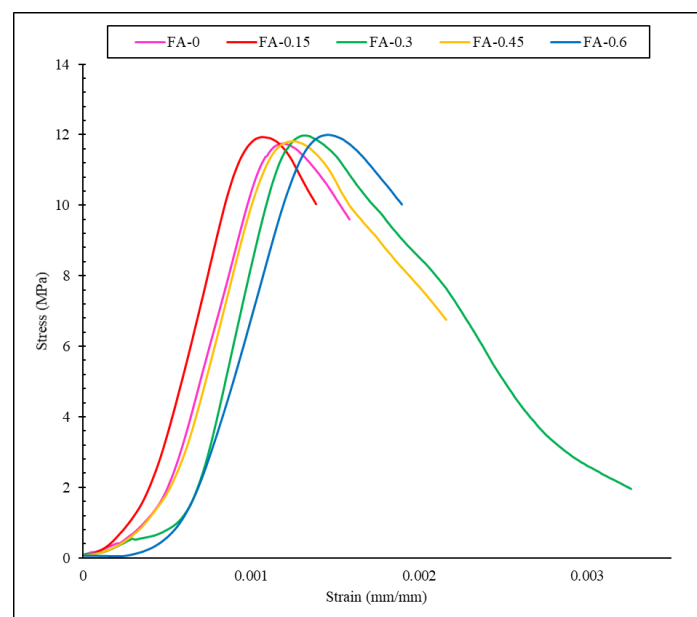


Fig.2. 7- day stress-strain curves detected at HFA mortar samples.

After 7 days of curing, CCF-free control specimen attained a strength of 11.74 MPa. The HFA mortar specimens containing CCF exhibited a higher compressive strength value during the same period. However, the increase rate of the strength was not exactly proportional to the increase rate of the CCF. Highest compressive strength was detected in the 0.6% CCF-incorporated specimens (12.0 MPa) followed by those prepared with 0.3% CCF (11.98 MPa), 0.15% CCF (11.93 MPa) and 0.45 CCF (11.8 MPa). The results indicated that the positive effect of CCF could not be explained by only the increment rate of CCF in mixtures and other contributing factors should be taken into consideration. On the other hand, the changes in other mechanical properties were more striking in comparison to strength enhancements and it was essential to focus not only on the change on strength values but also the ductility and toughness features.

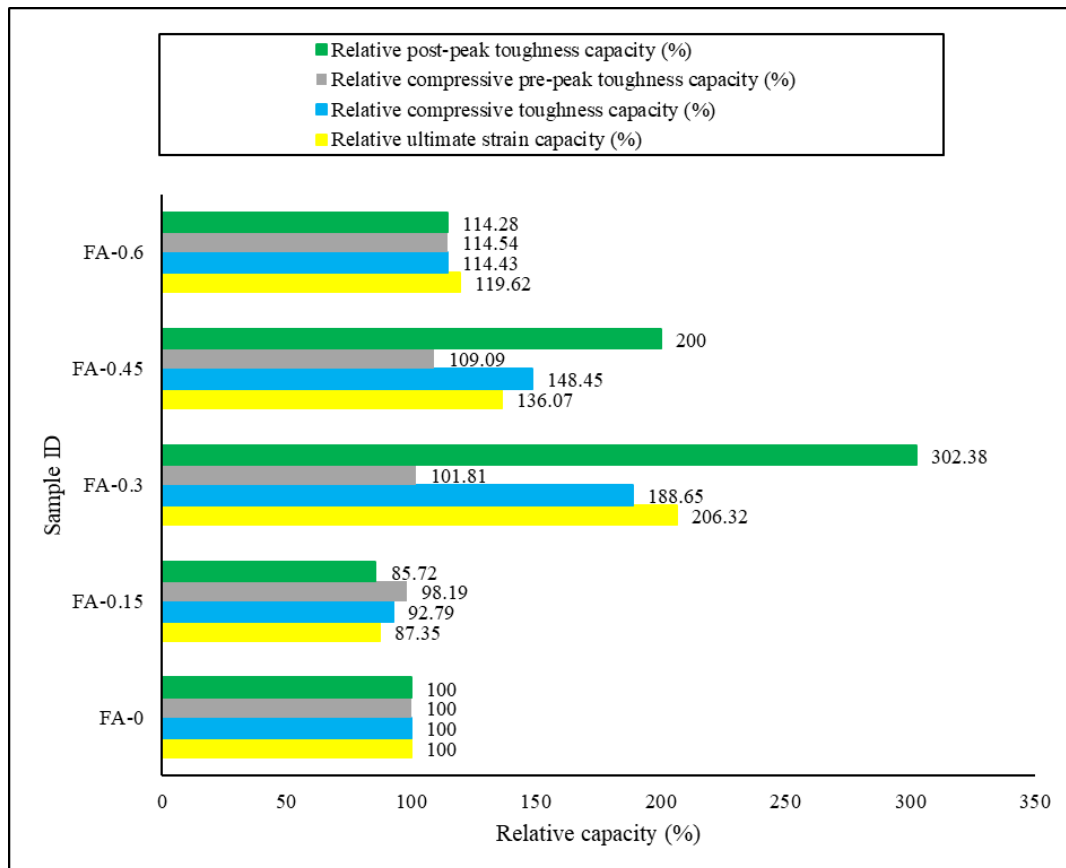


Fig.3. Relative changes in various mechanical properties of HFA samples.

Based on the relationships obtained for 7- day compression results, Fig.3 depicts the changes in various mechanical properties. As seen in the figure, no toughness enhancement was detected in FA-0.15 in comparison to control case. This was exactly due to the fact that the ultimate strain capacity was lower in the inclusion content of 0.15%. On the other hand, maximum ultimate strain ability was determined at a content of 0.3%. Thus, a 88.65% enhancement in total toughness ability with also a major improvement in post – peak toughness ability was detected in FA-0.3 specimen. Similarly, a development in ultimate strain capacity at a level of 36.07% resulted in a 48.45% enhancement in toughness including a double times post – peak toughness development in the FA-0.45 compared to control case. Moreover, even though a lower toughness improvement was detected in FA-0.6 specimen compared to FA-0.3 and FA-0.45 specimens, the toughness capacity was 14.43% higher than the control case. At this point, results demonstrate that a content of CCF higher than 0.15% leads to a remarkable increase in deformation-based features but not in proportion to the inclusion rate of CCF.

3.3. Distribution of fibers

The cross-sectional fracture surfaces of halved specimens are presented in Fig.4.



Fig.4. Cross-section fracture images of hybrid FA mortar specimens.

Fig.4 clearly shows that FA-0.15 mortar specimen had a porous matrix even clearly seen in fracture surface. At this point, detecting the lower toughness capacities compared to FA-0 was expected. As observed in the fracture surface, FA-0.3 and FA-0.45 specimens exhibited a good pattern of CCF distribution. Therefore, the good distribution of fibers was led to the highest toughness and post-peak toughness in those specimens. In the same way, the poor distribution of fibers resulted a lower mechanical performance in FA-0.6 despite the higher content of CCF.

4. CONCLUSIONS

The conclusions can be summarized as:

- The addition of CCF results in an enhancement in flexural strength up to 8.33% at 7- day samples.
- The change in the compressive strength was quite limited. Strengths of HFA mortars are increased by up to 2.21%.
- Deformation-based properties were deeply influenced by fiber inclusion compared to strength-based properties.
- The inclusion of CCF affords a more ductile mode of failure in compression. At a fiber content of 0.3%, the toughness and post-peak toughness of specimens are increased by 88.65% and 202.38%, respectively.
- A better distribution of fibers at a lower content is preferable to a non-uniform fiber orientation in the cement matrix at a higher content.

REFERENCES

- [1] S.-H. Kang, Y.-H. Kwon, S.-G. Hong, S. Chun, J. Moon. Hydrated lime activation on byproducts for eco-friendly production of structural mortars, *Journal of Cleaner Production* 231 (2019) 1389-1398.
- [2] M. Pavlíková, L. Zemanová, J. Pokorný, M. Záleská, O. Jankovský, M. Lojka, D. Sedmidubský, Z. Pavlík. Valorization of wood chips ash as an eco-friendly mineral admixture in mortar mix design, *Waste Management* 80 (2018) 89–100.
- [3] H. Fanghui, W. Qiang, F. Jingjing. The differences among the roles of ground fly ash in the paste, mortar and concrete, *Construction and Building Materials* 93 (2015) 172–179.
- [4] A. Hosan, S. Haque, F. Shaikh. Compressive behaviour of sodium and potassium activators synthesized fly ash geopolymer at elevated temperatures: A comparative study, *Journal of Building Engineering* 8 (2016) 123–130.
- [5] R.K. Graham, B. Huang, X. Shu, E. G. Burdette. Laboratory evaluation of tensile strength and energy absorbing properties of cement mortar reinforced with micro- and meso-sized carbon fibers, *Construction and Building Materials* 44 (2013) 751–756.
- [6] P.F.G. Banfill, G. Starrs, G. Derruau, W.J. McCarter, T.M. Chrisp. Rheology of low carbon fibre content reinforced cement mortar, *Cement & Concrete Composites* 28 (2006) 773–780.
- [7] TSI, TS EN 196-1. Methods of testing cement: Part 1. Determination of strength. Ankara (Turkey): Turkish Standard Institute; 2009 [in Turkish].
- [8] TSI, TS EN 1015-11. Methods of test for mortar for masonry: Part 11. Determination of flexural and compressive strength of hardened mortar. Ankara (Turkey): Turkish Standard Institute; 2000 [in Turkish].
- [9] H. Nguyen, V. Carvelli, T. Fujii, K. Okubo. Cement mortar reinforced with reclaimed carbon fibres, CFRP waste or prepreped carbon waste, *Construction and Building Materials* 126 (2016) 321–331.

PROCEEDINGS BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

**STRUCTURAL PERFORMANCE EVALUATION OF HISTORICAL ÇARDAK CARAVANSERAI
IN DENİZLİ BY PERFORMING LINEAR ANALYSES****DOĞRUSAL ANALİZLER UYGULANARAK DENİZLİ'DE BULUNAN TARİHİ ÇARDAK
KERVANSARAYININ YAPISAL PERFORMANS DEĞERLENDİRİLMESİ****Esra ŞAHİN**

Öğr. Gör., İstanbul Aydın Üniversitesi Anadolu Bil Meslek Yüksekokulu İnşaat Teknolojisi Bölümü,

ORCID No: 0000000158429115

ABSTRACT

Historical masonry structures are the sum of our past experiences that reflect our cultural values. These structures carry our existence and civilization to future generations. Specific analysis should be done to conserve, strengthen and move them forward. In this study, it is aimed to model the chosen Çardak caravanserai in accordance with the finite element method and to apply linear analysis. After the literature search was made for the material properties of the historical structure in Denizli, these properties were taken according to the data. SAP2000 v20.2 finite element software was used for modeling and structural analyses. In the modeling, while frame elements were applied in columns, shell elements were used in other structural elements. Conducted the linear analyses in terms of evaluating the building are self-weight analysis, modal analysis and response spectrum analysis. Self-weight analysis, indicating the current state of the structure, has been done under dead loads. Modal analysis enabled the determination of the free vibration period, mode shapes and mass participation ratios of the structure. In response spectrum analysis, it was made according to Turkish Seismic Design Code 2018, and the mode combination method was applied based on the linear calculation method. According to the analysis, the monument was evaluated under dead load and earthquake loads in x and y directions. The structural elements exceeding compressive, tensile and shear stresses have been defined as critical sections, and recommendations have been made for further investigation of these structural elements.

Key words: Masonry Structures, Caravanserai, Modeling, Self-Weight, Modal and Response Spectrum Analyses

ÖZET

Tarihi yığma yapılar, kültürel değerlerimizi yansıtan geçmiş deneyimlerimizin toplamıdır. Bu yapılar varlığını ve medeniyetimizi gelecek nesillere taşır. Bunları korumak, güçlendirmek ve ilerletmek için belirli analizler yapılmalıdır. Bu çalışmada, seçilen Çardak kervansarayının sonlu elemanlar yöntemine göre modellenmesi ve doğrusal analiz uygulanması amaçlanmıştır. Denizli'deki tarihi yapının malzeme özellikleri için literatür taraması yapıldıktan sonra bu özellikler verilere göre alınmıştır. Modelleme ve yapısal analizler için SAP2000 v20.2 sonlu eleman yazılımı kullanılmıştır. Modellemede kolonlarda çubuk elemanları uygulanırken, diğer yapısal elemanlarda kabuk elemanlar kullanılmıştır. Yapının değerlendirilmesi açısından doğrusal analizler, yapının kendi ağırlığı altında analizi, modal analiz ve davranış spektrumu analizidir. Yapının mevcut durumunu gösteren kendi ağırlığı altında analizi, ölü yükler altında yapılmıştır. Modal analiz, yapının serbest titreşim periyodunun, mod şekillerinin ve kütle katılım oranlarının belirlenmesini sağlamıştır. Davranış spektrumu analizinde Deprem Yönetmeliği 2018'e göre yapılmış ve doğrusal hesaplama yöntemine göre mod birleştirme yöntemi uygulanmıştır. Analize göre anıt, x ve y yönlerinde ölü yük ve deprem yükleri

altında değerlendirilmiştir. Basınç, çekme ve kayma gerilmelerini aşan yapısal elemanlar kritik bölümler olarak tanımlanmış ve bu yapısal elemanların daha detaylı incelenmesi için önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Yığma Yapılar, Kervansaray, Modelleme, Kendi Ağırlığı Altında, Modal ve Davranış Spectrum Analizleri

1. INTRODUCTION

Çardak caravanserai in Denizli, known as Han-abad, was built by Esedüddin Ayaz bin Abdullah Eş-Şihabi in 1230 during Alaeddin Keykubad period. The caravanserai is 55 km to the east of Denizli and 300 m to the north of Denizli-Afyon highway, connected to Çardak province. It continued to be used during the Beylik and Ottoman periods. Han-abad was used for cereal storage during World War 1 (1914-1918) and the Turkish War of Independence (1920-1922).^[1] Shortly after that, the local people used it as a sheepfold.^[2] The 800 year-old monument has suffered many earthquakes and it has been subjected to excavations and restoration works throughout history. It was restored in the 1920s. Excavations were carried out at the caravanserai in 2006. The restoration works have continued, which started in 2017.

Many studies have been studied on Çardak caravanserai in terms of artistic and architecture. The current state of the historical building and its analysis under earthquake load was conducted as a thesis study in 2019 and it was edited as an article.

2. STRUCTURAL SYSTEM OF ÇARDAK CARAVANSERAI

The monument located in the east west direction is formed a rectangular courtyard (32.27 m in length, 31.16 m in width) with building ruins and a prismatic shelter (29.23 m in length, 26 m in height) entered from the courtyard (Figure 2.1). The northern part of the courtyard is in ruins. These parts consist of various functions such as the bath, kitchen, storage, workshop, staff room and iwan. The shelter to the west of the courtyard is a vaulted building consisting of a single space. The length and weight of the shelter are 29.23 m. and 26 m., respectively. There are five barrel-vaulted galleries in the east-west direction. In addition, there are pierced walls separating the central walls. The height of the central gallery is 5.40 m. The vaults, which are 4.60 m high, descend from the center to the sides. Remains of low walls made of non-bearing walls also belong to the original platforms to accommodate people and belongings. The small ventilation holes in the vaults allow light to enter the shelter. The only opening at ground level is the portal. There are circular buttresses on both sides of the portal. Other buttresses have triangular and polygonal shapes. These buttresses ensure that the caravanserai is equally supported from both sides. Also, the caravanserai has a terrace. There is a staircase made of cut stone on the southeast side that enables access to this terrace.



Figure 2.1. Çardak caravanserai

3. FINITE ELEMENT MODELING

Due to the complexity of load-bearing systems such as domes, vaults, and arches in historical masonry structures and the materials of these structures, some difficulties arise in the generation of finite elements in these structures. In order to minimize these difficulties, some simplifications in the varying cross-sections of the load-bearing elements and some idealization in material and geometry require.^[3]

In recent years, with the development of computer technology, geometric and material idealization has emerged in the finite element modeling of masonry structures. In geometric idealization, structural elements such as dome, vault and arch consist of linear parts for modeling. In material idealization, all elements are accepted as linear elastic since the building elements consist of brick and mortar. Thus, all structural elements are homogenized to a single elastic material.^[4]

The architectural plans and sections of the caravanserai were drawn in AutoCAD format.^[5] Three-dimensional model was developed according to this format and SAP2000 version 20.2 was used for modeling the masonry structure (Figure 3.1).

Frame and shell elements are used for the finite element model. While the frame element is suitable for the use of columns, shell elements are used in other elements such as dome, wall, vault, arch. The shell elements are divided into finite elements (mesh) to match boundary conditions. It was applied with the maximum unit side length of each partition of 30 cm. The pin support is defined at the base of the three dimensional model. The mass source is specified as dead load.

According to the literature, the modeling techniques of masonry structures for finite elements consist of two parts, macro and micro modeling.^[6] The modeling technique used in this study was preferred as macro modeling since the units forming the masonry structure are considered as a single homogenized material.

In addition, the total weight of the structure is 60560 kN. The outer wall, inner wall and roof thicknesses of the building were taken as 200 cm, 65 cm and 40 cm respectively.

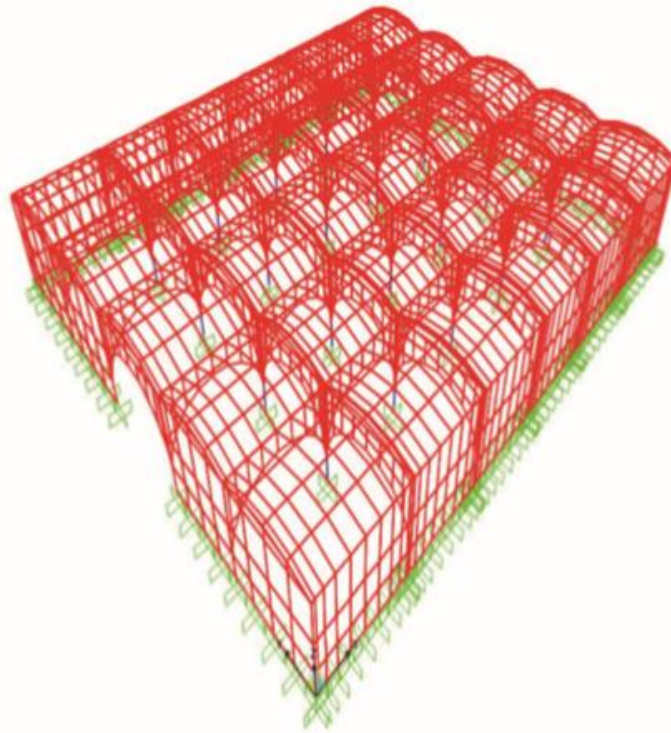


Figure 3.1. Three dimensional model of Çardak caravanserai including structural elements

4. MATERIAL PROPERTIES

In this study, the structure is modeled as a homogeneous material that behaves within the elastic range under compression and tensile stresses. According to the management manual of earthquake risks for historical buildings in Turkey 2016, mechanical properties that cannot be obtained by tests are given in table 4.1.

Table 4.1. Mechanical characteristics of masonry wall materials ^[7]

Masonry typology	f_m (MPa)	τ_o (kPa)	E (MPa)	G (MPa)	w (kN/m ³)
Irregular stone masonry	0.6~0.90	20~32	690~1050	115~175	19
Uncut stone masonry	1.1~1.6	35~51	1020~1440	170~240	20
Cut stone with good bonding	1.5~2.0	56~74	1500~1980	250~330	21
Soft stone masonry	0.8~1.2	28~42	900~1260	150~210	16
Dressed ashlar stone masonry	3.0~4.0	78~98	2340~2820	390~470	22
Solid brick masonry	1.8~2.8	60~92	1800~2400	300~400	18

According to table 4.1, the material of the masonry structure can be taken as cut stone and following properties are given below.

- Ewall (Modulus of Elasticity) = 1500 MPa (for cut stone)
- Gwall (Shear Modulus) = 600 MPa (0.40Ewall)
- Y (Poisson's Ratio) = 0.25

Compressive strength of the structure, f_c were taken as 1.5 MPa for other structure elements except vaults and 0.9 MPa for vaults, respectively.^[3] Tensile strength of masonry structure can be calculated as 10% of compressive strength of the structure. So, tensile strengths, f_t were taken as 0.15 MPa and 0.09 MPa.

According to Turkish Seismic Design Code, the wall safety shear stress is calculated by Eq.4.1 below.^[8]

$$\tau_m = \tau_0 + \mu\sigma \quad \text{Eq.4.1}$$

$$\tau_m \text{ (the wall safety shear stress)} = 0.40 \text{ MPa.}$$

$$\tau_0 \text{ (the wall cracking safety stress)} = 0.10 \text{ MPa (TSC, 2018: 89).}$$

$$\mu \text{ (friction coefficient)} = 0.4 \text{ (constant).}$$

$$\sigma \text{ (the wall vertical stress)} = 0.75 \text{ MPa.}$$

Mass modeling is taken into account for the wall vertical stress. It can be calculated by using the average axial stress of the vertical load.

$$\tau_m = 0.10 + 0.4 (1.5/2) = 0.40 \text{ MPa (for stone masonry).}$$

$$\tau_m = 0.10 + 0.4 (0.9/2) = 0.28 \text{ MPa (for vaults).}$$

The values found are given in table 4.2.

Table 4.2. Strength values for material type

Material Type	Compressive Strength (MPa)	Tensile Strength (MPa)	Shear Strength (MPa)
Stone Masonry	1.5	0.15	0.40
Vaults	0.9	0.09	0.28

5. LOAD CASES

The gravity loads are taken into account as dead load for the structure. Live loads are not considered since the load bearing system is not affected by the live load. In load combinations, dead load and earthquake loads in x and y direction are considered only. Mass per unit volume of the bearing walls of masonry structure is taken as 21 kN/m³.^[3]

Also, there is a layer of fill on the vaults. It has a mass and vertical force applied to vault. The layer of fill is thin in the upper section of the vaults. Fill thickness increases in the end sections. In order to simplify and incorporate this difference in loads, each vault should be considered as divided into two areas. The equivalent vertical force should be distributed to these shell elements by finding the average fill thickness for blue and red sections in Figure 5.1. So, in each section, the multiplying of the average of the fill thicknesses at both ends of the section and fill unit weight gives load distributed over the area. Fill material was used as rubble

stone. Its mass per unit volume is 19 kN/m³.^[3] Rubble fill is loaded under the dead load as area distributed load on the vaults

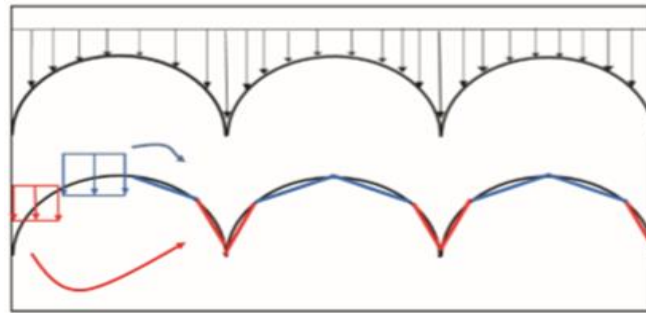


Figure 5.1. Determination of load distributed over the area

According to Turkish Seismic Design Code 2018, load combinations used for the stress controls of load bearing walls are indicated in table 5.1.^[8]

Table 5.1. Load Combinations

Load Case	Dead	SpectX	SpectY
Load Type	Linear Static	Response Spectrum	Response spectrum
Load combinations	Combination Factors		
Dead+Ex+0.3Ey	1	1	0.3
Dead+Ex-0.3Ey	1	1	-0.3
Dead-Ex+0.3Ey	1	-1	0.3
Dead-Ex-0.3Ey	1	-1	-0.3
Dead+0.3Ex+Ey	1	0.3	1
Dead-0.3Ex+Ey	1	-0.3	1
Dead+0.3Ex-Ey	1	0.3	-1
Dead-0.3Ex-Ey	1	-0.3	-1

6. STRUCTURAL ANALYSES

The numerical analyses of the Çardak caravanserai started with static analysis under dead load and continued with response spectrum analysis. First of all, the current state of the building is taken into account. In the second case, modal analysis was performed, and finally, with the response spectrum analysis, analyzes were performed under earthquake loads in x and y directions. These analyzes are handled linearly.

6.1. SELF-WEIGHT ANALYSIS

Static analyses under the structure self-weight are carried out to estimate the structure's current state of stress. According to these stress levels, the high stress locations are determined.

In self-weight analysis, the displacements, normal and shear stresses of the caravanserai under dead load were evaluated. The global Z direction displacements are presented in figure 6.1. The highest vertical displacements are 6.62 mm to the negative Z direction, in vaults. These displacements in the vaults are reduced up to 3.5 mm in the middle. Also, the displacements are seen up to 2.5 mm in the arches. The maximum displacements are found as 1.61 mm to the positive Y direction, on the left side vaults and main exterior walls. The maximum negative Y direction displacements are also 1.61 mm on right side vaults and main exterior walls. In general, the structure is not at risk for displacement under its self-weight.

Normal stresses (S11 and S22) and shear stresses (S12) under self-weight are discussed. The most critical structural elements are examined. The maximum normal stresses **S11** are -0.88 MPa (compressive) and 0.064 MPa (tensile). The highest compressive stresses occur in arches. Some tensile stresses are seen in main exterior walls, masonry columns, front and back of the vaults and in the middle section on the arches. The maximum normal stresses **S22** are -0.96 MPa (compressive) and 0.072 MPa (tensile). The highest compressive stresses are observed in the vaults (Figure 6.2). There are high compressive stresses in main exterior walls, interior walls and detail of the arches. The maximum shear stresses **S12** are 0.27 MPa in masonry columns, interior walls, arches and some vault areas (Figure 6.3). These stresses occur at the top of arches in negative direction. The main exterior walls and the remaining vault areas have lower shear stress values.

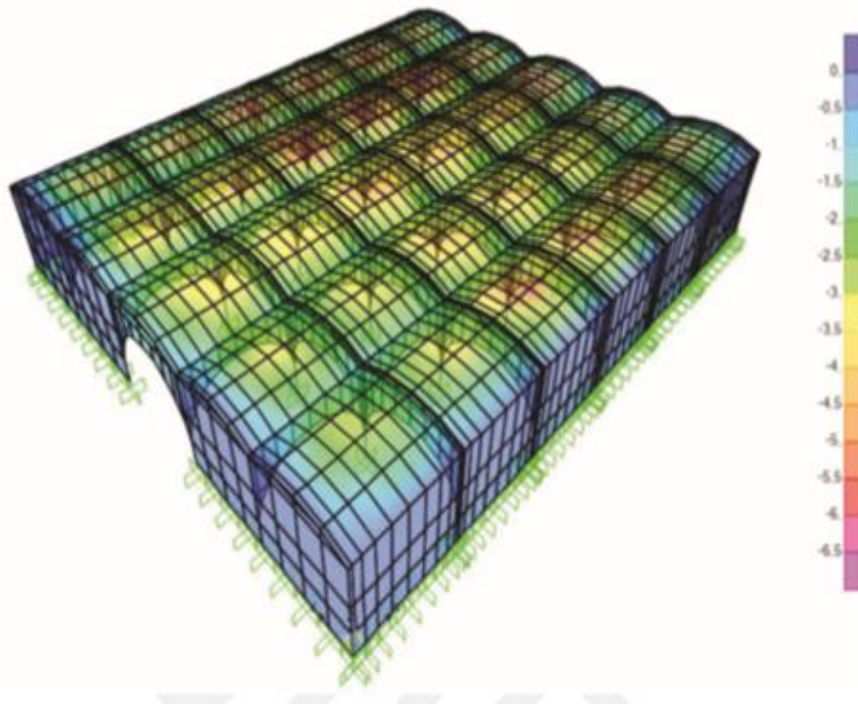


Figure 6.1. The displacement of Çardak caravanserai in Z direction under self-weight (mm)

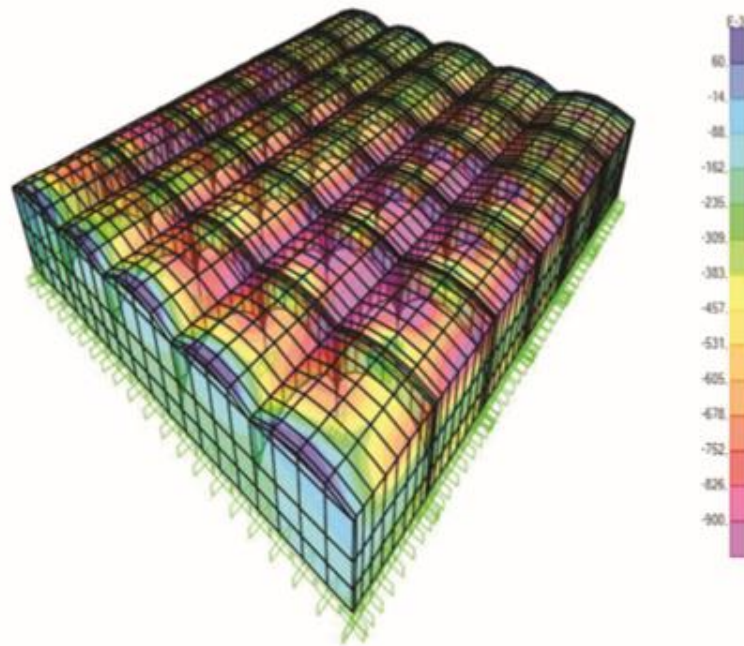


Figure 6.2. Back side of normal stresses S22 developed under self-weight (10⁻³ MPa)

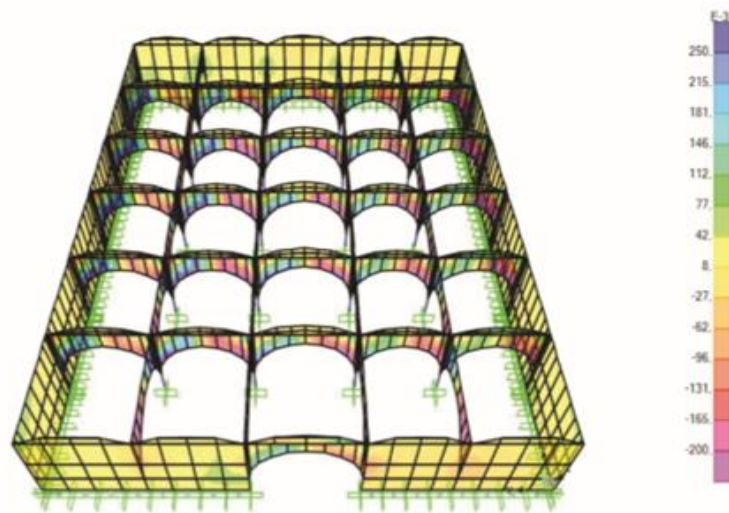


Figure 6.3. Shear stresses S12 developed under self-weight (10⁻³ MPa)

Consequently, Çardak caravanserai can be considered below the limits under its self-weight. The maximum normal and shear stress values, specified above, do not exceed the compressive, tensile and shear strength assumed in current structural case.

6.2. MODAL ANALYSIS

Modal analysis is a dynamic analysis method, which determines a structure's free vibration periods, mode shapes and mass participation ratios.^[4] Free vibration periods and modes can be determined by using mass and stiffness matrices of the building system. It is expressed by the mass participation ratio that the vibration in the mode shapes, which belongs to a free vibration rate, can affect the total mass of the structure and incorporate it into the oscillating movement.^[9]

The shell model of Çardak caravanserai was subjected to modal analysis with SAP2000 software. Modal analysis was performed up to 100 modes to reach higher cumulative mass participation ratios.

According to Turkish Seismic Design Code 2018, a lower limit is given for the sum of the modal masses.^[8] In modal calculation methods, the number of adequate vibration modes to be taken into account is to be determined that the sum of the effective masses calculated for each mode is never less than 95% of the building total mass, in each of x and y earthquake directions considered perpendicular to each other. However, all modes with a contribution of more than 3% are to be considered.^[8]

As a results of the analysis, the mass participation ratios of the first 100 modes are 80% in the x and y directions. There is 67% mass participation ratio and reflects the displacement in y direction in the first mode. The second mode has 70% mass participation and reflects the displacement in x direction. In the first modes, lateral displacement movement is observed in x and y directions (Figure 6.4-6.6). After the fourth mode, the torsional modes are observed. The periods and mass participation ratios for the first three modes are given below (Table 6.1).

Table 6.1. The periods and mass participation ratios for the first three modes

Mode	Period (sec)	Ux	Uy	Uz	Total	Total	Total	Total	Total	Total
					Ux	Uy	Uz	Rx	Ry	Rz
1	0.199	0.00	0.67	0.00	0.00	0.67	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.171	0.701	0.00	0.00	0.701	0.67	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.159	0.00	0.00	0.029	0.701	0.67	0.029	0.00	0.00	0.00

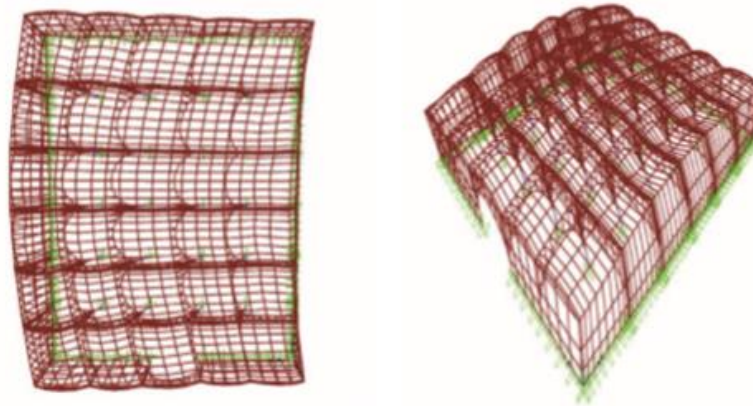


Figure 6.4. Deformed shape of 1.dominant mode (T = 0.199 sec.)

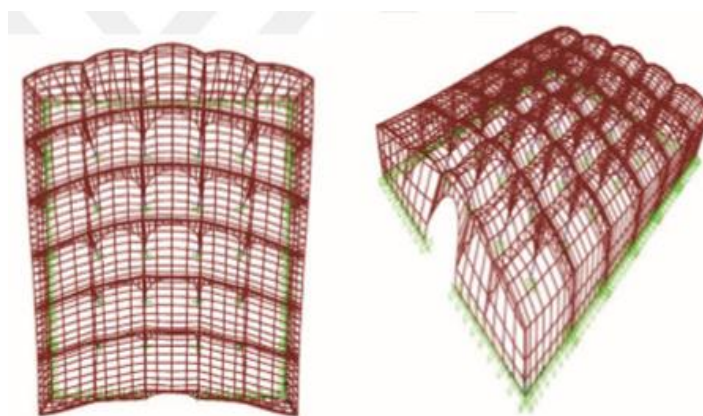


Figure 6.5. Deformed shape of 2.dominant mode (T = 0.171 sec.)

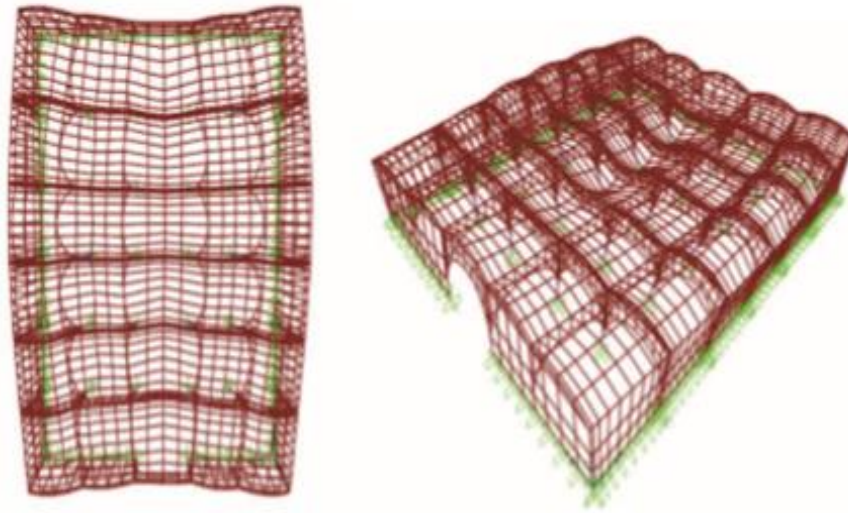


Figure 6.6. Deformed shape of 3.mode (T = 0.159 sec.)

6.3. RESPONSE SPECTRUM ANALYSIS

Response spectrum analysis is based on the principle of mode superposition, which determines the dynamic behavior of the structure. In this method, the behavior of the structure is expressed depending on two translatory and a rotational motion, with the assumption that the structure mass is gathered at certain levels.^[4]

Turkish Seismic Design Code 2018 was used in order to analyze the behavior of the structure. Site parameters were taken from “AFAD” as the seismic code stated.^[10]

According to the earthquake ground motion level used for the analysis, the code defined design earthquake with an average recurrence interval of 475 years which corresponds to the probability of occurrence of 0.10 in 50 years.^[8] Also, no field observation has been conducted on the soil properties of the location. According to soil properties in Denizli, the soil type is assumed as ZD which composes of dense sand, gravel or very dense clay layers.^[11]

The parameters used in the calculation of earthquake forces are given below.^{[8],[10]}

- I (Building Importance Factor) is taken as 1 (for other structures).
- R (Carrier System Behavior Coefficient) is taken as 2.5 (for unreinforced masonry buildings).
- D (System Overstrength) is taken as 1.5 (for unreinforced masonry buildings).
- Damping ratio is taken as 0.05.
- Ss (Short Period Spectral Acceleration Coefficient) is taken as 0.873.
- S1 (Spectral Acceleration Coefficient for 1 sec Period) is taken as 0.207.
- PGA (Peak Ground Acceleration) is taken as 0.364 g.

As specified in Turkish Seismic Design Code, linear calculation methods are equivalent seismic load and modal calculation methods. Mode superposition method was used as modal calculation method in response spectrum analysis. The analyses are conducted for X and Y directions of the structure as separate load combinations.

The structure should be assessed for 8 combinations given in Table 6.1. Assessment and results of the displacements, normal and shear stresses were presented for the analysis. The structure is symmetrical in two directions. Therefore, for the combinations of Dead±Ex±0.3Ey, Dead+Ex+0.3Ey is selected as representative. Similarly for Dead±Ey±0.3Ex, Dead+Ey+0.3Ex is selected as representative. The most critical of these combinations have been described.

Under Dead+Ex+0.3Ey load combination, the maximum displacement is 10.46 mm in the front and middle of vaults and this displacement is 10.6 mm at the back of vaults (Figure 6.7).

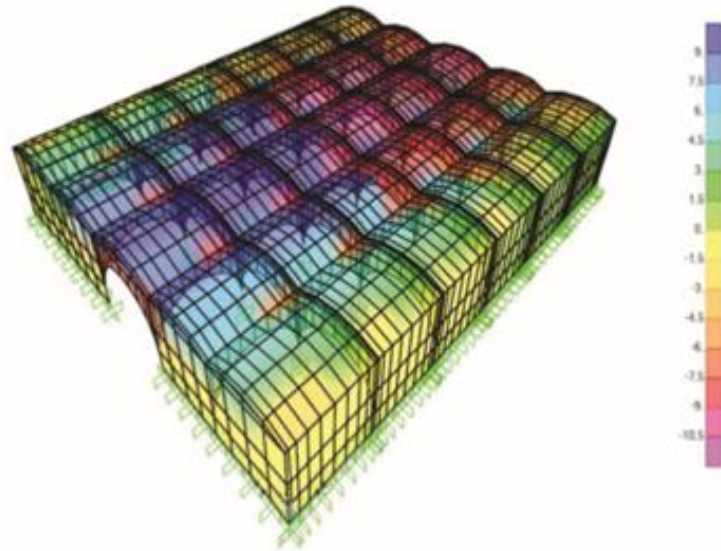


Figure 6.7. The displacement in X direction under Dead+Ex+0.3Ey load combination

According to the Dead+Ex+0.3Ey load combination, the maximum compressive and tensile stresses S_{11} are -1.05 MPa and 0.90 MPa, respectively. The highest tensile stress values are observed at the vault connections, in columns and at the top of arches. These values are larger than tensile strength. This is most probably due to the connection issues in the model for the vault shell to supporting wall or pier shell. Also, the maximum compressive stresses are seen at the back of vaults and the top of arches (Figure 6.8).

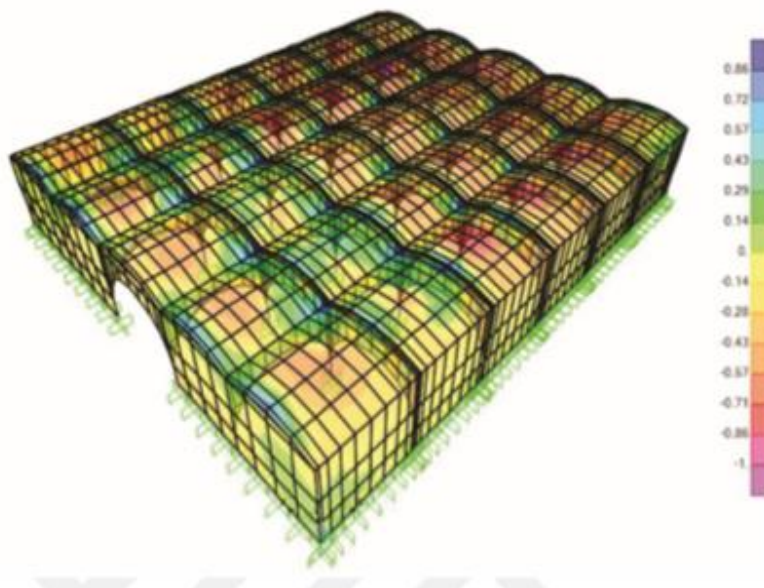


Figure 6.8. Normal stresses S_{11} due to spectral excitation under Dead+Ex+0.3Ey load combination (MPa)

The highest compressive and tensile stresses S_{22} under Dead+Ey+0.3Ex load combination in y direction are -1.95 MPa and 0.84 MPa, respectively. High tensile stresses are found on the vaults, arches, columns at the right of the exterior main walls and in some areas at the back of the structure (Figure 6.9). It is evident that both compressive and tensile stresses exceed the limits in abovementioned structural elements.

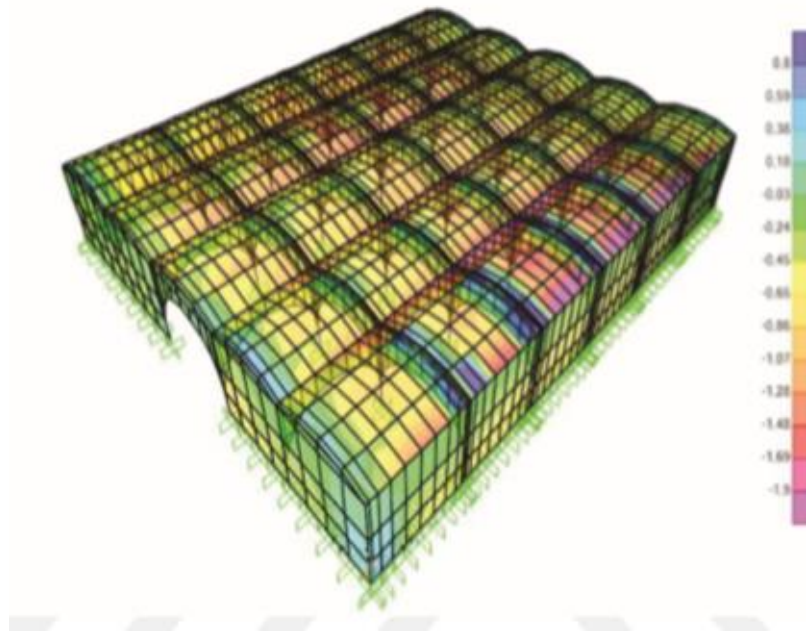


Figure 6.9. Normal stresses, S22 under Dead+Ey+0.3Ex load combination (MPa)

According to dead and spectral excitation in y direction, the highest shear stresses, S12 are 0.66 MPa at the back and front vaults, on arches and in columns (Figure 6.10). Also, it is seen that these stresses exceed the shear strength which is indicating the vulnerable zones.

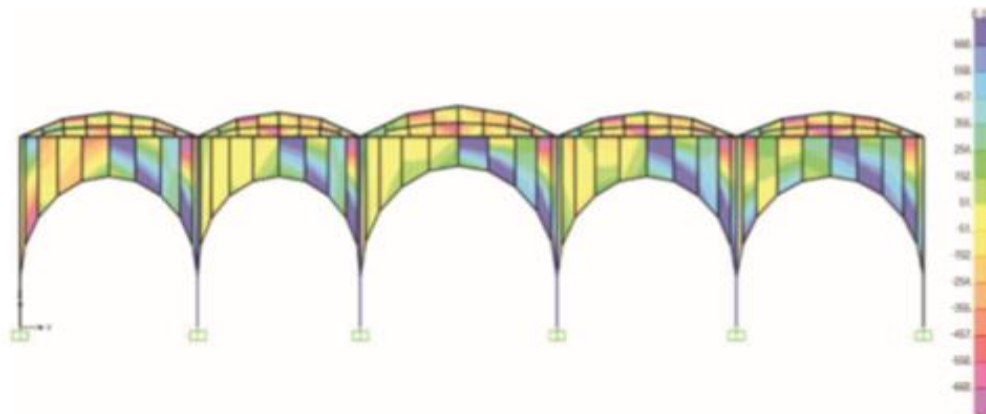


Figure 6.10. Shear stresses, S12 of section on y-z plane at x = +5 m axis under Dead+Ey+0.3Ex load combination

As a result, under Dead+Ey+0.3Ex load combination some structural elements exceed the strength limits in terms of the compressive, tensile and shear stresses which should be investigated extensively.

CONCLUSION AND RECOMMENDATION

Çardak caravanserai is a document reflecting the structural characteristics of Seljuk period. It repeats majority of the widespread characteristics, but there are a few peculiarities such as the two rectangular platforms, variation in the form of the buttresses, and masonry stairs providing access to the terrace roof. As a result of self-weight analysis, it is seen that the stress levels are below the capacity and at the current situation of structure there is no structural concerns. Under the seismic actions, high tensile and shear stresses observed on the vaults and at the top of the arches. These elements need further investigation since at some points the strength values are exceeded. Consequently, it seems that the current state of the caravanserai under dead loads does not pose any critical issue as expected. Under earthquake loads in both directions, the tensile and shear

stresses exceed the strength limits of the material at some locations and further investigation should be conducted focusing these locations before any intervention decisions are made.

In order to check for the validity of the finite element model operational modal analysis might be run and a calibration to the FEM model can be processed. The soil conditions need to be investigated as well to better assess the current situation. Material characterization and property estimation should be carried out in order to better represent them in the FEM model. In-situ and laboratory testing would be quite instrumental. Consolidation would be the first choice for preventive conservation. This would aim to restating the capacity with techniques such as injection of repair grout, and restating any loose units and completion of minor material losses. Structure requires more detailed analyses such as the field research, detailed tests of masonry structural material, non-linear static and seismic analyses and then a decision should be made whether or not strengthening is required. If the capacity provided seems to be lower than the demanded capacity under any loading conditions, further detailed analysis needs to be carried out to made the before retrofitting decision available to reduce the consequences. The historical structures should be conserved for generations. This would require to well maintain these structures after rehabilitating them. Monitoring these structures after rehabilitation and conducting regular inspections would be very instrumental in preserving them.

REFERENCES

- [1] Kutlu Mehmet. (2009), Seljuk Caravanserais in The Vicinity of Denizli; Han-Abad (ÇardakHan) and Akhan, MSc. Thesis, Bilkent University, Ankara.
- [2] Uzunçarşılı İsmail Hakkı. (1929), Kitabeler 2, İstanbul.
- [3] Vakıflar Genel Müdürlüğü, 2016, “Tarihi Yapılar İçin Deprem Risklerinin Yönetimi Kılavuzu”<https://www.vgm.gov.tr/organizasyonlar/Documents/Sablon+pdf/25/04/2019>.
- [4] Dabanlı Ömer. (2008), Tarihi Yığıma Yapılarının Deprem Performansının Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- [5] Bayram Ayşe, Nalça Canan, Keke Begüm, Özel Ebru, Özdemir Emre, Yönetken Ece, Eken Esra, Durmuşlar Feyza, Şener İdil, Ergin Merve, Birgin Özüm, Yönder Mustafa (2017), Restoration Project of Çardak Khan Denizli, Design in Architectural Restoration II, 2016-2017 Spring Semester, Supervisors: M. Hamamcıoğlu Turan and K. Çelik, Izmir Institute of Technology (IZTECH), Department of Architectural Restoration, Izmir.
- [6] Kömürcü Sedat. (2017), Analysis and Modelling of The In-Plane Behavior of Masonry Walls, MSc. Thesis, Istanbul Technical University, İstanbul.
- [7] Magenes Guido and Penna Andrea. (2009), “Existing Masonry Buildings: General Code Issues and Methods of Analysis and Assessment”, E. Cosenza (ed), Eurocode 8 Perspectives from the Italian Standpoint Workshop, 185-198, Doppiavoce, Napoli, Italy.
- [8] Turkish Seismic Design Code, (2018). Specification for Structures to be Built in Disaster Areas, Ministry of Public Works and Settlement Government of Republic of Turkey.
- [9] Uğuz Seyit. (2016), Earthquake Safety Analysis of a Historical Masonry Building: Historical Gazi High School Case, MSc. Thesis, Selçuk University, Konya.
- [10] AFAD. 2019, “Deprem Bölgeleri Haritası”, <https://deprem.afad.gov.tr/deprembolgeleri-haritasi>, 03.05.2019.
- [11] Akyol Erdal, Kaya Ali, Taşdelen Suat, Beyaz Turgay and Şen Gulmustafa. (2007), “Denizli Yerleşim Alanının Jeolojik-Jeoteknik Özellikleri”, Selçuk Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, c.23, s.1-2, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği, Denizli.

PROCEEDINGS BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

UŞAK İLİ VE ÇEVRESİNDE KULLANILAN YAPI MALZEMELERİNİN DOĞAL RADYOAKTİVİTESİNİN BELİRLENMESİ**DETERMINATION OF THE NATURAL RADIOACTIVITY OF BUILDING MATERIALS USED IN UŞAK PROVINCE AND SURROUNDING AREAS****Hakan SARIKAYA**

Uşak Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, ORCID No: 0000-0002-8043-3302

ÖZET

Radyasyonu göremeyiz ya da yok edemeyiz. O, sürekli bizimle birlikte yaşar. Her ne kadar ismi biraz ürkütücü gelse de sadece belirli doz sınırlarından sonra tehlike başlamaktadır. Radyasyonla o kadar iç içe yaşıyoruz ki yediğimiz havuçtan, içinde oturduğumuz eve kadar her yerde kendisiyle karşılaşmaktayız. İşte bu tip çevreden gelen radyasyona doğal radyasyon (çevresel radyasyon) adı verilmektedir. Bu radyasyon toprakta bulunan elementlerden meydana gelmektedir. Başka bir olayı da basit olarak şöyle örnekleyebiliriz. Havuçta bolca bulunan potasyum radyoaktif çekirdeği beta bozunumu yaparak kemiklerin yapısında bulunan kalsiyuma dönüşmektedir. Yani bu radyoaktif tepkime doğal yollarla kemiklerimizde gerçekleşmektedir. Bu örneklerin ışığında radyasyon sanıldığı kadar korkulacak bir şey değildir. İşte bu dozlar Ulusal Atom Enerji Kurumunun belirlediği alt ve üst radyasyon sınırlarıyla belirlenmiştir. Her ne kadar korkulmaması gerektiği söylene de radyasyona karşı önlem alınması gerekir. Ne yazık ki üzerinde yaşadığımız yerküre o kadar da masum değildir. Doğal radyoaktif kaynakları zengin olan bir bölgede oturan insanların kansere yakalanma oranları diğer bölgelerde yaşayanlara oranla daha yüksektir. Çünkü binaların yapımında kullanılan çimento, beton, kireç, mermer, kiremit ve bu tip yapı malzemelerin hammaddesi yerküredir. Bu yapı malzemeleri kontrolsüz bir şekilde kullanıldığı zaman radyoaktif çekirdekler duvarlara taşınmaktadır. Radyoaktif çekirdekler ışınla yaparken havayı iyonize ettiğinden dolayı solunum sırasında akciğerlerimize geçmektedir. Orada DNA'lar üzerinde timin dimerleri oluşturmakta ve bu oluşum sırasında DNA'nın yanlış bağlanması bir sonucu olarak kansere neden olmaktadır. Yapılan bir araştırma radyoaktif çekirdek bolluğu yüksek olan bölgelerde akciğer ve gırtlak kanseri vakalarının daha yüksek olduğunu göstermiştir. İnşaat sektörünün ülkemizde 170'den fazla sektöre doğrudan ya da dolaylı katkısı vardır. Ülkemizin kalkınmasında lokomotif sektör konumundadır. Özellikle konut yapımında kullanılan yapı malzemelerinin büyük bir kısmı ülkemiz doğal kaynakları kullanılarak üretilmekte ve kullanılmaktadır. Bu yapı malzemelerinde bulunan doğal radyoaktivite değerlerinin bilinmesi hem çevre hem de insan sağlığı açısından çok önemlidir. Kullanılacak yapı malzemelerinin seçiminde içerdiği doğal radyoaktivite değerleri de seçim kriterleri arasında olmalıdır. Bu çalışmada Uşak ili ve çevresinde kullanılan ve üretilen yapı malzemelerinin doğal radyoaktivite analizleri yapılarak sonuçları değerlendirilmiştir. Yapılan analiz sonuçları uluslararası kabul edilen sınır değerler ile karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlarda bazalt, pomza ve zeolit numunesinde sınır değerinin %50' in üzerinde çıktığı görülmektedir. Bu sonucun bazalt kayacının volkanik kökenli olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Doğal Radyoaktivite, Gama Spektrometresi, Yapı Malzemesi.**ABSTRACT**

We can't see or destroy the radiation. It lives with us all the time. Although the name sounds a little creepy, only after certain dose limits does the danger begin. We live so intertwined with radiation that we encounter it everywhere, from the carrots we eat to the house in which we live. Here, this type of radiation from the environment is called natural radiation (environmental radiation). This radiation consists of elements found in

the soil. Another event can be seen simply as follows. Potassium, which is abundant in carrots, turns into calcium, which is found in the structure of bones, making the radioactive nucleus beta decay. In other words, this radioactive reaction occurs naturally in our bones. In the light of these samples, radiation is not as feared as thought. These doses are determined by the lower and upper radiation limits set by the National Atomic Energy Agency. Although it is said that it should not be feared, precautions should be taken against radiation. Unfortunately, the Earth on which we live is not so innocent. People living in an area rich in natural radioactive sources have a higher rate of cancer than those living in other areas. Because the Earth is the raw material of cement, concrete, lime, marble, tile and such building materials used in the construction of buildings. When these building materials are used uncontrollably, radioactive nuclei are transported to the walls. Because radioactive nuclei ionize air when they glow, they pass into our lungs during breathing. There, thymine dimers form on DNA and cause cancer as a result of improper binding of DNA during this formation. A study has shown that lung and laryngeal cancer cases are higher in areas with a high abundance of radioactive nuclei. The construction sector has a direct or indirect contribution to more than 170 sectors in our country. It is the locomotive sector in the development of our country. Especially, most of the building materials used in the construction of houses are produced and used by the natural resources of our country. Knowing the natural radioactivity values found in these building materials is very important in terms of environment and human health. The natural radioactivity values included in the selection of building materials to be used should also be among the selection criteria. In this study, natural radioactivity analysis of building materials used and produced in Uşak province and surrounding areas were evaluated. The results of the analysis made are compared with internationally accepted limit values. It is seen that the obtained results are over 50% of the limit value in the basalt, pumice, zeolite samples. This is thought to be due to the volcanic origin of the basaltic rock.

Keywords: Natural Radioactivity, Gamma Spectrometer, Building Materials.

1. GİRİŞ

Tüm dünyadaki canlılar, milyonlarca yıldan bu yana evrenden gelen ışınlar ve yerkürede bulunan doğal radyoaktif maddelerden yayılan radyasyona maruz kalmaktadır. Evrende yaşayan tüm canlıların varoluşlarından bu yana sürekli olarak doğal radyasyonla iç içe yaşamakta olup vücudumuza solunum ve sindirim yollarıyla, hava, su, tüm bitkisel ve hayvansal besinlerde az da olsa bulunan radyoaktif maddeler alınmaktadır. Alınan bu radyoaktif maddelerde zamanla çeşitli organlarda birikmekte ve bizlere zarar vermektedir. Bunlara ek olarak kozmik ışınlardan ve yerkürede bulunan doğal radyoaktif maddelerden etkilenmektedir. İnsan vücudu ise tüm radyasyon ışınlarına ise sürekli olarak maruz kalmaktadır [1].

Radyasyonu göremeyiz ya da yok edemeyiz. O, sürekli bizimle birlikte yaşar. Her ne kadar ismi biraz ürkütücü gelse de sadece belirli doz sınırlarında sonra tehlike başlamaktadır. Radyasyonla o kadar iç içe yaşıyoruz ki yediğimiz havuçtan, içinde oturduğumuz eve kadar her yerde kendisiyle karşılaşmaktayız. İşte bu tip çevreden gelen radyasyona doğal radyasyon (çevresel radyasyon) adı verilmektedir. Bu radyasyon toprakta bulunan elementlerden meydana gelmektedir. Başka bir olayı da basit olarak şöyle örnekleyebiliriz. Havuçta bolca bulunan potasyum radyoaktif çekirdeği beta bozunumu yaparak kemiklerin yapısında bulunan kalsiyuma dönüşmektedir. Yani bu radyoaktif tepkime doğal yollarla kemiklerimizde gerçekleşmektedir. Bu örneklerin ışığında radyasyon sanıldığı kadar korkulacak bir şey değildir. İşte bu dozlar Ulusal Atom Enerji Kurumunun belirlediği alt ve üst radyasyon sınırlarıyla belirlenmiştir. Her ne kadar korkulmaması gerektiğini söylesek de radyasyona karşı önlem alınması gerekir. Ne yazık ki üzerinde yaşadığımız yerküre o kadar da masum değildir. Doğal radyoaktif kaynakları zengin olan bir bölgede oturan insanların kansere yakalanma oranları diğer bölgelerde yaşayanlara oranla daha yüksektir. Çünkü binaların yapımında kullanılan çimento, beton, kireç, mermer, kiremit ve bu tip yapı malzemelerin hammaddesi yerküredir. Bu yapı malzemeleri kontrolsüz bir şekilde kullanıldığı zaman radyoaktif çekirdekler duvarlara taşınmaktadır [1]. Radyoaktif çekirdekler ışıma yaparken havayı iyonize ettiğinden dolayı solunum sırasında akciğerlerimize geçmektedir. Orada DNA'lar üzerinde timin dimerleri oluşturmakta ve bu oluşum sırasında DNA'nın yanlış bağlanması bir sonucu olarak kansere neden olmaktadır. Yapılan bir araştırma radyoaktif çekirdek bolluğu yüksek olan bölgelerde akciğer ve gırtlak kanseri vakalarının daha yüksek olduğunu göstermiştir [2].

Radyasyon öncelikle bir atomun çekirdeğinde başlamaktadır. Atomları ise proton ve nötronların oluşturduğu bir çekirdek ve bu çekirdeğin etrafında dönen elektronlar oluşturmaktadır. Ağır yani çekirdeğinde 83 den fazla proton barındıran elementler kararsız oldukları için daha küçük atomlara dönüşürler. Bu parçalanma sırasında

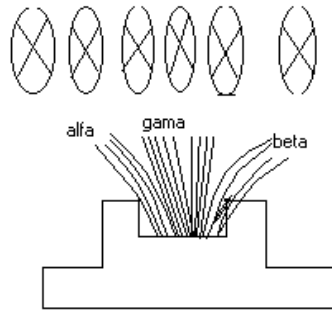
çekirdekten parçacıklar ve enerji dalgaları ortaya çıkmaktadır. Bu yolla enerji veren elementlere de radyoaktif elementler denilmektedir. Bir radyoaktif çekirdeğin kendinden başka bir çekirdeğe dönüşmesi olayına dezintegrasyon, yapma olarak bir çekirdekten bir başka çekirdeğin elde edilmesi olayına transmüsyon denir. Teknolojideki çok hızlı gelişimler sonucunda üretilen bilgisayar, televizyon, radyo, röntgen, tomografi vb tıbbi cihazların artması sonucuyla meydana gelen radyasyonun elektromagnetik kirlilik oluşturduğu görülmektedir [3].

Atom çekirdeğinin herhangi bir dış etkiye maruz kalmadan, kendiliğinden ışın yapmalarına ve bu tür ışın yapan atomlara da radyoaktif atom denir. Radyoaktif atomların çekirdekleri kararsızdır. Atom çekirdeklerinin kararlılık oranı nötron ve proton sayısına bağlıdır. He, C, N, O gibi hafif atom çekirdeklerinde nötron sayısı, proton sayısına genelde eşittir. Yani nötron sayısının proton sayısına oranı "1" dir. Bu tür atomlar kararlı atomlar diye adlandırılır ve nötron sayısı proton sayısına eşit olan başka bir atom olmadığı bilinmektedir. Bu atomlarda çekirdekdeki Coulomb itme kuvvetleri ile kararlı durum söz konusu olduğunda ortadan kalkar ve ağır elementlere doğru çekirdekdeki nötron sayısı proton sayısına göre üstünlük kurmaya başladığı görülmektedir. Bu şartlar altında çekirdeğin radyoaktif olması için aşağıdaki iki şartı içermesi gerekmektedir [4].

- Çekirdekte bulunan nötron sayısının proton sayısına oranı 1,5 ten büyük olmalı
- Atom numarası 83 ten büyük olmalı.

Görüldüğü üzere bir elementin radyoaktiflik özelliği tamamen atomun çekirdeğine bağlıdır. Kimyasal durum, sıcaklık, basınç gibi çeşitli durumlar radyoaktiviteyi etkilemez. Bunlara ek olarak radyoaktif maddenin katı sıvı gaz gibi halleri de radyoaktiviteyi etkilemez [5].

Şekil 1.'de şematik olarak gösterilen radyoaktif maddelerden yayılan alfa beta ve gama ışınları çeşitli olaylara sebep olarak gaz, sıvı ve katı halindeki maddeleri iyonlaştırır. Bu ışınlar cam, porselen, fayans vb. malzemeleri ise renklendirirler. Canlılarda ise olumsuz sonuçlar vererek, kalıtsal hastalıklara, genetik sorunlara veya hayatımızda çok sık karşılaştığımız kansere neden olabilirler. Fakat en ilginç olan şey ise kanserli hastaların tedavisinde de radyasyon kullanıldığıdır. Kısacası radyasyon aslında dünyada çok büyük bir güçtür, ama en önemli olan şey ise bu gücü kontrollü bir şekilde kullanabilmektir. [6].



Şekil 1. Radyoaktif Çekirdek Işınları Şematik Gösterimi

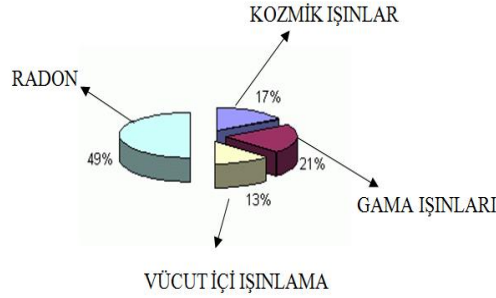
Alfa parçacığı içerisinde iki proton ve iki nötrondan oluşan bir helyum çekirdeği olup pozitif yüklüdür. Alfa çekirdeği α sembolüyle gösterilmektedir. Çekirdeğin, alfa çıkararak parçalanması olayı atom numarası büyük izotoplarda görülür ve genellikle doğal radyoaktif atomlarda rastlanmaktadır. Alfa parçacıklarını çok küçük kalınlıklardaki maddelerle (örneğin ince bir kağıt tabaka ile) durdurmak mümkün olmakta olup bunun sebebi ise, diğer radyasyon çeşitlerine göre sahip oldukları nispeten büyük elektrik yükleridir. Sahip oldukları bu elektrik yükü, alfa parçacıklarının bir madde içerisinden geçerken yolları üzerinde yoğun bir iyonlaşma meydana getirmelerine ve bu yüzden de enerjilerini çabucak kaybetmelerine yol açmaktadır.. Enerjilerini bu şekilde çabucak kaybeden alfa parçacıklarının erişme uzaklıkları da dolayısıyla çok kısadır. Bu yüzden de normal olarak dış radyasyon tehlikesi yaratmazlar. Fakat değişik etmenler vasıtasıyla vücuda girdiklerinde çok tehlikeli olabilmektedirler [7].

Beta parçacıkları ise pozitif ve negatif yüklü elektronlardır. Beta parçacıkları alfa parçacıkları gibi belli bir yük veya kütleye sahip olduklarından madde içerisinden geçerken yolları üzerinde iyonlaşmaya sebep olurlar. Ancak bu iyonlaşma, alfa parçacıklarının oluşturduğu iyonlaşmadan çok daha az olup bu parçacıklar alfa

parçacıklarına göre daha hafif ve yüz kere daha giricidirler. Yine de bu parçacıklardan korunmalı ve korunmak için gerekli tedbirler alınmalıdır. Beta parçacıkları β simgesi ile gösterilir [7].

Gama ışınlarının ise esas kaynağı atomun çekirdeğidir. Bu ışınlar atom çekirdeğinin içinde bulunan enerji seviyelerindeki farklılıklardan meydana gelmektedirler. Çekirdek bir alfa veya bir beta parçacığı çıkarttıktan sonra genellikle kararlı bir durumda olmaz fakat içinde kalan ve fazla olan çekirdek enerjisi bir radyasyon halinde yayılır. Gama ışınları, beta ışınlarından daha yüksek enerjili ve dolayısıyla daha fazla vücudumuza zararlı ışınlardır. Gama ışınları γ simgesi ile sembolize edilmektedir. [7].

Doğal radyasyon kaynakları; radon, kozmik ışınlar, gama ışınları ve vücut içi ışınlama şeklinde sıralanabilir. Doğal radyasyon kaynaklarının dağılımı Şekil 2.'de görülmektedir [7].



Şekil 2. Doğal Radyasyon Kaynaklarının Dağılımı

Doğal radyasyonun bir kısmını dünya dışından gelen kozmik ışınlardan oluşmaktadır. Bu ışınların çok büyük bir kısmı atmosferde tutulmaktadır. Fakat ufak bir kısmı atmosferde tutulamazlar ve yerküreye ulaşabilirler. Kozmik ışınların kaynağı hakkında kesin bir bilgiye sahip değiliz. Çünkü bu ışınların kaynağını bir kısım bilim adamı yoğunluklu olarak kendi galaksimizden geldiğini düşünürken bir kısım bilim adamı bu ışınların galaksimizin dışından geldiğini savunmaktadır. Yalnız burada önemli olan bu kozmik ışınların nereden geldiği değildir. Kozmik radyasyonu arttıran nedenlerdir. Çünkü Güneş kozmik radyasyonu arttıran bir başka etmendir [8].

Gama radyasyonu kaynağı uranyum, toryum ve potasyum-40'tır. Uranyum nükleer özellik göstermede ve fisyon olayı ile yani ağır atomların parçalanması olayı ile enerji üretiminde kullanılmaktadır. 1828 yılında Jöns Jacob Berzelius tarafından keşfedilen ve periyodik tabloda aktinit serisinin ikinci üyesi olan toryum, yer kabuğunun % 0,0007'lik kısmını oluşturduğu görülmektedir. Potasyum doğada ^{39}K , ^{40}K , ^{41}K adlarında üç nükleotidin karışımı olarak bulunur. Bunların doğadaki bolluk oranları sırasıyla % 93.08, % 0.0118 ve % 6.91'dir. Bu üç izotoptan sadece ^{40}K radyoaktiftir [8].

Radon renksiz, kokusuz, tatsız, proton sayısı 86 olan soygaz özelliği gösteren bir elementtir. Kaya parçaları, toprak ve sulardaki doğal uranyumun radyoaktif bozunması sebebiyle oluşur. Bu yüzden radon daha çok bina yapı malzemelerinde bulunmaktadır [8].

Doğal radyasyona en büyük katkı doğada doğal olarak bulunan ^{238}U , ^{232}Th ile bunların bozunma ürünleri olan ^{226}Ra , ^{222}Rn , ^{235}U ve ^{40}K gibi radyoaktif elementlerden oluşmaktadır. Kozmik ışınların doğal radyasyona katkısı yükseklikle doğru orantılı olarak artmakta ve deniz seviyesinden yukarılara doğru çıkıldıkça belirli enlem değerlerine ulaştığında ise sabit olmaktadır [9].

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Materyal

Uşak ili ve çevresinde kullanılan yapı malzemelerinden alınan numunelerin, sahip oldukları doğal radyoaktivite değerlerinin belirlenmesi amacıyla bu çalışma yapılmıştır.

Doğal radyoaktivite değerlerinin belirlenmesinde en yaygın kullanılan yöntem Gama Spektroskopisi yöntemidir. Yapılan bu çalışmada bu yöntem kullanılarak numunelerin gama sayımları İstanbul Teknik Üniversitesi Enerji Enstitüsü'nde bulunan nötron aktivasyon analizi laboratuvarında hazırlanan numunelerin gama sayım çalışmaları yapılmış numunelerin doğal radyoaktivite değerleri hesaplanmıştır.

Yapılan araştırma için hazırlanan numuneler;

- Uşak ilinde faaliyet gösteren hazır beton santralinden beton üretiminde kullanılan tane çapı max. 16 mm olan agrega numunesi
- Uşak ilinde faaliyet gösteren hazır beton santralinden beton üretiminde kullanılan CEM I 42,5 özelliklerinde çimento numunesi
- Uşak ilinde faaliyet gösteren hazır beton santralinde üretilmiş C25 sınıfı 15x15x15 cm boyutlarında hazır beton numunesi
- Uşak ili Sivaslı ilçesinde bulunan kireç ocağında üretilmiş kireç numunesi
- Uşak ili İtecik tepesinden çıkarılan kaldırım kaplama taşı olarak kullanılan bazalt numunesi
- Uşak ili Karahallı ilçesinden çıkarılan mermer numunesi
- Uşak'a 123km. uzaklıkta bulunan Manisa ili Salihli ilçesinde üretilen tuğla ve kiremit numuneleri
- Uşak'a 123km. uzaklıkta bulunan Manisa ili Salihli ilçesinde üretilen bims blok numunesi
- Uşak'a 150km. uzaklıkta bulunan Manisa ili Gördes ilçesinde üretilen Zeolit numunesi
- Denizli ili Kocabaş İlçesinde çıkarılan merdiven imalatında kaplama taşı olarak kullanılan mermer numunesi
- Isparta ilinde çıkarılan gazbeton imalatında kullanılan pomza numunesi
- Uşak ili Bölme Mahallesinden alınan Toprak numunesi

Hazır beton, tuğla-kiremit, mermer, bazalt taşı, pomza, zeolit, bims blok numuneleri önce balyoz ve çekiç kullanılarak çeneli kırıcı makineye sığacak ebatlarda kırılmıştır. Çeneli kırıcıda kırılan numuneler 1 mm'lik elekten geçirilerek havayla teması kesilecek şekilde paketlenmiştir. Çimento numunesi tane çapı 6,5 – 90 mikron aralığında olduğundan bu numunenin elenmesine gerek görülmemiştir. Agrega ve kireç numuneleri de 1 mm'lik elekten geçirilerek sızdırmaz bir şekilde paketlenmiştir (Şekil 3). 226Ra ve ürün çekirdeği olan 222Rn arasındaki kalıcı dengeyi oluşturmak için numuneler 30 gün bekletilmiştir.

2.2. Metod

Alınan numunelerin deney düzeneğinde sayım yapılabilmesi için marinelli kaplara konulacak tane boyutlarında olmaları gerekmektedir. Türkiye Atom Enerjisi Kurumu'nun yapmış olduğu çalışmalarda da 1 mm'lik elek altında kalan tane çaplı numunelerin kullanıldığı bilindiğinden numuneler bu kriterde hazırlanmıştır.



Şekil 3. Hazırlanan Numuneler

Deney için hazırlanan numuneler 105°C'de 24 saat etüvde bekletilerek taneler arasındaki fiziksel nem kurutulmuştur. Kurutulan numuneler marinelli kabına konularak 68 mm uzunluklu, 61 mm çaplı göreceli verimi %40 olan HpGe dedektörüne yerleştirilerek gama sayımı başlatılmıştır. Sayım işlemi ortalama 1 gün sürmüştür. Elde edilen spektrumlar Genie-2000 programı yardımıyla radyonüklit konsantrasyonlarının belirlenebilmesi için veriler bilgisayara aktarılmış ve ölçümlerin tamamlanmasının dan sonra bilgisayar ortamında sağlamaları yapılarak aktivite konsantrasyonları bulunmuştur.

Radyonüklitlerin her bir enerji seviyesi için aktiviteleri dedektör verimi de hesaba katılarak Eşitlik 1 ile hesaplanmıştır.

$$A = \frac{\text{Net Alan}}{\text{Sayım Süresi} \times \text{Numune Miktarı} \times \text{Bolluk} \times \text{Verim}} \quad (1)$$

Radyum aktivitesi (A_{Ra}) için 603,9 keV, 1120 keV ve 1764,1 keV gama enerjilerine karşılık gelen aktivite değerleri ortalaması alınmıştır. Toryum aktivitesi (A_{Th}) için 911,2 keV gama enerjisine sahip aktivite değeri alınmıştır. Potasyum aktivitesi (A_K) için 1460,8 keV gama enerjisine sahip aktivite değeri alınmıştır. Hesaplanan Radyum (^{226}Ra), Toryum (^{232}Th) ve Potasyum (^{40}K) aktivite değerleri kullanılarak Eşitlik-2 ile eşdeğer radyum aktivitesi ($Ra_{eş}$) hesaplanmıştır [10].

$$Ra_{eş} = A_{Ra} + 1,43 \times A_{Th} + 0,077 \times A_K \quad (\text{Bq/kg}) \quad (2)$$

Avrupa Komisyonu tarafından 1999 yılında yayınlanan raporda tavsiye edilen binalarında kullanılmak amacıyla üretilen yapı malzemeleri için aktivite derişim indisi (I_γ) Eşitlik-3 ile hesaplanmıştır. Eşitlikten de anlaşılacağı üzere aktivite derişim indisi birimsiz bir büyüklüktür [10].

$$I_\gamma = \frac{A_{Ra}}{300 \text{ Bq/kg}} + \frac{A_{Th}}{200 \text{ Bq/kg}} + \frac{A_K}{3000 \text{ Bq/kg}} \quad (3)$$

Yapılan deneyle elde edilen gama sayımları sonucunda alınan spektrumlarda ^{238}U serisinin bozunma ürünü olan ^{214}Bi (603,9 – 1120 – 1764,1 keV), ^{208}Th serisinin bozunma ürünü olan ^{208}Ac (911,2 keV) ve ^{40}K (1460,8 keV) pikleri dikkate alınmıştır [9].

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Yapılan deneyle elde edilen gama sayımları sonucunda alınan spektrumlarda ^{238}U serisinin bozunma ürünü olan ^{214}Bi (603,9 – 1120 – 1764,1 keV), ^{208}Th serisinin bozunma ürünü olan ^{208}Ac (911,2 keV) ve ^{40}K (1460,8 keV) pikleri dikkate alınmıştır. Alınan numuneler Eşitlik 1, 2 ve 3 de verilen hesap esaslarına göre elde edilmiş sonuçları gama enerjilerine göre numuneler Tablo 1. ve numunelerin aktivite değerleri, eşdeğer radyum aktivite değerleri ve aktivite derişim indisi verileri ise Tablo 2.'de verilmiştir.

Tablo 1. Gama Enerjilerine Göre Bazı Numuneler

Gama En (keV)	Branching (Bolluk)	Efficiency (Verim)	BackGround (Hava Ortamı Alanları)	Agrega Alanı	Agrega Aktivite (Bq/kg)	Bazalt Alanı	Bazalt Aktivite (Bq/kg)
609,3	0,461	0,0344	5361	8202	3,2771	65407	87,4809169
1120,0	0,151	0,0147	2445	3042	4,9113	15193	132,4563503
1764,1	0,154	0,0200	3077	3428	2,0847	13845	80,77376206
911,2	0,258	0,0161	4030	3553	-2,1043	34095	167,5122271
1460,8	0,110	0,0168	33032	30719	-22,8699	131478	1229,395165
Gama En (keV)	Branching (Bolluk)	Efficiency (Verim)	BackGround (Hava Ortamı Alanları)	Bims Blok Alanı	Bims Blok Aktivite (Bq/kg)	Çimento Alanı	Çimento Aktivite (Bq/kg)
609,3	0,461	0,0344	5361	18347	20,0537	15002	12,3297073
1120,0	0,151	0,0147	2445	5091	29,1413	4219	16,1802708
1764,1	0,154	0,0200	3077	5229	17,1107	4654	10,3840889
911,2	0,258	0,0161	4030	9225	30,6803	6528	12,2174109
1460,8	0,110	0,0168	33032	72563	523,2634	40963	86,9406367
Gama En (keV)	Branching (Bolluk)	Efficiency (Verim)	BackGround (Hava Ortamı Alanları)	Hazır Beton Alanı	Hazır Beton Aktivite (Bq/kg)	Kireç Alanı	Kireç Aktivite (Bq/kg)
609,3	0,461	0,0344	5361	9479	5,3227	6259	1,529601475
1120,0	0,151	0,0147	2445	3349	8,3333	2428	-0,20651536
1764,1	0,154	0,0200	3077	3759	4,5388	3126	0,429738295
911,2	0,258	0,0161	4030	4325	1,4582	3696	-2,17572742
1460,8	0,110	0,0168	33032	33257	2,4928	31470	-22,8058975

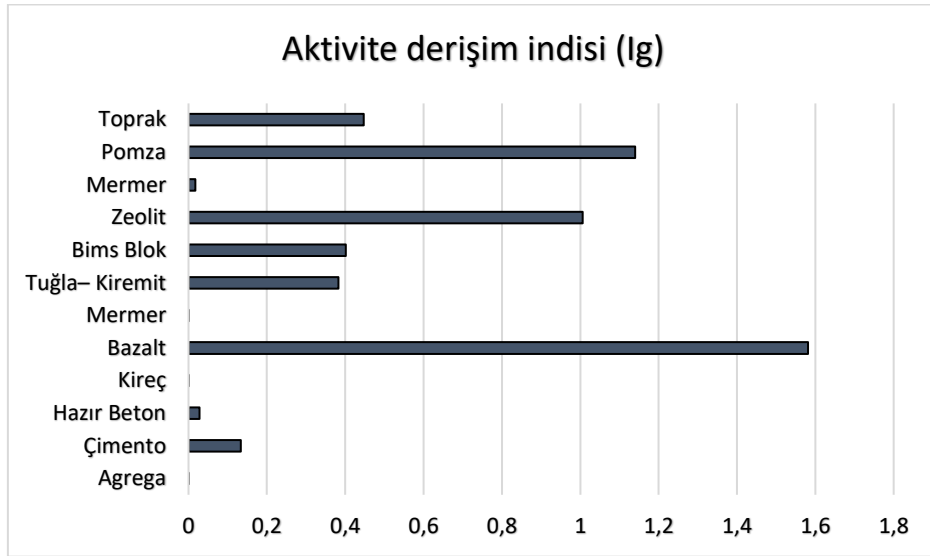
Gama En (keV)	Branching (Bolluk)	Efficiency (Verim)	BackGround (Hava Ortamı Alanları)	Mermer Alanı	Mermer Aktivite (Bq/kg)	Tuğla-Kiremit Alanı	Tuğla-Kiremit Aktivite (Bq/kg)
609,3	0,461	0,0344	5361	5418	0,0655	22324	25,4390927
1120,0	0,151	0,0147	2445	2142	-2,4849	5810	35,9903036
1764,1	0,154	0,0200	3077	2945	-0,7815	5862	21,5045409
911,2	0,258	0,0161	4030	3673	-1,5700	13694	55,4257958
1460,8	0,110	0,0168	33032	30260	-27,3230	72974	513,443836

Numuneler	Kütle (g)	Sayım süresi (sn)	Aktivite (A) (Bq/kg)			R _{aes} (Bq/kg)	Aktivite derişim indisi (I _v)
			²²⁶ Ra	²³² Th	⁴⁰ K		
Agrega	632	86455	3,42	-2,10	-22,87	-1,34	-0,0067
Çimento	570	86462	12,96	12,21	86,93	37,13	0,1332
Hazır Beton	564	86458	6,06	1,46	2,49	8,34	0,0283
Kireç	428	86454	0,58	-2,18	-22,80	-4,28	-0,0165
Bazalt	572	86523	100,24	167,48	1229,26	434,38	1,5812
Mermer	634	86541	-1,07	-1,57	-27,32	-5,42	-0,0205
Tuğla- Kiremit	486	86476	22,12	30,16	475,28	101,85	0,3829
Bims Blok	472	86471	22,10	30,67	523,21	106,25	0,4014
Zeolit	106,4	86542	50,20	112,70	826,70	217,726	1,0064
Mermer	161,02	86472	1,70	1,30	15	3,6745	0,0172
Pomza	54,25	86468	87,30	97,90	1077,5	235,593	1,1397
Toprak	117,82	86453	28,70	33,90	547,4	81,391	0,4476

Birleşmiş Milletler Atomik Radyasyonun Etkileri Bilimsel Komitesi raporunda, yer kabuğundaki Radyum (²²⁶Ra), Toryum (²³²Th) ve Potasyum (⁴⁰K) aktivite değerleri dünya ortalaması sırasıyla 32, 45 ve 420 Bq/kg olarak verilmiştir (Taek, 2008). Elde ettiğimiz sonuçlar Çizelge 1.'de verilmiştir. Bu bilgiler ışığında numuneleri incelendiğinde bazalt numunesinin Radyum (²²⁶Ra), Toryum (²³²Th) ve Potasyum (⁴⁰K) aktivite değerleri dünya ortalamalarının oldukça üzerinde olduğu görülmüştür. Tuğla-kiremit ve bims blok numunelerinde Potasyum (⁴⁰K) aktivite değerleri dünya ortalamalarının üzerinde olduğu görülmüştür. Diğer numunelerin dünya ortalamalarının altında değerler elde edildiği; agrega, kireç ve mermer numunelerinin negatif değerleri dikkat çekici sonuçlardandır [11].

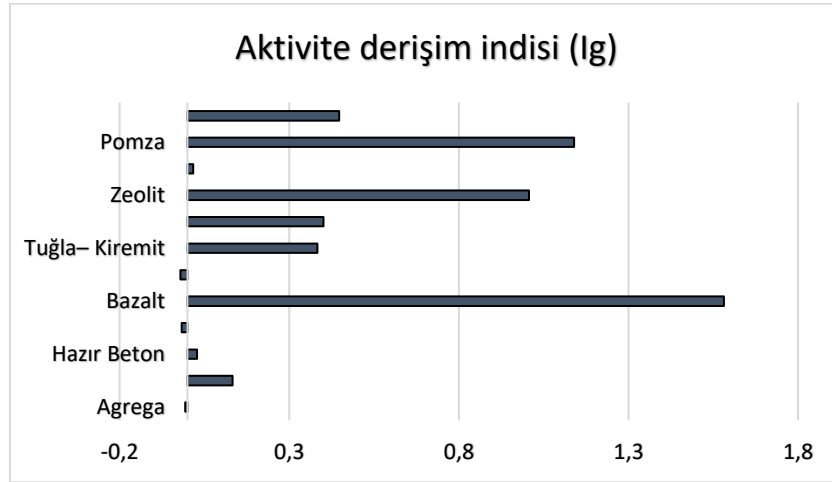
Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü-Nükleer Enerji Ajansı tarafından 1979 yılında hazırlanan raporda, binalarında kullanılmak amacı ile üretilen yapı malzemeleri için aktivite derişim indisi yönelik olarak eşdeğer radyum aktivitesi (R_{aes}) 370 Bq/kg müsaade edilen maksimum değer olduğu düşünülmüştür. [12].

Bu bilgi doğrultusunda elde ettiğimiz sonuçlar incelendiğinde bazalt numunesi müsaade edilen en büyük değer % 17,4 daha fazla eşdeğer radyum aktivitesi değerine sahip olduğu görülmektedir (Şekil 4). Ayrıca agrega, kireç ve mermer numunelerin negatif sonuçlar verdiği görülmektedir.



Şekil 4. Numunelerin Eşdeğer Radyum Aktivitesi

Avrupa Komisyonu tarafından 1999 yılında yayımlanan raporda, tavsiye edilen aktivite derişim indisi (I_γ) değeri $I_\gamma \leq 1$ olduğu durumlarda, yapı malzemesi herhangi bir kısıtlama olmadan kullanılabilceği söylenmektedir [8]. Bu bilgi doğrultusunda elde ettiğimiz sonuçlar Tablo 2.'de incelendiğinde bazalt numunesinin tavsiye edilen değerden % 58,12 daha büyük bir değeri olduğu görülmektedir. Ayrıca agrega, kireç ve mermer numunelerin negatif sonuç verdiği de görülmektedir (Şekil 5).



Şekil 5. Numunelerin Aktivite Derişim İndisi

4. SONUÇLAR

Sonuçlar incelendiğinde hazır beton ürünü ve bu ürünün bileşenleri agrega ve çimento numuneleri kendi aralarında değerlendirildiğinde hazır beton numunesi sonuçları agrega ile çimento numuneleri sonuçlarının arasında bir değer çıktığı görülmektedir. Hazır betonun yaklaşık %70-80 agregadan oluştuğu bilinmektedir. Buradan hareketle hazır beton numunesi sonuçlarının agrega numunesi sonuçlarına daha yakın çıkması beklenen bir durumdur.

Agrega, mermer ve kireç numunelerinin negatif sonuçlarından özellikle mermer ve kireç numunelerinin birer zırlı görevi gördükleri yorumu yapılabilir. Çünkü Aktivite hesabındaki net alan değeri negatif sonuçlar vermektedir. Yani dedektörün boşta hava ortamında yakaladığı gama enerjileri sayısı numune yerleştirdikten sonra daha az gama enerji sayısı yakalamış olduğunu göstermektedir. Bu çalışmada yapı malzemesi olarak incelense de radyoaktif zırlama ihtiyacı duyulan yerlerde kullanılabilirliği konusunda ayrıca çalışmalar yapılması gerektiği düşünülmektedir.

Yapı malzemelerinden tuğla, pomzadan yapılan gazbeton ve bims blok ürünlerinin rekabet içerisinde oldukları bilinmektedir. Mekanik, fiziksel veya kimyasal özellikleri bakımından birbirlerine karşı avantajlı ve dezavantajlı özellikleri vardır. Yapılan analiz sonuçları incelendiğinde tuğla – kiremit ürünlerin bims ve pomza blok ürünlerine göre eşdeğer radyum aktivitesi ($R_{e\gamma}$) değeri daha az olduğu görülmektedir. Aktivite derişim indisi (I_γ) değerleri incelendiğinde tuğla – kiremit ürünlerin bims ve pomza blok ürünlerine göre daha düşük değere sahip oldukları görülmektedir. Tuğla – kiremit ürünlerinin bims ve pomza blok ürünlerine göre radyoaktivite yönünden daha iyi olduğu yorumu yapılabilir olsa da bims ürünü arasındaki radyoaktivite farklarının kayda değer bir fark oluşturmadığı fakat pomzaya göre her iki ürün arasında çok fark olduğu görülmektedir.

Zeolit ise yapı malzemesi açısından çok kullanılmaması yapı söktörü için sorun yaratmamaktadır. Bazalt numunesi yer kabuğu ortalama Radyum (^{226}Ra), Toryum (^{232}Th) ve Potasyum (^{40}K) aktivite değerleri, eşdeğer radyum aktivitesi ($R_{e\gamma}$) ve aktivite derişim indisi (I_γ) sonuçları belirlenen sınır değerlerin üzerinde çıktığı tespit edilmiştir. Bu sonuçların bazalt madenin volkanik kayacın olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Volkanik hareketler neticesinde bazalt kayacı içerisinde magmadan lavlarla taşınarak gelen yüksek miktarlarda radyoaktif element bulunması kaçınılmazdır.

Edinilen bilgiye göre Uşak Belediyesi bünyesinde kurulan Uşak Taş İşletmeleri A.Ş. tarafından kaldırım kaplamalarında bazalt madeni kullanılmaktadır. Yapılan ya da yapılacak cadde ve sokak kaldırım kaplamalarının tüm şehir için düşünüldüğünde oldukça büyük metrekare alanlar olduğu açıktır. Doğal radyoaktivite değeri yüksek bir malzeme ile bu alanları kaplamanın doğuracağı tehlikeleri göz ardı edemeyiz. Özellikle şehir merkezinde insan nüfusunun yoğun olduğu yerlerde kaldırım yapıyor olması bu malzeme ile insanların sürekli aynı ortamda olacakları düşünüldüğünde bu konuda daha detaylı analizler ve çalışmalar yapılarak gerekli önlemler alınmalıdır.

KAYNAKLAR

1. Gönen E., Edirne İlinin Çevresel Radyoaktivitesinin Belirlenmesi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Fizik Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, pp. 68, 2012.
2. Higgy, R.H., El-Tahawy, M.S., Abdel-Fattah, A.T., and AlAkabawy, U.A., Radionuclide content of building materials and associated gamma dose rates in Egyptian dwellings. Journal of Environmental Radioactivity, pp. 253-261, 2000.
3. Yaramış B., Nükleer Fizik cilt 1, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi, İstanbul. Sf: 233, 1995.
4. Kınacı S. R., Çekirdek Işımaları ve İzotoplar, Radyoizotop Araştırma Merkezi Yayınları, İzmir, 1970.
5. Krane K. S., Nükleer Fizik, Palme Yayıncılık Cilt 1, Ankara, 2001.
6. Yaramış B., Neutron Fiziği, İstanbul Üniversitesi Yayınları, İstanbul, 1979.
7. Turhan Ş., Yücel, B., Acar B., B., Gökeri, G., Arıkan İ., H., Türkiye’de Kullanılan Yapı Malzemelerindeki Doğal Radyoaktiviteden Kaynaklanan Radyasyon Dozunun Değerlendirilmesi, Türkiye Atom Enerjisi Kurumu, 2008-7, Ankara, 2009.
8. Walley El-Dine, N., El-Shershaby, A., Ahmed, F., and AbdelHaleem, A.S., Measurement of radioactivity and radon exhalation rate in different kinds of marbles and granites. Applied Radiation and Isotopes, 55, p. 853–860, 2001.
9. Unsear, United Nations Scientific Committee on the Effect of Atomic Radiation to the General Assembly, Sources, Effects and Risk of Ionizing Radiation, United Nations, New York, USA, 2000.
10. Kaya S., Karabıdak S. Mustafa, Çevik U., “Gümüşhane İli Çevresinde Toplanan Toprak ve Karayosunu Örneklerinde Doğal (^{226}Ra , ^{232}Th ve ^{40}K) ve Yapay (^{137}Cs) Radyoaktivite Konsantrasyonlarının Belirlenmesi” Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, pp. 24-33, 2015.
11. Unsear, United Nations Scientific Committee on the Effect of Atomic Radiation to the Genral Assembly, Sour-ces, Effects and Risk of Ionizing Radiation, United Nations, New York, USA, 2000.
12. Oecd-nea, Exposure to Radiation From the Natural Radioactivity in Building Materials, 1979.

PROCEEDINGS BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

**SPOR SAHALARI DRENAJININ HİDROLOJİK AÇIDAN DEĞERLENDİRİLMESİ
HYDROLOGICAL EVALUATION OF SPORTS FIELDS DRAINAGE****Erdal KESGİN**

Yıldız Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, ORCID No: 0000-0002-9441-5359

Kadir GEZİCİ

Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Hidrolik Anabilim Dalı, ORCID No: 0000-0001-6349-8262

Hayrullah AĞAÇCIOĞLU

Yıldız Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, ORCID No: 0000-0002-1860-9848

ÖZET

Dünya genelinde sosyal ve ekonomik anlamda uluslararası öneme sahip spor etkinlikleri büyük kitlelerin ilgisini çekmektedir. Milyonlarca insan birçok farklı spor organizasyonunu takip etmekte ve bu tür etkinlikler spor organizasyonu olmasının yanı sıra düzenlendiği ülke veya bölge için ekonomik, kültürel ve sosyal anlamda da büyük bir fırsat oluşturmaktadır. Özellikle futbol gibi tüm dünya genelinde ilgi gören spor etkinlikleri çim sahalarda düzenlenmekte ve çim sahaların farklı yağmur şiddetlerinde yeterince hızlı ve etkin bir biçimde drenajını sağlayacak olan tekniklerin araştırılması bir mühendislik projesi olarak karşımıza çıkmaktadır. Küresel iklim değişikliğinin de mevcut etkisiyle beraber şiddetli yağışların daha sık ve kısa süreli oluşması, özellikle son zamanlarda birçok spor organizasyonunun iptaline veya ertelenmesine neden olmuş, birçok insan ve kurum bu durumdan dolayı olumsuz etkilenerek büyük miktarda maddi kayıplara uğramıştır. Bu çalışma kapsamında spor sahaları drenajı hidrolojik açıdan değerlendirilmiş olup, Türkiye şartlarında farklı drenaj kesitlerinin hidrolojik açıdan ve drenaj açısından uygunluğu tasarlanmış bir yağış simülatorü kullanılarak araştırılmıştır. Çalışma kapsamında farklı tasarım yağış hyetografları oluşturabilen bir yağmur simülatorü ve drenaj kesitlerinin yerleştirildiği drenaj tankını içeren deney düzeneği geliştirilmiştir. Yapılan çalışmalar ile spor sahası drenaj kesitlerinde yağış-drenaj ilişkisinin kurulması hedeflenmiştir. Doğal yağmurun laboratuvar koşullarında oluşturulması ve elde edilen 100 yıllık tasarım hyetograflarının deney sistemine uygulanması konusunda başarılı sonuçlar elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Spor Sahası, Drenaj, Hidroloji, Yağmur Simülatorü, Hyetograf**ABSTRACT**

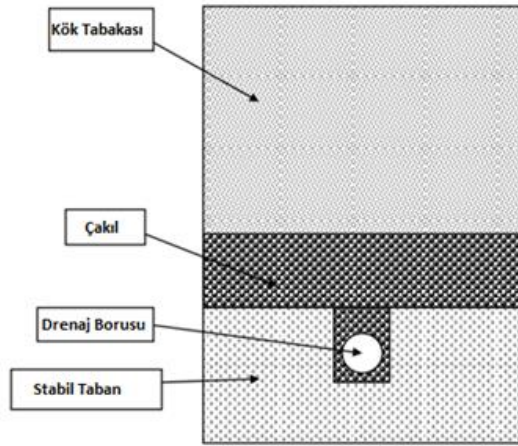
The global sport organizations have remarkable effects on social, cultural and economic fields of people all over the world. These organizations are significant events that come thousands of people together as part of the most known social activities. The drainage of sports fields under various rainfall conditions in terms of duration and intensity of rainfall during the sports organization is very crucial engineering issue that was investigated within the scope of this study. Many global sports organizations were canceled, especially due to insufficient and dysfunctional drainage that was not drained quickly enough from the field surfaces. In present study, the drainage of sports field was evaluated in terms of hydrological perspectives and was investigated the relationship between precipitation and drainage with considering different drainage sections and different meteorological conditions in Turkey. An experimental setup was developed that it consists of two main components: the rainfall simulator which comprises of downward-oriented spraying nozzle systems fixed on main frame and the drainage tank which includes two identical compartments. In brief, this study aimed to determine the relation between rainfall and drainage by developing a new methodology that natural-like rainfall was successfully simulated and obtained design hyetographs were applied to different drainage sections.

Keywords: Sports Field, Drainage, Hydrology, Rainfall Simulator, Hyetograph

1.GİRİŞ

Spor aktiviteleri dünya genelinde çok fazla insan tarafından takip edilmektedir. Sosyal ve ekonomik anlamda uluslararası büyük önem taşıyan bu tür organizasyonların kalitesinin mühendislik açısından da mutlaka incelenmesi hem sporcu sağlığı hem de organizasyonun kalitesi açısından büyük önem taşımaktadır. Ayrıca, futbolun günümüzde yapılan spor dalları arasındaki önemi ve yeri tartışılmazdır.

Spor dalları arasında futbol, kendisini takip eden kitleler ve meydana getirdiği ekonomik pazar bakımından en popüler olanıdır. Günümüzde futbol, milyarlarca kişi tarafından takip edilmekte ve dünyanın önde gelen şirketleri futbol organizasyonlarına maddi anlamda destek olmaktadır. Spor organizasyonlarının özellikle de futbolun, bu kadar önem taşıdığı günümüz koşullarında oyun kalitesinin de mutlaka çok iyi olması gerekmektedir. Oyun kalitesini doğrudan etkileyen en önemli nedenlerden biri de oyun yüzeylerinin ve zeminlerinin kaliteli, sürekli oynanabilir ve sporcu açısından sağlıklı olmasıdır. Farklı meteorolojik koşullarda futbol zeminleri iyi bir şekilde çalışabilmeli, en üst tabakadan (çim) en alt tabakaya kadar (çakıl) bir uyum içerisinde olmalı ve mühendislik açısından bir sorun çıkarmamalıdır. Herhangi bir problem ve sıkıntı durumunda bu tür organizasyonlar iptal edilmekte ya da kalitesiz bir zemin üzerinde hem sporcular hem de izleyiciler açısından kalitesiz ve sağlıksız koşullar oluşturmaktadır. Bu durum göstermektedir ki, spor sahalarında drenaj problemi birçok konuyu ve disiplini içine alan önemli bir mühendislik problemidir. Spor sahaları drenajı temel olarak, her türlü meteorolojik koşullarda zemine düşen suyun hızlı bir şekilde yüzeyde birikmeden uzaklaştırılmasıdır. Suyun yüzeyde yaklaşık 15-20 dakika birikmesi, oyunun genel olarak tehir edilmesine neden olmaktadır. Suyun saha yüzeyine düştükten sonra dren borularına hızlı bir şekilde ulaşması bu çalışmanın motivasyon kaynağıdır. Çalışma kapsamında, spor sahaları drenajı hidrolojik olarak incelenmiştir. Drenaj kesitleri genel olarak USGA (United States Golf Association, ,1993) tarafından önerilen kesit temel alınarak oluşturulmaktadır. USGA (1993) tarafından verilen kesit Şekil 1'de görülmektedir. Bu drenaj çeşidi çakıl drenajı olarak da bilinmektedir (gravel drainage). Bu kesitler sadece futbol sahası için kullanılmamakla beraber özellikle golf sahaları için de tercih edilmektedir.

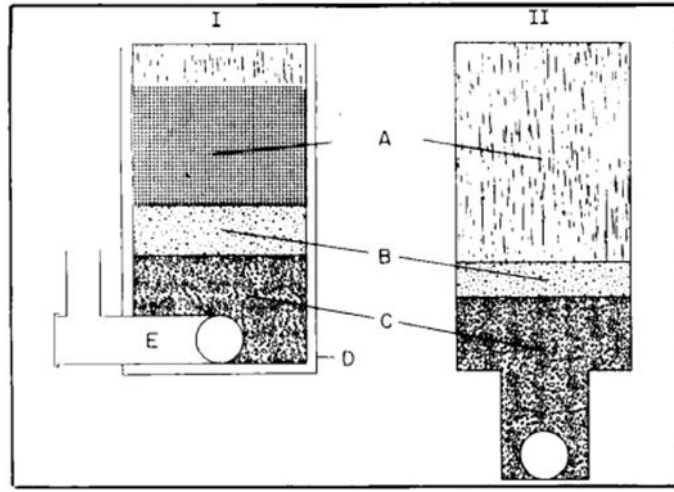


Şekil 1. USGA Drenaj Profili (1993)

En üst tabaka kök tabakası olup, saha yüzeyindeki çimin sağlıklı bir şekilde büyüyüp köklenebilmesi için gerekli tabakadır. Drenaj açısından en önemli tabakadır. İçerisinde büyük çoğunlukla ince kum olmakla beraber, çim için gerekli organik ve inorganik maddeleri içermektedir. USGA (1993) profile göre ikinci tabaka çakıl tabakasıdır. Bu tabaka suyu hızlı bir şekilde dren borularına ileten tabaka olarak ifade edilir.

Şekil 1'de USGA (1993) tarafından önerilen bu kesit çok genel anlamda futbol sahaları için kullanılmakla beraber, özellikle Şekil 2'de verilen, Adams vd. (1971) tarafından önerilen drenaj kesitleri de kullanılmaktadır. Bu kesitler 3 tabakalı drenaj kesitleri olarak bilinmektedir. Kök tabakası ve çakıl tabakasına ek olarak orta (kör) tabaka bulunmaktadır. Bu tabaka suyun hareketini önemli ölçüde düzenleyici etkiye sahiptir. Bu durum, spor sahaları drenajının suyu hızlı bir şekilde dren borularına ulaştırmanın yanı sıra kök tabakasında çimin gelişmesi için gerekli miktarda suya ulaşabilmesi açısından da optimum koşulları oluşturmasını kapsamaktadır. Bütüncül bir bakış açısı ile değerlendirildiğinde spor sahaları drenajı konusu suyun hareketinin hidrolik ve hidrolojik kapsamda doğru koşullar altında analizini kapsamaktadır. Drenaj kesitini oluşturan

tabakalardaki malzeme gradasyonu, çeşidi, kalınlığı ve bunların beraber çalışma kapasitesi bu çalışma kapsamında analizinin yapılması planlanmaktadır.



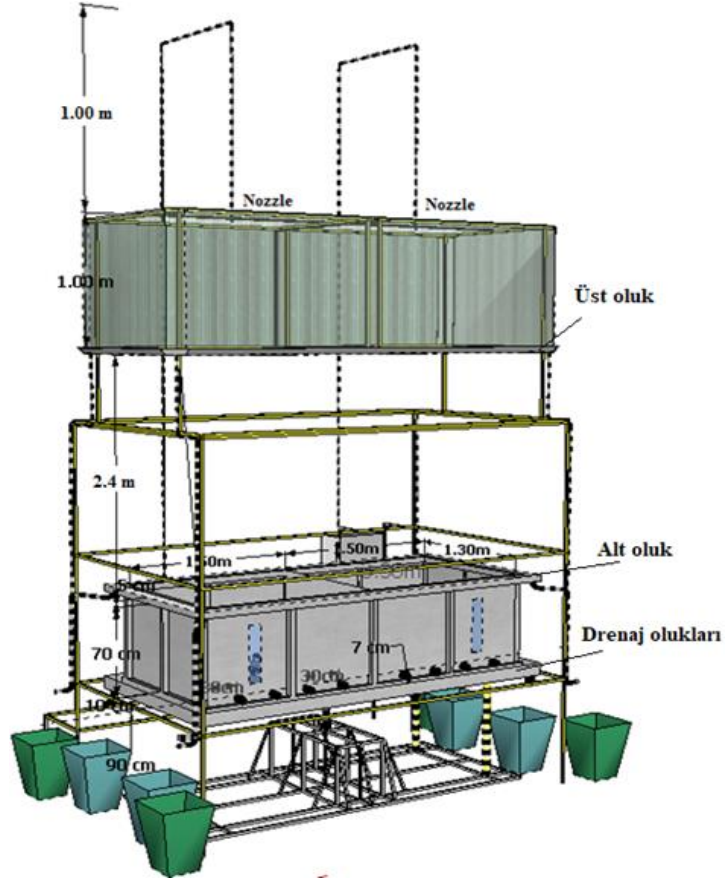
Şekil 2. Üç Tabakalı Drenaj Sistemi. A:Kök Tabakası, B: Orta Tabaka (Kör Tabaka), C: Geçirimli Çakıl Tabaka, D:Kaplama, E: Dren Borusu (Adams vd.,1971)

Spor sahalarında kullanılan drenaj kesiti açısından en önemli noktalardan biri kök tabakasıdır. Kök tabakasının içeriğinin belirlenmesi, fiziksel özelliklerinin incelenmesi ile ilgili birçok çalışma mevcuttur. Taylor vd. (1993, 1997) yaptıkları çalışmada, drenaj sonrası kök tabakasında meydana gelecek gerilme ile ilgili su dağılımını, farklı kök tabakası koşullarında araştırmışlardır. Çalışmada drenaj profilinde önemli bir yer teşkil eden kök (vegetasyon) tabakasındaki su muhtevasının değişimi incelenmiştir. Kaba daneli ve ince daneli kum tabakaları için değişik organik madde karışımları kullanarak su muhtevasının 24 ve 48 saatlik değerleri araştırılmış ve yüzeyden itibaren su derinliğine göre su muhtevası grafikleri oluşturulmuştur. 1998 ve 1999 yılında Michigan State Üniversitesinde yapılan çalışmaya göre kum yoğunluklu kök tabakaların %10'dan fazla kil ve silt karışımı içermesi drenaj açısından olumsuzluk oluşturmaktadır. Henderson vd. (2005)'nin yaptığı çalışmaya göre iyi bir spor saha drenajı için gerekli olan 152.4 - 162.6 mm/sa sızma hızı ancak %10 ve daha az karışım içermesi durumunda meydana gelecektir (Henderson vd., 2005). Aynı çalışmaya göre, kök tabakalarının çok fazla kum içermesi hem spor saha yüzeyi stabilitesi hem de çim tabakası beslenmesi için yetersiz su tutma kapasitesi yüzünden önerilmemiştir (Henderson vd., 2005).

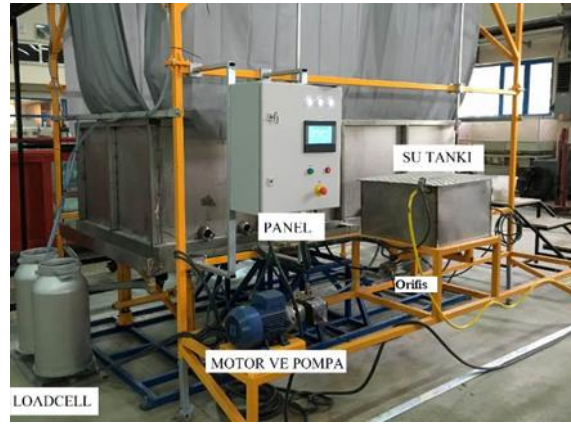
Bu çalışma kapsamında kök tabakası literatür çalışmaları da göz önüne alınarak %10 kil, silt ve organik karışım ile %90 ince kum olarak seçilmiştir. Kök tabakasının muhtevası çalışma kapsamında değiştirilmemiş, tabaka kalınlığı değiştirilmiştir. Orta tabaka gradasyonu, kalınlığı farklı değerler alınarak değerlendirilmiştir.

2. DENEY SİSTEMİ

Çalışma kapsamında yağmurlama deney sistemi ve drenaj tankları adını verdiğimiz yeni bir deney sistemi geliştirilmiştir. Deney sistemi önemli bir araştırma sürecinden sonra üretilmiş olup, drenaj tankları, yağmurlama sistemi, motor, pompa ve su tankı elemanlarından oluşmaktadır. Sistem öncelikle doğal yağmuru başarılı bir şekilde simule edildiği nozul adı verilen püskürtücülerle birlikte, püskürtücülerden çıkan suyun belli bir alan dışına çıkmasına müsaade etmeyen üst perdeler ve bu perdelerle çarpan suyu toplayan üst olukları içeren yağmurlama sistemini içermektedir (Şekil 3). Yağmur şeklini alan suyun, drenaj tankının içine yerleştirilen farklı drenaj tabakalarına düştükten sonra suyun belli zaman aralıklarında ölçüldüğü dren olukları ve alt olukları içeren drenaj tankları ve tüm sistemde suyun hareketini kontrol eden pompa ve motor sistemini kapsamaktadır (Şekil 4). Drenaj olukları yardımıyla toplanan sular belli aralıklarla ölçülerek her bir kesit ve yağış için çıkış hidrografları elde edilmektedir (Şekil 5). Sistemin detaylı analizi, sistem ekipmanlarının çalışma prensibi ve doğal yağmuru laboratuvar şartlarında simule edilme süreci ile ilgili detaylar Kesgin vd. (2018) ve Kesgin vd. (2020) çalışmalarında bulunabilir.



Şekil 3. Deney Sisteminin Görünümü



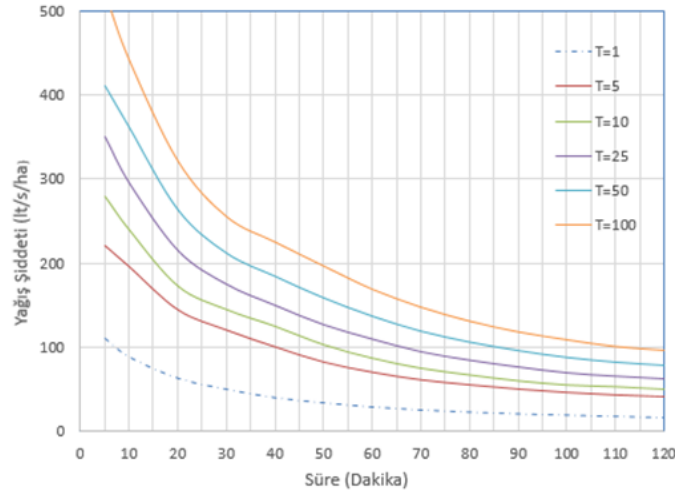
Şekil 4. Deney Sistemi Ekipmanları



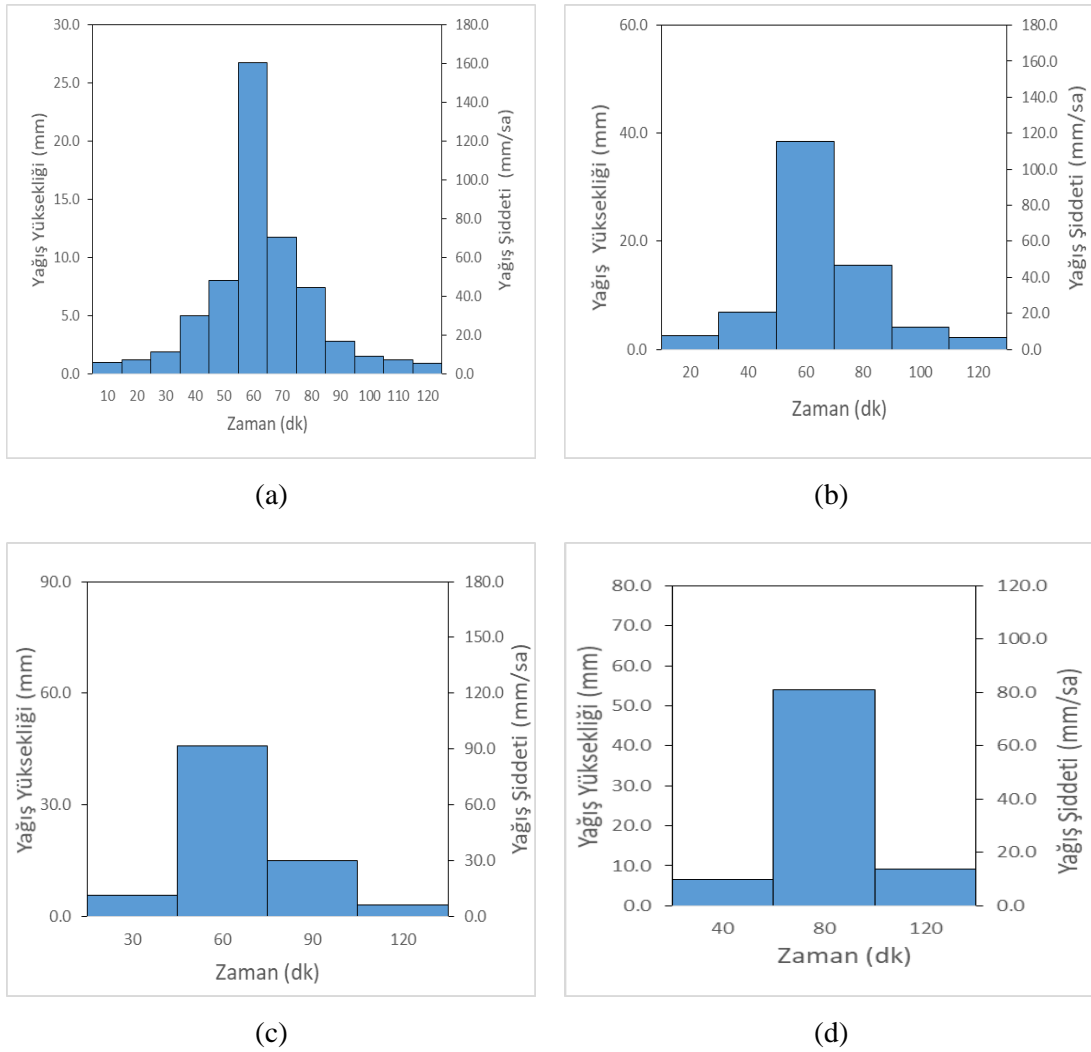
Şekil 5. Deney Sisteminde Suyun Oluklar Yardımıyla Toplanması

3. HİDROLOJİK ANALİZ

Drenaj ve yağmurlama deney sistemi için uygun yağmur şiddetlerinin belirlenmesi büyük öneme sahiptir. Çalışmanın çıkış noktası olan Galatasaray TT Arena stadı ve ona yakın olan Beşiktaş Vodafone Park stadını içine alan bölgede Sarıyer Meteoroloji İstasyonu tüm bölgedeki meteorolojik şartları temsil ettiğinden dolayı tercih edilmiştir. Çalışma kapsamında kullanılacak yağışların hidrolojik analizi ve yağış hiyetograflarının belirlenmesi için, öncelikle İstanbul Sarıyer Meteoroloji İstasyonu'na ait 100 yıl tekerrürlü yağışlar incelenmiştir. Şekil 6'da Sarıyer istasyonuna ait farklı tekerrürlerdeki (T) Süre-Şiddet-Tekerrür eğrileri verilmiştir. Deneylerde kullanılacak hiyetograflar Alternatif Blok Metodu kullanılarak elde edilmiştir (Chow, vd., 1988). Hiyetografların elde edilmesine ait detaylar Kesgin vd.,'nin çalışmasında bulunabilir. (2018).



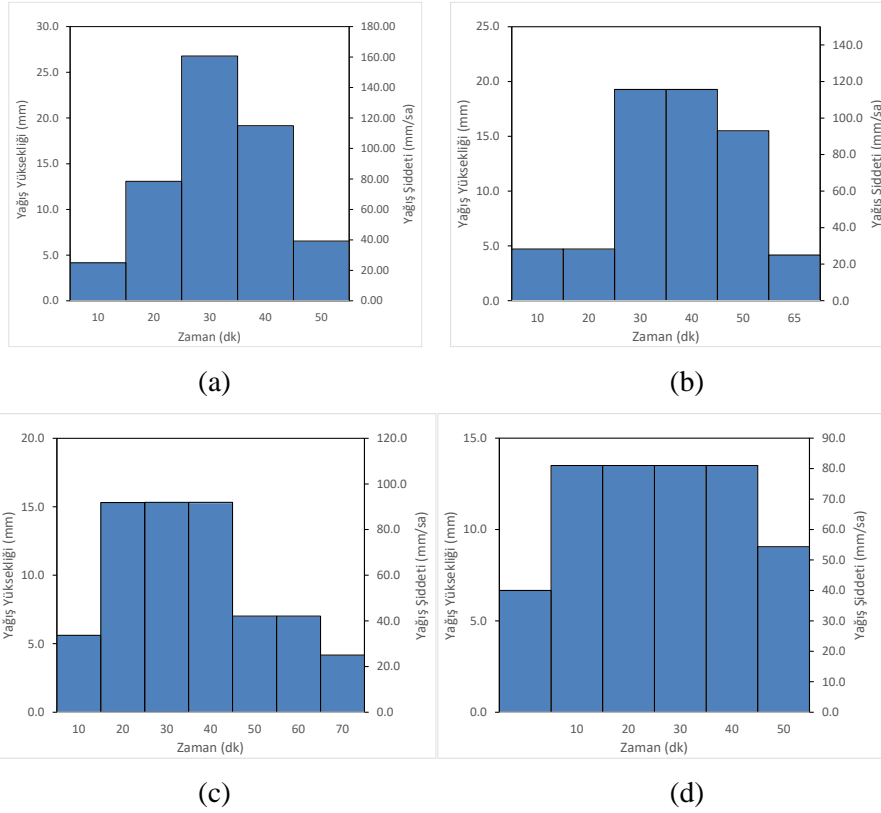
Şekil 6. Sarıyer Meteoroloji İstasyonuna ait Süre-Şiddet-Frekans Eğrileri



Şekil 7. Sarıyer Meteoroloji İstasyonuna ait Süre-Şiddet-Frekans Eğrileri Kullanılarak Elde Edilen 100-Yıl Tekerrürlü farklı Zaman Aralıklı Hiyetograflar: a)10 dk. b) 20 dk. c) 30dk., d) 40 dk.

Çalışma kapsamında, deneyler tek nozul (püskürtücü) kullanılarak yapılmıştır. Püskürtücünün yağış üretebilme kapasitesi 25.7 mm/sa-266.6 mm/sa arasındadır (Kesgin vd., 2018). Bu durumdan dolayı Şekil 7’de verilen, Sarıyer Meteoroloji İstasyonu Süre-Şiddet-Tekerrür eğrilerine göre belirlenen farklı tekerrür ve farklı zaman aralığındaki hiyetografların deney sistemine uygun hale getirilmesi amacıyla yeni hiyetograflar (Deneye Uygulanabilir Eşdeğer Hiyetograf (DUEH)) türetilmiştir. Deney sistemindeki sistem elemanlarının belli çalışma aralığında olması sonucu DUEH’ların oluşturulma zorunluluğu ortaya çıkarmıştır. Özellikle kullanılan püskürtücüler belli yağış şiddeti aralığında püskürtme yaptığından dolayı Süre-Şiddet-Tekerrür eğrileri kullanılarak elde edilen hiyetograflar belli koşullar altında revize edilmiş, deney sistemine uygun DUEH’lar oluşturulmuştur. Literatürdeki çalışmalar da göz önüne alındığında bu kadar geniş aralıklı yağış şiddeti oluşturularak yapılan çalışma bulunmamaktadır. Erozyon çalışmalarında yağış şiddeti genelde 100 mm/sa’ den büyük olmakla beraber çok az sayıda çalışma 50 mm/sa altında yağışları kullanarak doğal yağmuru laboratuvar şartlarında simülasyonunu gerçekleştirmiştir.

Yapılan çalışma ile simüle edilen minimum yağış şiddeti yaklaşık 25 mm/sa iken maksimum yağış şiddeti ise 266.6 mm/sa’dır. DUEH’ların oluşturulmasındaki asıl amaç, alternatif blok yöntemi ile elde edilen hiyetograf modelinden (ortada maksimum yağış, sonra yağışlarının sağ ve sol taraflarda azalarak devam etmesi) vazgeçmeden, hiyetograflarda bulunan 25 mm/sa’dan küçük şiddetteki yağışların püskürtücü tarafından püskürtülebilir duruma getirilebilmesidir. Hiyetograflardaki maksimum yağış şiddeti ve zamanı sabit kalmak koşulu ile DUEH’lar elde edilmiştir. Asıl hiyetograf mantığından vazgeçilmemiş, sadece 25 mm/sa’dan küçük yağışlar sisteme uygun hale getirilmiştir. Şekil 8’de elde edilmiş deneye uygun eşdeğer hiyetograflar gösterilmiştir.

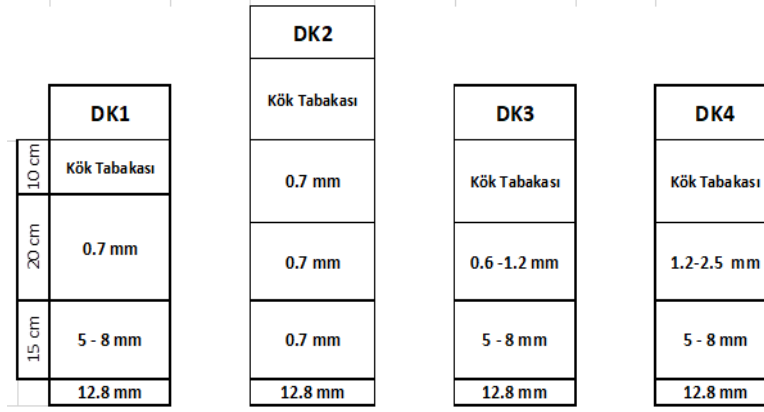


Şekil 8. Deneye Uygun Eşdeğere Hiyetograflar: a)DUEH1 b) DUEH2, c) DUEH3, d) DUEH4

4. DENEY METEDOLOJİSİ

Çalışma kapsamında hazırlanan deney sisteminde hem yağmurlama açısından hem de farklı drenaj kesitlerinin denenebilmesi açısından özgün bir değere sahiptir. Spor sahalarının drenajı birçok disiplini ve konuyu içerisine alan kapsamlı bir çalışma sistematiğini barındırmaktadır. Özellikle su-zemin etkileşimi ve bunların akım özellikleri, drenaj ve hidroloji arasındaki ilişki (Yağış-Debi ilişkisi), malzemelerin doygun ve doygun olmayan akım içerisindeki davranışları gibi farklı disiplin ve konular detaylı bir şekilde analiz edilmesi gerekmektedir. TÜBİTAK tarafından desteklenen 214M616 no'lu proje kapsamında tüm analizler detaylı olarak yapılmış, farklı konular araştırılmıştır. Bu çalışma kapsamında ise deney sistematiği sadece hidrolojik açıdan değerlendirmiştir.

Çalışma kapsamında dört farklı drenaj kesiti oluşturulmuştur. Kök tabakalarında kullanılan malzeme gradasyonu ve çeşidi tüm kesitlerde aynıdır. Kök tabasında %90 ince kum ($d_{50}=0.7$ mm) ve %10 kil, silt ve organik malzemeden oluşmaktadır. DK1'de 10 cm kök tabakası kullanırken 20 cm orta tabaka kullanılmıştır. DK2'de 15 cm kök tabakası ve 45 cm orta (kum) tabakası kullanılmıştır. DK3 ve DK4'de tüm tabakalar 15 cm kalınlığında olup kullanılan malzemeler Şekil 9'da detaylı gösterilmiştir. Ayrıca yapılan deneyler çim kullanılmadan yapılmıştır. Çimin, laboratuvar şartlarındaki kök gelişimi davranışının deney sonuçlarının değiştireceğinden (tıkanma problemi) dolayı kesitler bu durum gözetilerek hazırlanmıştır.

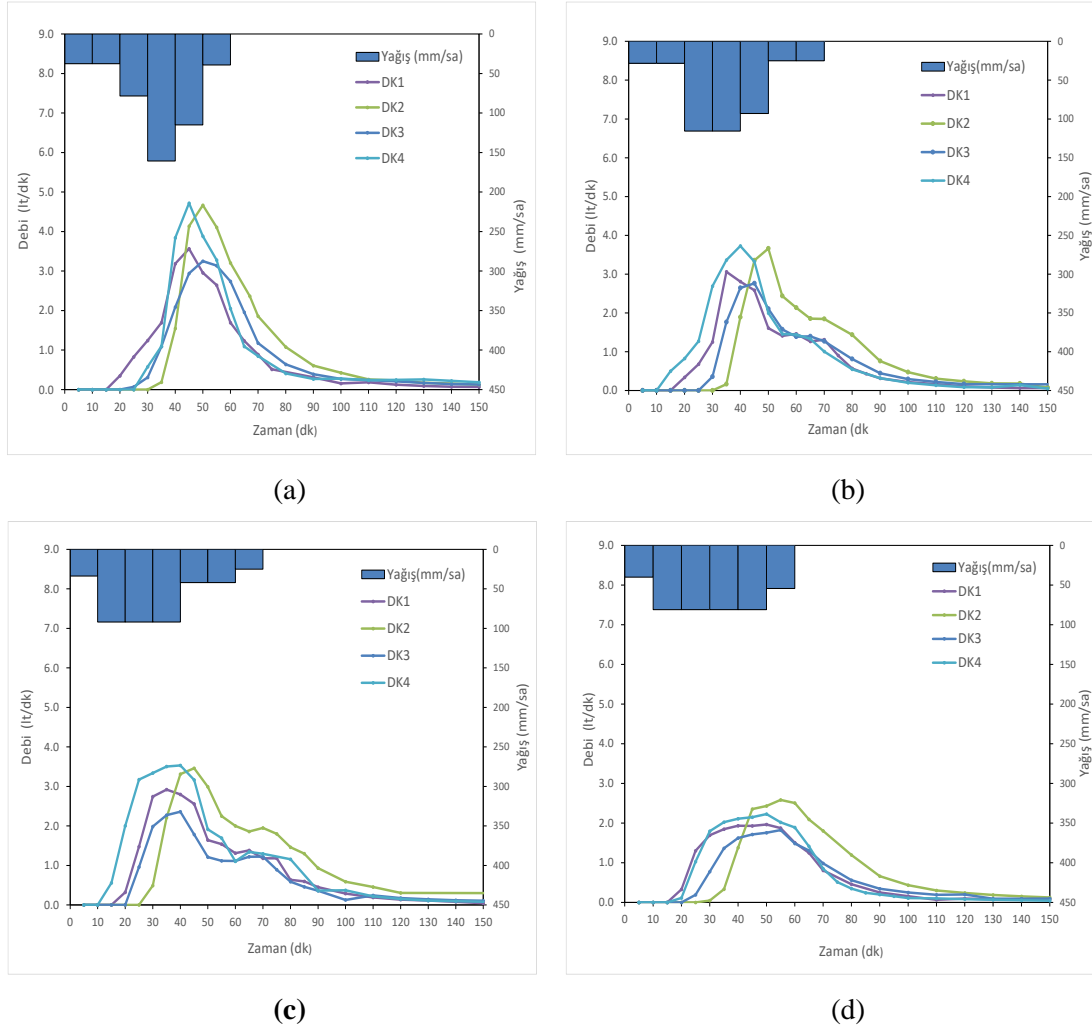


Şekil 9. Deneylerde Kullanılan Farklı Drenaj Kesitleri (DK: Drenaj Kesiti)

5. DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Spor sahalarının drenajının hidrolojik olarak araştırılması kapsamında yapılan deneyler sonucunda Şekil 10'daki sonuçlar elde edilmiştir. Dört farklı hiyetograf dört farklı drenaj kesitine uygulanmıştır. Deney başlangıç koşulları tüm deneyler için yaklaşık olarak aynı olup, aynı deney koşulları tüm deney setlerinde oluşturulmuştur. Tüm deneylere ait çıkış hidrografoyları Şekil 10'da verilmiştir. Genel olarak sonuçlar irdelendiğinde aşağıdaki değerlendirmeler yapılmıştır:

1. Hiyetograf şeklinin çıkış hidrografı üzerinde önemli ölçüde etkili olduğu görülmektedir. Farklı drenaj kesitlerinde yağış şiddeti azaldıkça (DUEH1'den DUEH4'e) çıkış hidrografoyların birbirlerine çok yakın ve benzer olduğu görülmektedir.
2. DK2'de kesit kalınlığı fazla olduğundan dolayı en geç su çıkışı bu kesitte gözlenmektedir.
3. Tüm deneylerde zemin yüzeyinde herhangi bir göllenme olmamış, bu durum çıkış hidrografoylarında da gözlenmektedir.
4. Kesitlere ait çıkış debilerine göre, kök tabakanın altında 0.7 mm'lik malzeme ile 1.2-2.5 mm'lik malzemenin bulunması benzer sonuçlar vermektedir (DK2 ve DK4). Deney sonuçlarına göre, 0.6 mm-1 mm arası malzemenin kullanıldığı DK3 kesitinde ise pik debi gelme süresi genelde daha fazlayken pik debinin ise diğer kesitlerle karşılaştırıldığında önemli ölçüde azaldığı gözlenmiştir. Göllenme olmadan aynı hiyetografa maruz bırakılan kesitlerde daha az pik debiye sahip olma durumu dren boruları boyutlandırma açısından daha ekonomik ve tercih edilebilir olarak durmaktadır.
5. Drenaj tabaka uzunluğu arttıkça hidrografoyların yükselme eğrileri daha geç gelmekte ve bu eğrilerin eğiminin diğerleriyle karşılaştırıldığında daha büyük olduğu görülmektedir. Tüm hidrografoyların alçalma eğrileri aynı DUEH yağışlarında benzer sonuçlar vermektedir.
6. Genel olarak sonuçlar irdelendiğinde, yağış hiyetograflarının sonuçlarda baskın olduğu ve çıkış hidrografını doğrudan etkilediği görülmektedir. Bu durum daha küçük yağış şiddetlerine sahip hiyetograflarda daha belirgin olarak gözlenmektedir. Malzeme gradasyonu çıkış hidrografoylarını anlamlı bir şekilde etkilememekte, tabaka kalınlığı özellikle pik debinin gelme süresini ve miktarını önemli ölçüde etkilediği görülmektedir.
7. Sonuç olarak, spor sahalarının drenajının hidrolojik açıdan laboratuvar koşullarında araştırılması konusunda başarılı ve anlamlı sonuçlar alınmıştır. Farklı drenaj kesitleri, farklı hiyetograflara maruz bırakıldığında kesit davranışlarının farklı olduğu gözlenmektedir. Kısacası, bu çalışma kapsamında geliştirilen deney sistemi ve metodolojisi kullanılarak, spor sahaları drenajının hidrolojik açıdan belirli koşullar altında değerlendirmesi konusunda başarılı sonuçlar alınmıştır.



Şekil 10. Farklı Kesit ve Hiyetograflara göre Deney Sonuçları

6. KATKI BELİRTME

Bu çalışma TÜBİTAK 1001 projeleri kapsamında 214M616 no'lu proje olarak 2015-2018 yılları arasında desteklenmiştir.

7. KAYNAKLAR

Adams, W.A., Stewart, V.I. & Thornton, D.J., (1971a). The assessment of sands suitable for use in sports fields. Journal of the Sports Turf Research Institute 47, 77-86.

Chow, V. Te., Maidment, D. R., Mays, L. W., (1988). 'Applied Hydrology' McGraw – Hill Book Company, United States, pp 465-470.

Henderson, J.J., J.R. Crum, T. F. Wolff, J.N. Rogers, III. (2005). Effects of particle size distribution and water content at compaction on saturated hydraulic conductivity and strength of high sand content root zone materials. Soil Science. 170(5): p.315-324.

Kesgin, E., Dogan, A., Agaccioglu, H., (2018). Rainfall simulator for investigating sports field drainage processes. Measurement: Journal of the International Measurement Confederation, 125 (Mayıs), 360–370.

Kesgin, E., Agaccioglu, H., Dogan, A (2020). Experimental and numerical investigation of drainage mechanisms at sports fields under simulated rainfall. Journal of Hydrology, 58 (Ocak).

Taylor, D.H., and S.D. Nelson. (1997). 'Water retention in root-zone soil mixtures of layered profiles used for sports turf.' HortScience 32(1):82-85.

Taylor, D.H., S.D. Nelson, and C.F. Williams., (1993). ‘‘Sub-root zone layering effects on water retention in sports turf soil profiles.’’, *Agronomy Journal*, 85:626-630.

U.S. Golf Association Green Section Staff. (1993).’’ USGA recommendations for a method of putting green construction.’’, *USGA Green Sect. Rec.* 32(2):1-3.

**PROCEEDINGS BOOK**by ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

DEFLECTION PREDICTION FOR RC BEAMS HAVING HIGH REINFORCEMENT RATIOS THROUGH DIFFERENT EFFECTIVE MOMENT OF INERTIA EXPRESSIONS**İlker KALKAN**

Kirikkale University, Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering, ORCID: 0000-0002-5987-631X

Boğaçhan BAŞARAN

Amasya University, Vocational School of Technical Sciences, Department of Construction, ORCID: 0000-0002-5289-8436

ABSTRACT

Reinforced concrete (RC) beams are liable to cracking under increasing flexural moments and the bending stiffness of the section decreases as the cracks propagate towards the neutral axis of the cross section. However, the decrease in the bending stiffness is of gradual nature due to the bond between reinforcement and concrete in the regions between discrete flexural cracks along the beam. Effective moment of inertia expression is used to account for the effect of this bond, known as tension-stiffening, on the beam deflections. This expression reflects the transition of the section between the uncracked state and the completely cracked state. Although there are various effective moment of inertia expressions in the literature, these expressions are generally developed for RC beams with low to medium reinforcement ratios. In this study, the experimental load-displacement curves of RC beams with high reinforcement ratio ($0.024 < \rho < 0.034$) were compared to the analytical curves according to two different effective moment of inertia expressions, commonly adopted in the literature.

The load-displacement curves from these two expressions were observed to be in close agreement for all test beams, i.e. varying reinforcement ratio. However, the specimens with reinforcement ratios above 3 % were observed to have deflections exceeding the analytical values along the course of loading, while the analytical curves were in closer agreement with the experimental ones for beams with reinforcement ratios below 3 %. The further estimates in higher reinforcement ratios stem from the additional restraining stresses in concrete from reinforcement.

Keywords: RC beam, Flexural Capacity, Effective moment of inertia, High reinforcement ratio, Load-displacement curve

**PROCEEDINGS BOOK**by ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

APPLICATION AND COMPARISON OF PLOTTING METHODS FOR ESTIMATION OF LATERAL TORSIONAL BUCKLING LOADS OF RC BEAMS**İlker KALKAN**

Kirikkale University, Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering, ORCID: 0000-0002-5987-631X

Boğaçhan BAŞARAN

Amasya University, Vocational School of Technical Sciences, Department of Construction, ORCID: 0000-0002-5289-8436

ABSTRACT

In reinforced concrete (RC) bridges, the beam bending capacity and stiffness need to be increased to accommodate longer spans. However, lateral stability problems may occur in the bridge girders as a result of increasing height-to-width ratio. In slender RC beams, particularly, lateral torsional buckling behaviour can be observed under increasing bending forces. The studies in the literature generally focused on the lateral torsional buckling behaviour of steel beams that have a homogeneous, isotropic and linear elastic behaviour. Hence, the plotting techniques, originally developed for predicting the buckling loads of steel beams, need to be investigated in slender reinforced RC beams as well. The present study is an attempt to shed light on the use of the original Southwell technique and its modified versions in critical load and initial imperfection estimations of slender RC beams.

The buckling load values estimated from all plotting techniques were close to the experimental results with the closest one from the modified plotting technique of Trahair. The closest initial sweep and twisting angle estimates were obtained from the original Southwell technique. However, the initial lateral centroidal imperfection estimates was observed to be far from from experimental results.

Keywords: Lateral torsional buckling, RC beam buckling, Lateral deflection, Reinforced concrete, Plot technique, Southwell plot

**PROCEEDINGS BOOK**by ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

**MODEL APPROACH TO FORECASTING THE EFFECT OF COASTAL
EROSIONS ON REAL ESTATE VALUE****Mehmet ÜLGER**Ankara University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Real Estate Development and Management,
ORCID: 0000-0001-9804-7269**Yeşim TANRIVERMİŞ**

Ankara University, Faculty of Applied Sciences, Department of Real Estate Development and Management,

ORCID No: 0000-0002-0859-7150

ABSTRACT

Coastal regions increase their importance in the world every day in terms of hosting various habitats, concentrating agricultural areas and industrial facilities in these regions and tourism investments. In particular, the economic value of the coastline increases with the increase in population, and as a result of this interest, it is seen that a significant amount of coastal erosion has occurred in the coastline due to the interventions on the coasts and climate change. Due to coastal erosion, agricultural lands near the coast and coasts are being lost, living areas are destroyed. In order to take measures against coastal erosion, it is necessary to understand the parameters causing coastal erosion and to produce solutions, it is necessary to measure the wind and wave dynamics on the coasts, to follow the coastal sediment movements and to make predictions about the future erosion amount with the help of numerical models.

Monitoring coastal erosion by measurement method is an expensive method and therefore, numerical models are preferred to order in the world. By making long-term estimates about the magnitude and direction of erosion, the future damages of real estates near the shore can be predicted. An integrated model that will be created by integrating a numerical model to be created for the prediction of coastal erosion into a hedonic value model, which has the ineffectiveness of the properties of real estate properties, is a substantial owner of the investors and their properties for the estimation of the future real estate value, and by examining the risk, the real estate market and can provide important projections for the insurance industry. In this paper, when the coastal erosion effect on the coastal property value is examined, the methods that can be applied to prepare data for numerical models, how the data will be processed and how the field study should be done will be presented.

Keywords: Real Estate Value, Coastal Erosion, Shoreline Change, Coastal Sediment Transport, Numerical Modeling

1. INTRODUCTION

Coastal regions are seen as important areas due to the abundance of food resources, the concentration of agricultural areas and industrial facilities in these regions and the tourism investment region. Coastal areas, which are so important, are severely damaged by erosion due to human constructions (ports, fishing shelters, residences, etc.) or natural causes (climate changes), sediment detached from the coast due to erosion shows itself in the form of accumulation in other parts of the coastal line. .

Naturally occurring sediment transport is driven by gravitational waves generated by wind (George J., et al. 2019). When the waves produced by the wind reach the shallow water on the coasts, a significant part of its energy is transferred directly to the sea floor, generating sediment transport, causing changes in the sea floor

along different bottom shapes under various spatial and temporal scales (Kaczmarek et al. 2005). The driving force of sediment transport is the coastal current produced by breaking waves obliquely approaching the shore (Rijn 1993), understanding sediment transport is seen as one of the most common tasks required in coastal engineering (Pilkey and Cooper 2014). Researchers around the world are conducting important studies to investigate the causes of sediment transport. These studies focus on the development of numerical models, GIS systems and measurement devices using empirical or semi-empirical equations. Since direct measurement of sediment transport in a systematic way is a difficult task, numerical models are seen as powerful tools for understanding and investigating such processes, and long-term shoreline change (erosion or accumulation) can be predicted with the help of numerical models. Sediment transport that occurs naturally on the coasts can cause significant damages to the real estates of people living near the shore and cause losses in agricultural land and residential values.

With the help of the hedonic model, the Sandy Hurricane that occurred in the USA in 2012 directly affected the decline in the real estate market, the coastal real estate market transformed this risk into property values, insurance agents reflected this risk as a higher premium, but this effect decreased after a certain period of time (Andrews 2019). Coastal protection structures designed to prevent coastal erosion directly affect the real estate market in the region. It has been determined that the coastal feeding (filling) made within the scope of combating erosion in a coastal line in the USA North Carolina plays a major role in the protection of the coastal property value (McNamara et al. 2015)

The properties of a real estate affect the value of that real estate. The effect of the value of the properties possessed property can be estimated with hedonic price model. It is very important to estimate the change in the shoreline with numerical models in order to reflect the negative effect of erosion on the value of the real estate as a result of coastal sediment transport as an input to the hedonic price model. For this purpose, first of all, a numerical model of sediment transport should be established by determining the parameters of wind and wave climate, which are the main source of the change in the shoreline, and an integrated model proposal should be put forward by entering these numerical model outputs as input to the hedonic model. Integrated models created for the real estate market and other sub-markets will provide a unique benefit.

2. WIND/WAVE CLIMATE AND SEDIMENT TRANSPORT

Wind and wave climate, which determines the general characteristics of wind and waves, is an important issue that should be examined for all coastal studies. In order to predict sediment transport, the wave climate of the coastal zone must be determined. Wave climate can be determined by converting long-term wind data into wave data with numerical methods.

2.1. Wind and Wave Climate

Wind climate is symbolized by the wind rose obtained from long-term average wind speeds in certain time periods separated by directions. The extreme ones among the wind data are selected and the remaining ones are separated according to their directions and a wind rose is created (Figure 1).

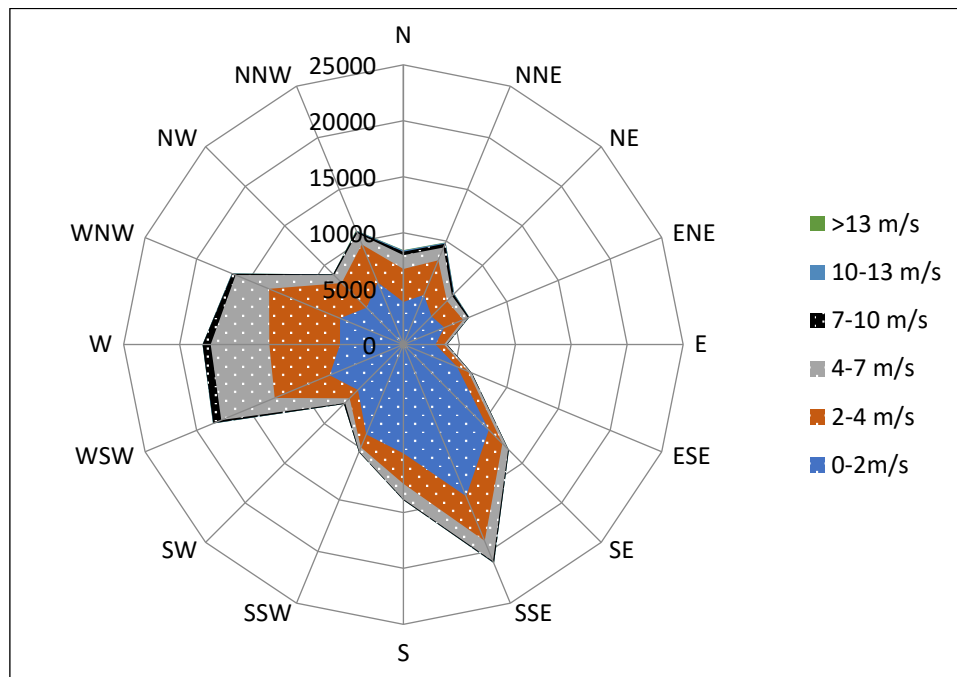


Figure 1. Example of a wind rose

When the sample wind rose is examined, it will be seen that the effective wind direction is SSE. Since there is no comprehensive archive for measuring wave heights with measuring instruments in the world in general, the calculation of wave heights in the coastal area to be studied can be made using wind data.

Widely used Coastal Erosion Research Center method can be used to calculate wave parameters. In this method, wind speeds measured on land must be converted to a wind speed of 10 meters above the sea (CERC 1984).

$$U(10) = U(Z) \left(\frac{10}{Z} \right)^{1/7}$$

In this formula, $U(Z)$ is the value of wind measured at an altitude of Z m in m/sec, and $U(10)$ is the value of wind at a height of 10 m over the sea in m/sec.

The wave height created by the wind in the deep sea matures at the fetch distance and creates a distinct wave height. Fetch distance is the distance of the shore to be studied to another shore closest to the wind measurement directions. Figure 2 shows a sample fetch distance measurement. In Figure 2, the distances (fetch distance) of the project area to the opposite shore are determined for ENE, NE, NNE, N, NNW, NW, WNW and W directions. As will be noted, the fetch distance in the NNW direction is shorter than the fetch length in the NW direction. Depending on the wind blowing time, the increase in the length of the fetch is very important as it will cause the wave to mature and develop and the wave height to reach the coast line.

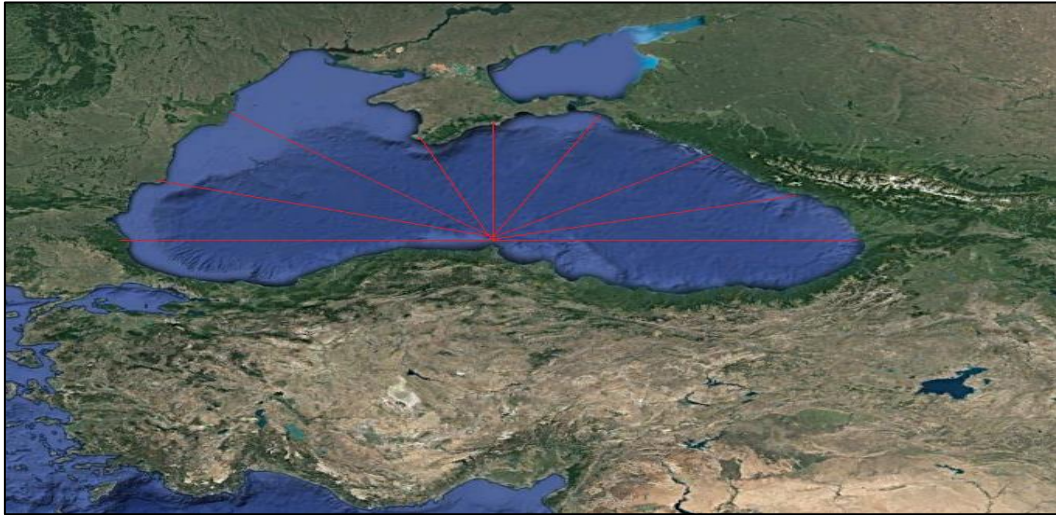


Figure 2. Example of fetch distance measurement

In the example, when the fetch distance of 9 directions is calculated, it is seen in Table 1 that the fetch distances in the NW, WNW, E and W directions are significantly higher than in the other directions.

Table 1. Fetch distances according to directions

Direction	Fetch (km)	Direction	Fetch (km)
NW	540	NE	362
NNW	299	ENE	477
N	313	E	560
NNE	356	W	577
WNW	548		

After determining the fetch distances, wave height, wave period and wind blowing time are determined with the help of the following formulas for the developing sea state (CERC 1984),

Deep water significant wave height H_s (m);

$$H_s = 1.616 \times 10^{-2} U_A F^{1/2}$$

$$U_A = 0.71 U^{1.23}$$

U : wind speed (m/sec),

U_A : wind stress factor (m/sec)

F : fetch distance (km)

Deep water significant wave period, T_s (sec);

$$T_s = 0.95 T_m$$

$$T_m = 6.238 \times 10^{-1} (U_A F)^{1/3}$$

T_m : developing sea state wave period (sec)

Developing sea state blowing time t (hr);

$$t = 8.93 \times 10^{-1} \left(\frac{F^2}{U^A} \right)^{1/3}$$

calculated by formulas.

Scatter (intensity) graph is created for deep sea significant wave height H_s and significant wave period T_s calculated for each hour (Figure 3).

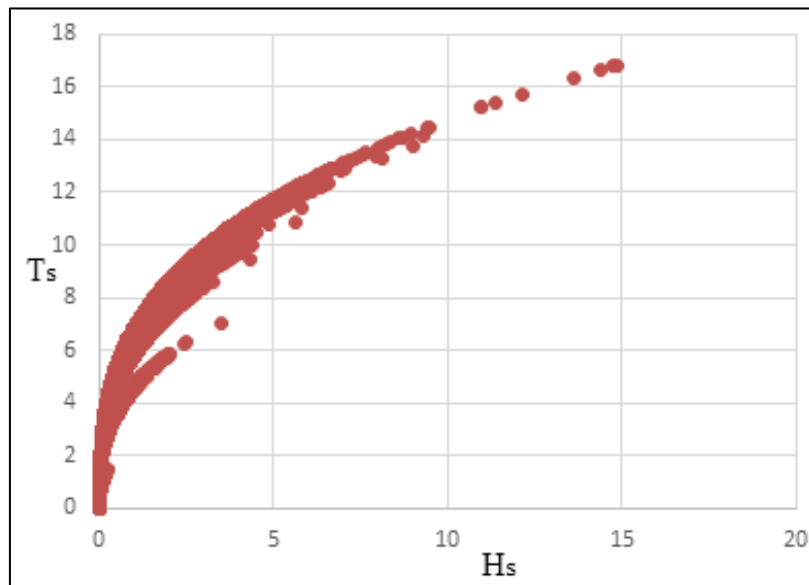


Figure 3. Example density plot between H_s and T_s

The long-term probability analyzes of the significant wave heights obtained are determined, and the H_s values to be used in modeling for each direction are determined. T_s values corresponding to the determined H_s values are obtained with the help of the graphic in Figure 3.

2.2. Modeling of Sediment Transport

Numerical models based on different assumptions have been developed for modeling coastal sediment transport. The GENESIS numerical model developed by the US Army Corps of Engineers (Hansen and Kraus 1989) is a frequently used numerical model that can model sediment transport along the coast and the S BEACH model (Larson and Kraus 1989) created by the US Army Corps of Engineers.

These models are generally modeled with the negligence of sediment carried by the land side of the coast, carried by tidal currents, carried by wind, carried by additional current due to wind, carried by the storm and carried due to coastal structures that cannot fulfill their function. These models are; it can model by taking into account the combinations of coastal protection structures built perpendicular or parallel to the shore with waves produced in the offshore.

As model input, as can be seen in the diagram in Figure 4, the current first coordinated form of the shoreline, the wave height and the wave period and wave approach angle, the average sediment grain diameter, the location and size of the existing coastal protection structures and the start and end boundaries of the coastline. After the information provided is processed in the model, the total amount of sediment carried and the location of the new shoreline formed are obtained.

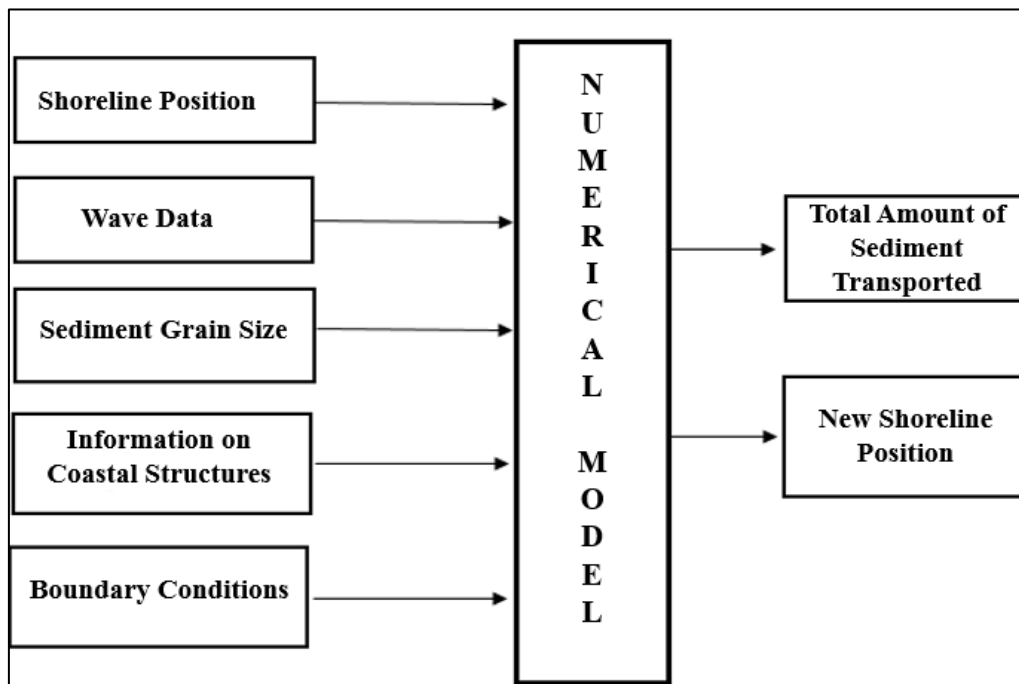


Figure 4. Input and output diagram of numerical model

The fundamental continuity equation for the rate of change of the location of the shoreline with time;

$$\frac{\partial y}{\partial t} = -\frac{1}{D_{LT} + B} \left(\frac{\partial Q}{\partial x} + q_y \right)$$

In this formula,

y: shoreline position

t : time (hr)

B : berm height (m),

D_{LT} : limiting depth of longshore sediment transport,

Q: longshore sediment transport rate (m^3)

x: longshore coordinate of shoreline,

q_y : source and/or sink along the shore (m^3),

D_{LT} , calculated by the following formula (Hanson, 1989)

$$D_{LT} = 2.28H_s - \frac{10.9H_s^2}{L}$$

In this formula,

L: wave length (m)

The semi-empirical formula for the amount of sediment transported is (Hanson, 1989),

$$Q = (H_b^2 C_{gb}) \left(a_1 \sin 2\alpha_b - a_2 \cos \alpha_{bs} \frac{\partial H_b}{\partial x} \right)$$

In this formula,

H_b : breaking wave height (m)

C_{gb} : breaking wave group velocity (m/sec)

α_b : wave breaking angle

α_{bs} : effective wave breaking angle

a_1 and a_2 : calibration parameters

$$a_1 = \frac{K_1}{16 \left(\frac{\rho_s}{\rho} - 1 \right) (1 - p) (1.416^{2.5})}$$

$$a_2 = \frac{K_2}{8 \left(\frac{\rho_s}{\rho} - 1 \right) (1 - p) (\tan \beta) (1.416^{3.5})}$$

$$\alpha_{bs} = \alpha_b \pm \tan^{-1} \frac{\partial y}{\partial x}$$

$$\frac{\sin \alpha_b}{\sin \alpha_0} = \frac{L_b}{L_0}$$

$$L_b = L_0 \tanh \left(\frac{2\pi H_b}{L_b 0.78} \right)$$

$$L_0 = \frac{gT^2}{2\pi}$$

H_b , calculated by the following formula (CEM, 2003)

$$H_b = H_s^{4/5} (C_{g,0} \cos \alpha_0)^{2/5} \left[\frac{g}{\gamma_b} - \frac{H_b g^2 \sin^2 \alpha_0}{\gamma_b^2 C_0^2} \right]^{-1/5}$$

$$C_{g,0} = 0.78T$$

$$C_0 = 1.56T$$

In this formula,

K_1 : calibration parameters (0.58)

K_2 : calibration parameters (0.35)

q_s : sediment density (kg/m^3)

q : water density (kg/m^3)

p : sediment porosity (0.2 - 0.6)

$\tan \beta$: bottom slope

$C_{g,0}$: deep water wave group velocity (m/sec)

α_0 : deep water wave approach angle

g : gravitational acceleration

γ_b : breaker index (0.78)

T : deep water wave period (sec)

3. CASE ANALYSIS AND MODELING APPROACH

3.1. Case Study

As an example, a case, Turkey / Ordu have been addressed in the destruction of a coastal line. Considering the measurements of the coastal line change between 1986 and 2005 for a shoreline subject to erosion (Figure 5), it is seen that coastal erosion up to 80 meters occurred (Ülger 2006).

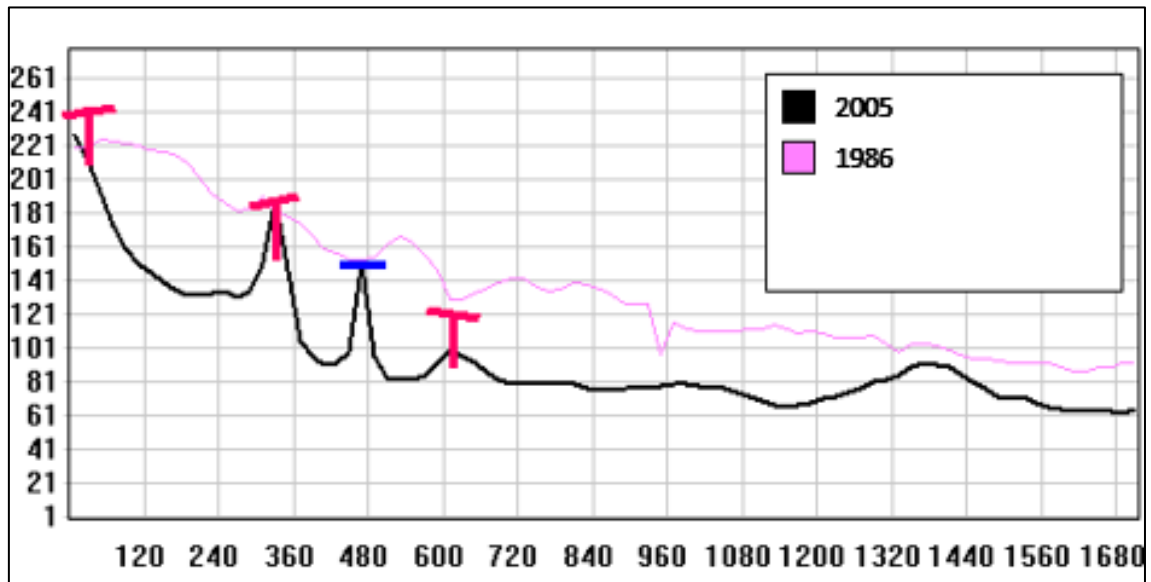


Figure 5. Shoreline change between 1986 and 2005

Due to the coastal erosion occurring in this region, the damages incurred by the real estates near the shore are seen in Figure 6.



Figure 6. Destructions in real estates in the coastal zone (Ülger 2006)

3.2. Shoreline Change Model Example And Real Estate Value Hedonic Model Approach

As an exemplary study, the change to occur on the shoreline as a result of a 10-year interaction of a wave in the WNW direction with a significant height of 1 m and a period of 4 seconds with a port built in the coastal

zone was modeled with GENESIS numerical model and the final form of the coastline was obtained (Figure 7).

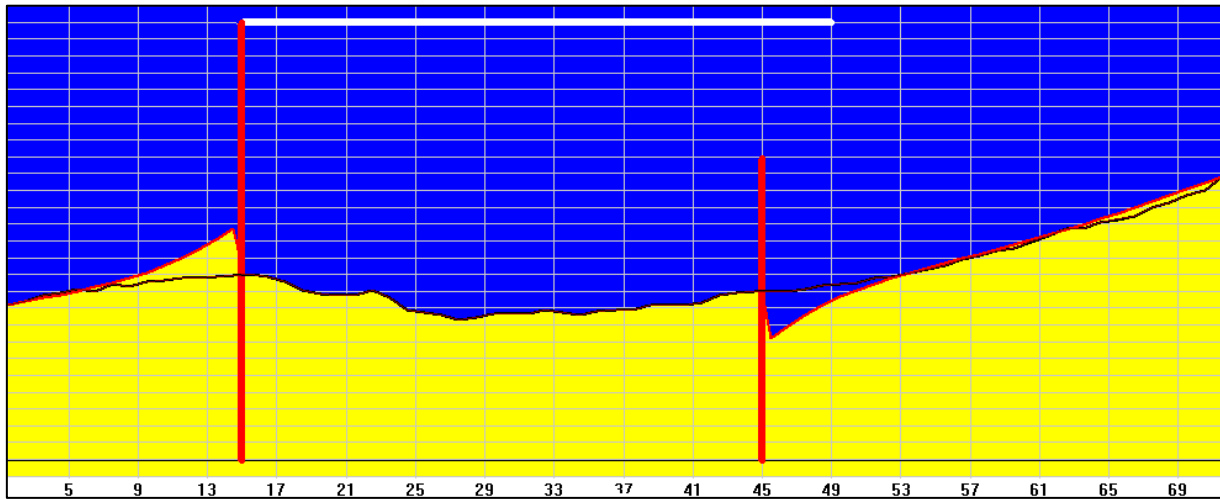


Figure 7. Shoreline change model results

As can be seen in Figure 7, changes occurred in the shoreline at the starting and ending points of the port built on the shore. The change manifested as accumulation at joint 15, which is the starting point, and erosion at the end point, joint 45 considering that the grid system consists of 25-meter cells, erosion of up to 75 meters is observed at joints 45 and 53.

The hedonic model is considered to be the function of the properties of the real estate on the value. All physical (number of rooms, size, insulation, floor height, water availability etc.) and social (location, facade, environment, landscape, etc.) features of the real estate are the factors that affect the value. Hedonic function reaches its value based on the effect degrees of these elements.

The hedonic function is described as $P(x) = p(x_1, x_2, x_3, x_4, \dots, x_i)$. Here, $P(x)$ is the hedonic function, x is the properties of real estate, and p is the degree of influence of the properties on the value.

The model output chart obtained with the GENESIS numerical model also creates a risk map for people who will make real estate investments in these regions or who already own real estate. The regions with the highest risk are the areas between the 45th and 53rd joints.

A risk coefficient should be added to the hedonic model that will be used to make long-term value estimates for these regions.

In this case, in the hedonic model, an “ x ” value with the possibility of coastal erosion should be multiplied by the “ p ” coefficient, which will have a negative value effect, and have a negative effect on the value.

4. CONCLUSION AND EVALUATION

Although the economic value of the coastal regions increases day by day with the population increase, it is noteworthy that there has been a significant coastal erosion in recent years. Due to coastal erosion, agricultural lands near the coast and near the coast are being lost, living areas are destroyed. In order to take measures against coastal erosion, it is necessary to understand the parameters that cause coastal erosion and to produce solutions. It is very important to measure the wind and wave dynamics on the coasts, to follow the coastal sediment movements and to predict the future extent of erosion with the help of numerical models.

Monitoring coastal erosion with continuous measurement method is both difficult and expensive. For this reason, numerical methods are frequently preferred in the world. Moreover, tracking the history of coastal erosion cannot provide comprehensive information on the magnitude and direction of future erosion.

By making long-term predictions about the magnitude and direction of erosion with the help of numerical models, it will be possible to predict future losses of real estates belonging to the people living in the region,

and presenting very important projections for the real estate market and insurance sector based on these predictions.

Integration of the numerical model results with the hedonic model will provide an important benefit to investors and property owners in order to anticipate possible changes in the future property value.

5. REFERENCES

Andrews C.J. 2019, An Integrated Model of Real Estate market Responses to Coastal Flooding, *Journal of Industrial Ecology*, p.1-12.

CEM (Coastal Engineering Manual), (2003), U.S. Army Corps of Engineers, Coastal Engineering Research Center, U.S. Government Printing Office

CERC, 1984, "Shore Protection Manual", 4. Edition, Coastal Engineering Research Center, U.S. Army Corps of Engineers

George, J., Kumar, V.S., Victor, G., Gowthaman, R., 2019, Variability of The Local Wave Regime And The Wave-Induced Sediment Transport Along The Ganpatipule Coast, Eastern Arabian Sea, Ocean Engineering Division, National Institute of Oceanography Dona Paula, Goa, India

Hanson, H., Kraus, N.C., 1989-1991, "GENESIS: Generalized Model For Simulating Shoreline Change: Report 1 and Report 2, Technical Reference" CERC-89- 19, Vicksburg.

Kaczmarek, L.M., Ostrowski, R., Pruszek, Z., Rozynski, G., 2005, Selected Problems of Sediment Transport and Morphodynamics of A Multi-Bar Nearshore Zone. In: *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. pp. 415 - 425.

Larson, M., Kraus, N. C., 1989 "SBEACH: Numerical Model For Simulating Storm Induced Beach Change; Report 1, Empirical Foundation And Model Development," Technical Report CERC-89-9, U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station, Coastal Engineering Research Center, Vicksburg.

McNamara, D.E., Gopalakrishnan, S., Smith, M.D., Murray, A.B., 2015, Climate Adaptation and Policy-Induced Inflation of Coastal Property Value, *PLOS ONE* | DOI:10.1371/journal.pone.0121278 March 25.

Pilkey, H., Cooper, J, 2014. Are Natural Beaches Facing Extinction? *Coastal Research Centre* 70, 431- 436.

Rijn, L., 1993, Prin. of sediment trans. In riv., estuaries and coastal seas. *Sediment Transport Rivers, Estuaries Coastal Seas* 1-17.

Ülger, M. 2006, Modeling of Coastal Sediment Transport, Master Thesis, Gazi Univ./Ankara

PROCEEDINGS BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

**ÇEVRESEL GÜRÜLTÜYE KARŞI KONUT BALKONLARININ SES BARIYERİ OLARAK
ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI****RESEARCH OF THE EFFECTS OF RESIDENTIAL BALCONIES AS SOUND BARRIERS AGAINST
ENVIRONMENTAL NOISE****Hilal ÜSTÜNER**

Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Ana Bilim Dalı, ORCID No: 0000-0003-2915-7047

Fusun DEMİREL

Gazi Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Ana Bilim Dalı, ORCID No: 0000-0002-8217-4797

ÖZET

Gürültü, toplum ve insan sağlığı üzerinde etkisi en büyük olan çevresel kirliliklerdendir. Hızlı gelişen şehirler, artan kentsel nüfus beraberinde plansız ve sıkışık yapılaşmayı getirmiştir. Bunların sonucunda da yoğun trafik arterleri, demiryolları ve sürekli inşaat gürültüsünün arasında kalan konut yapıları gürültü kirliliğinden en çok olumsuz etkilenen yerleşimler olmuştur.

Ülkemizde de yaygın kullanılan konut balkonları ev sakinlerine özel rekreasyon alanlarıdır. Balkon sağladığı iklimsel konfor ve doğal havalandırmanın yanı sıra bulunduğu çevre ile bina cephesi arasında tampon bölge oluşturarak akustik konfor da sunan sürdürülebilir tasarım için önemli bir elemandır. Gürültü kaynağı ile cephedeki kapı ve pencere gibi gürültüye toleransı düşük elemanlar arasında ses bariyeri özelliği göstererek hem komşu olduğu iç mekânın hem dışardaki yapı çevresinin hem de kendi içerisindeki akustik alanının özelliklerini önemli ölçüde etkiler. Balkonlarla elde edilebilecek gürültü seviyesindeki akustik iyileştirme, alan azlığından dolayı yaygınlaşan dikey yerleşmeyle etkisi azalan geleneksel gürültü bariyerlerine iyi bir alternatif olabilir.

Bildiride; bu konudaki literatür araştırılmış, balkon ve tasarım elemanları ile çevresel gürültü seviyesini azaltmak için geliştirilen yöntemler analiz edilmiş, ses bariyeri olarak akustik performansları araştırılmıştır.

Sonuçta; incelenen tipolojiler üzerinden cephede sağladığı perdeleme etkisi tespit edilip balkonların etkin tasarımı için performansını etkileyen kriterlerinin belirlenmesi hedeflenir.

Anahtar Kelimeler: Çevresel Gürültü, Balkon, Sesin Perdelenmesi**ABSTRACT**

Noise is one of the environmental pollutions that has the greatest impact on society and human health. Rapidly developing cities and increasing urban population brought along unplanned and congested housing. As a result of these, residential buildings that are stuck between heavy traffic arteries, railways and continuous construction noise have been the most negatively affected by noise pollution.

Residential balconies, which are widely used in our country, are special recreation areas for residents. In addition to the climatic comfort and natural ventilation it provides, the balcony is an important element in sustainable design by providing acoustic comfort by creating a buffer zone between the outdoor and the building envelope. It significantly affects the acoustic characteristics of the adjacent room, the external built environment, and the acoustic in the balcony area by showing the sound barrier feature between the noise source and elements that have a low tolerance to noise, such as doors and windows on the facade. The acoustic

improvement in the noise level that can be achieved with balconies can be a good alternative to conventional noise barriers, whose effect is decreased by the widespread use of high-rise settlements due to lack of land.

In this paper, researches on this subject in the literature has been reviewed and methods were analyzed. After that, their acoustic performance as a sound barrier was investigated.

Finally, owing to the typologies examined, it is aimed to determine the screening effect on the facade and the performance criteria for the effective design of balconies.

Keywords: Environmental Noise, Balcony, Noise Screening

1. GİRİŞ

Hızlı gelişen şehirler, plansız artan kentsel yapılaşma, kent merkezlerinde ulaşımın geliştirilmesi talebiyle birlikte gürültünün eş zamanlı yükselişi ve buna bağlı olumsuz etkiler gözlenir. Çevresel gürültü ulaşım, endüstriyel ve insan faaliyetlerinden yayılan istenmeyen veya zararlı dış mekân sesi olarak tanımlanır [1] ve son yapılan çalışmalara göre ulaşım araçları kaynaklı gürültü Batı Avrupa'da ciddi hastalıklara sebep olan ikinci en önemli çevresel faktördür [2]. Tahminen 113 milyon insan, en az 55 dBA'lık uzun süreli gündüz-akşam-gece karayolu trafik gürültüsünden etkilenir. Yüksek düzeyde demiryolu gürültüsüne 22 milyon, yüksek uçak gürültüsüne 4 milyon ve 1 milyondan az insan da endüstrilerin neden olduğu yüksek gürültü seviyelerine maruz kalmaktadır [3]. Bu rakamlar Avrupa'yı temsil etse de hayatımızın her anında bize eşlik eden gürültünün dünya genelindeki rakamlarının hafife alınmayacak seviyede olması muhtemeldir. Gürültü ile çoğunlukla rahatsızlık, uyku bozukluğu olmak üzere kalp damar hastalıkları, bilişsel bozukluk ve kulak çınlaması dahil olmak üzere belirli sağlık etkileri arasında bilimsel ilişkiler kurulmuştur [4]

Tüm bu veriler bizi problemi nasıl önlememiz gerektiği sorusuna yönlendirir. Gürültü sorunu üç alanda ele alınır; bunların ilki gürültünün asıl kaynağı, ikincisi kaynak ile alıcı arasındaki yol ve üçüncüsü de alıcının kendisidir [5]. Kentsel alanlarda, gürültüyü azaltmayı ve yönetmeyi amaçlayan önlemlerin %50'den fazlası, kaynaktaki gürültünün azaltılmasına odaklanır [3]. Bu en etkili yol olsa da çoğunlukla gürültü ulaşımından kaynaklı olduğundan yapılabilecekler sınırlıdır. Karayollarında sessiz asfalt uygulaması [6], hız sınırları getirilmesi, demiryollarında ray tekerlek etkileşiminin iyileştirilmesi için düzenli bakım yapılarak pistin pürüzlülüğünün azaltılması ve genel olarak tüm ulaşım yollarında trafik akışının düzenlenmesi gibi mevcut yerel önlemlerle her zaman istenen akustik iyileştirme sağlanamayabilir, maliyeti ve uygulanabilirliği de duruma göre zorlayıcı olabilir [3].

Kaynakla alıcı arasındaki yolda çoğunlukla gürültü bariyerleri tercih edilir ancak yoğun yapılaşmanın olduğu kent merkezlerinde kapladıkları alan, estetikten uzak olmaları ve yüksek katlı yapılar için yeterli seviyede gürültüden korunma sağlamamaları dezavantajdır. Binaların yol sınırından geri çekilmesi ve bazalar üzerine inşa edilmesi diğer alternatiflerken kullanılabilir arazinin azalması bu yöntemlerin öncekine kıyasla çok daha az uygulanmasına neden olur [3,7].

Son alan olan alıcıdaki önlemler yaygın olarak bina cephesine ses izolasyonu uygulaması ve ses geçirmez özellikteki pencerelerle sağlanır [3]. Pencerelerin ses geçirmez özellikte olması doğal havalandırmanın sağlanamaması ve mekanik sistemlere başvurulmasına sebep olur [5].

Bina cephelerini gürültüden korumak için bu geleneksel uygulamalara alternatif olarak sürdürülebilir özellikte, inşa edilebilir alandan taviz vermeden ve görece daha hesaplı çözümler geliştirilmeye çalışılmıştır. Bu amaçla cephedeki balkonların gölgeleme, açık yarı açık dış mekân oluşturma amacıyla kullanılmalarının yanı sıra pencere, kapı gibi doğal havalandırma sağlayan ve gürültüye toleransı düşük elemanların önünde bir akustik perdeleme elemanı olarak performansı son yıllarda pek çok araştırmacı tarafından incelenmiştir [5,9,10,11,12,13,14].

Bildiri kapsamında, balkonların çevresel gürültü seviyesini azaltmada ses bariyeri olarak etkinin araştırıldığı bu çalışmalar incelenmiş ve ülkemizde de özellikle konut yapılarında sıklıkla tercih edilen balkonların akustik performansını etkileyen tasarım kriterlerinin belirlenmesi hedeflenir.

2. ÇEVRESEL GÜRÜLTÜ VE KONUT BALKONLARI

Balkonun yapıyla çevre ile bina cephesi arasında tampon bölge oluşturarak cephenin akustik özelliklerini iyileştirebileceği fikri 1960'ların sonlarından [8] itibaren araştırılmıştır. Gürültü seviyesinde sağlayabileceği

iyileştirmeler için balkonun ebatlarında [5,9], parapetinde [9,10], varsa, tavanının tasarımında [11] varyasyonlar denenmiş, ses yutucu malzemeler eklendiğinde performanslarındaki değişimler gözlenmiş [12,13,14].

Bu bölümde mevcut literatür, çevresel gürültü etkisine karşı farklı balkon tasarımlarının ve yutucu malzeme uygulamalarının sağladığı akustik etki araştırma yöntemleriyle beraber incelenmiştir.

Yapılan ilk çalışmalardan birinde bina, cephesindeki akustik açıdan zayıf noktalar doğrudan dış gürültüye maruz kalmıyorsa, 'kendini koruyan' olarak tanımlanmış ve balkonların trafik gürültüsüne karşı performansları ele alınmıştır [5]. Bilgisayar modeli ve 1:10 ölçekli model yöntemiyle, standart gürültü perdesi formülleri kullanılarak balkonun komşu olduğu iç mekandaki gürültü seviyesi, dört balkon konfigürasyonu (1 ve 2m balkon derinliği ile açık ve kapalı korkuluk), üç pencere türü (kare, dikey ve yatay), beş kaynak konumu, üç bina yönü (0°, 30° ve 45°) ve 5 farklı ölçüm konumu ile 270 geometrik konfigürasyon ölçülmüştür. Sonuçta balkonun sağladığı iyileştirme dördüncü kat seviyesinin üzerinde $L_{10} \sim 8$ dBA olarak bulunmuştur. Trafik gürültüsünün çok sayıda hareketli kaynağı içermesinin aksine gürültü kaynağının sabit olması ve tavansız tek bir balkonun perdeleme etkisinin incelenmesi araştırmanın eksikleridir.

Kaynak	Dış Mekan ve Balkon Alanı	Bina Cephesi ve Bitişik Oda	Teorik Model	Ölçek Model	Yerinde Ölçüm	Gürültü Kaynağı	Bina Tipi
May 1979 [12]	•				•	Trafik	Y
Oldham & Mohsen, 1979 [5]		•	(i)	•		Trafik	B
Hossam El Dien & Woloszyn, 2004 [11]		•	(ii)			Trafik	Y
Hossam El Dien & Woloszyn, 2005 [9]		•	(ii)	•		Trafik	Y
Tang, 2005 [10]		•		•		Trafik	A
Lee, Kim, Jeon & Song, 2007 [13]		•	(iii)	•		Trafik+İnsan Aktiviteleri	Y
Badino, Manca, Shtrepi, Calleri, & Astolfi, 2019[14]	•		(iv)		•	İnsan Aktiviteleri	A

Çizelge 1: Literatür Araştırması Tablosu

- (i) Bir zemin yansımaya sahip sabit nokta kaynağı
- (ii) Piramit ışın izleme modeli
- (iii) RAY-NOISE yazılımı
- (iv) Rhinoceros 5 SR14, Grasshopper 0.9.0076 and Pachyderm Acoustics 2.0.0.2
- B Belirtilmemiş
- Y Yüksek Katlı
- A Alçak Katlı

Akustik iyileştirmenin geometrik parametrelerin bir fonksiyonu olabileceğini araştırarak bir diğer çalışmada, balkon derinliği (1, 2 ve 3 m) ve parapet formunun (15° ve 30° yola doğru eğimli 1 m yüksekliğinde kapalı korkuluk) yola yakın, 8 katlı bir bina cephesindeki performansı araştırılmıştır. Piramit ışın izleme modeli ile elde edilen sonuçlar 1:10 ölçekli model yöntemiyle elde edilenlerle karşılaştırılmıştır [9]. Balkonun derinliğini artırmak ve balkon korkuluğunu eğmekteki temel amaç, balkon içindeki akustik gölge bölgelerini artırarak

yansıyan ve dağılan enerji bileşenlerinin katkılarını azaltmaktır. Balkonun cepheyi koruma etkisi üst katlara çıktıkça artış göstermekle beraber balkon genişliğindeki artış ses dalgalarının yansımaya ve kırılmaya uğrayacağı yüzeyleri de arttırdığı için koruma etkisini azaltır. Genel olarak balkon derinliği ile cephedeki ses seviyesinde 4-8 dBA düşüş sağlanır. 15° eğimli parapet 1 m genişliğindeki balkonlarda, 30° eğimli parapet de 2 ve 3 m genişliğindeki balkonlarda en iyi sonucu vermiş ve 0.5-4 dBA koruma sağlamışlardır.

Yüksek katlı yapılarda balkon dizileri birbirlerinin yüzeylerinden gelen ilave ses yansıması ve saçılmasına maruz kalırlar. Hong Kong'da yaygın olarak kullanılan 4 farklı tip (açık, yanları açık önü kapalı, yanları kapalı önü açık ve kapalı korkuluk) balkonun sağladığı ekleme kaybı ve etkili olduğu frekanslar, gürültü kaynağı balkona paralel ve 5, 10, 15 ve 20 m mesafedeyken 1:10 ölçekli bir model yöntemi kullanılarak incelenmiştir [10]. Ekleme kaybı (IL), balkonların montajından sonra ses basınç seviyesindeki (SPL) düşüş olarak tanımlanmıştır. En fazla IL kapalı tipte ve en az da açık tipte elde edilmiş, büyük kaynak mesafelerinde, ön açık balkon tüm frekans aralığında herhangi bir akustik koruma sunmazken, önü kapalı balkon yine de yüksek frekansta sınırlı perdeleme sağlamayı başarır. Kaynak cepheden uzak olduğunda alt katlarda gürültü dalgalarının geliş açısı da azalacağı için IL azalır. Kaynağın balkonlara yakın olması durumunda üst balkonlardan gelen yansımalar balkon zeminlerinin perdeleme etkisi sayesinde engellenerek IL'ye katkı sağlar. Tüm balkon tipleri için IL -1 ile 9 dBA arasında ölçülmüştür.

El Dien ve Woloszyn tarafından yürütülen bir diğer çalışmada [11], 1, 2 ve 3 m derinliğindeki balkonların ve balkon tavanlarının 5°, 10° ve 15° eğimle tasarlanmasının cephenin akustiğine etkisi piramit ışın izleme modeli ve 1:10 ölçekli model yöntemiyle incelenmiştir. Balkon tavanını eğmenin temel amacı, yansıyan ışınların yönünü değiştirip balkon arka duvarında bulunan açıklıkların gürültüden korunduğu yüzeyi artırarak yansımaların ve dağınık enerji bileşenlerinin gücünü azaltmaktır. SPL'deki azaltma hem zemin seviyesinden itibaren artan katlarla hem de balkon derinliği ile doğru orantılıdır. Diğer taraftan üst katlarda tavan eğim açısı ile ters orantılı, alt katlarda ise tavan eğim açıları ile doğru orantılıdır. Bu biçimsel değişikliklerle sağlanan ortalama gürültü azaltma yaklaşık 0.5-6 dBA olarak belirlenmiştir.

Çevre yolu üzerindeki yüksek katlı konutlarının balkonlarına etki eden trafik gürültüsü üzerine yapılan bir başka çalışmada, zemin seviyesinde ve balkonlarında ses seviyeleri ölçülmüş ve ses emici malzemelerin balkon gürültüsünü azaltmadaki etkisi araştırılmıştır [12]. Zeminin yutucu özellik gösterdiği, çimenlik gibi, otobandan 80 m içerde 17. kattaki kapalı bir balkonda ölçülen eşdeğer gürültü seviyeleri (L_{eq}) balkondan 2.5 m ilerde belirlenen referans konumuna göre normalize edilmiştir. Referans noktasındaki ses seviyesinde cephedeki yansımalarından dolayı 3 dBA artış olacağı varsayılmıştır. Ayrıca, balkonun tavanındaki gürültünün, referans konum seviyesinin yaklaşık 7 dBA üstünde olduğu, balkon korkuluğunun arkasındaki gürültününse referans konum seviyesine benzer olduğu ölçülmüştür. Yüksek katlara çıkıldıkça zemin emiliminin azalmasından dolayı karayolu trafik gürültü seviyeleri artmış ve zemindekenden yaklaşık 10 dBA daha yüksek gürültü seviyesine ulaşılmıştır. Araştırmanın ikinci aşamasında, ses yutucu malzeme uygulaması (I) tavana, (II) tavan ve balkonun arka yüzeyinde, (III) tüm yüzeylerde (yan duvarlar, zemin ve masif korkuluk önü dahil edilerek) yapılarak ve elde edilen gürültü azaltma miktarı incelenmiştir. Balkon yüzeylerinde yutucu malzemelerin kullanılması ~10 dBA kadar gürültüyü azaltır. Yutucunun sadece tavana uygulandığı durumda 4-5 dBA ve balkon yüzeylerinin üçte birinden biraz fazlasına uygulandığı durumda ise üst kat ses seviyelerini yaklaşık olarak zemin kattaki ses seviyelerine düşürmek için yeterli olan 7-8 dBA'lık azalma sağlanır [13]. Tek bir balkonun gürültü azaltma etkisi trafiğin yoğun olmadığı bir çevrede değerlendirilmiş olsa da üst katlarda, balkonlara eklenen yutucu malzemelerle zemin seviyelerinde gürültü bariyerleri ile elde edilebilecek iyileştirme düzeyleri görülür.

Balkon tasarımının trafik gürültüsünü perdelemedeki etkinliği yol kenarındaki bir apartman için araştırılmışken buna ek olarak, balkonun insan aktivitelerinden kaynaklı gürültüye karşı performansı için de dört apartman binası ile çevrili avlunun ses alanı özellikleri araştırılmıştır [13]. 1:50 ölçekli model ve bilgisayar modeliyle yapılan çalışmada 6 şeritli bir yola bakan balkonlardaki gürültü seviyesi ölçülmüş ve gürültüye maruziyeti azaltmak için 6 farklı tasarım denenmiştir: (I) balkon döşemesine ek 50 veya 100 cm lento, (II) 50 veya 100 cm yüksekliğinde korkuluk, (III) 15° eğimli tavan, (IV) velur kaplı eğimli tavana uygulanması, (V) korkuluk ve tasarım (IV), son olarak (VI) yutucu malzeme velurun korkuluğun iç tarafına uygulanmasına ilave tasarım (V). Tasarım (VI)'nın gürültüden koruma seviyesi en fazla olup 2. kat için maksimum 23 dB ile en büyük azalmayı sağlamıştır. Yutucu malzemenin varlığında sağlanan (III, IV, V, VI) gürültü azaltmaları 2-9 dB arasında değişmiştir. İnsan aktivitelerinden kaynaklanan gürültünün azaltılması testinde apartman kompleksinin tamamına uygulanan tasarımların akustik performansı, çoklu yansıma seslerinin artması nedeniyle tek binaya göre daha düşüktür. Tasarım (VI) apartman kompleksinde de en iyi korumayı sağlar.

İnsan aktivitelerinden kaynaklanan gürültünün cephe tasarımı ve yutucu malzeme ile nasıl azaltılabileceği başka bir çalışmada az katlı binaların dizildiği bir sokak kanyonunda araştırılmıştır [14]. Sokak kanyonunun ses basınç seviyesinin değerlendirilmesi için çalışmada izlenen adımlarda: (I) çeşitli balkon düzenlemeleri (çıkıntı balkonlar ve loca tip balkonlarla 3 farklı tasarım), (II) balkonların geometrik varyasyonları (balkon derinliği, korkuluk eğimi, çıkıntı balkonun ve locanın tavan eğimi), (III) balkonların hem geometrilerine hem de yutucu malzemeye göre varyasyonları ele alınır. Bu adımlar doğrultusunda 8 farklı balkon tipi ve korkuluk, balkon tavanlarına ve loca iç yüzeyine kaplanmak üzere 4 farklı özellikte 64 malzeme kombinasyonu ile 512 alternatif incelenir. Literatürdeki diğer araştırmaların bulgularıyla uyumlu olarak balkonların perdeleme etkisinin kat yüksekliği ile artıp alt katlarda üstteki balkonlardan gelen yansımalarla perdelemenin olumsuz etkilendiği sonucu bulunmuştur. Cephe kaplama uygulamasının olumlu etkisi vurgulanarak cephenin eşdeğer yutucu alanı 100 m² artırıldığında cephedeki ortalama SPL'nin 1 dB azaldığı tespit edilmiştir. Tüm cephe ses yutucu malzeme ile kaplandığında, ortalama gürültü seviyesi düşüşü incelenen cephede 10 dB'ye ve karşı cephede 3 dB'ye kadar çıkar.

3.BALKONLARIN AKUSTİK PERFORMANSINI ETKİLEYEN TASARIM KRİTERLERİ

Bildiri kapsamında balkon elemanlarının çevresel gürültüyü önlemede etkili bir araç olarak kullanılabilirliğini araştıran literatürdeki anahtar çalışmalar incelenmiştir. Bu bölümde, araştırmaların önemi konusunda ortak noktada buluştuğunu söyleyebileceğimiz ve tasarım sürecinde dikkat edilmesi gereken geometrik parametreler belirlenmiştir.

(I). *Balkonun gürültüyü önlemedeki etkili olduğu derinliği [5,9]*. Bu parametre kaynağa olan yakınlık, zeminden yükseklik, ses dalgalarının balkon yüzeylerindeki davranışları gibi başka faktörlere de bağlıdır.

(II). *Balkon korkuluğu [9,10]*. Pek çok farklı tipte kullanılan bu eleman, yüksekliği ve eğim verilerek tasarlanması gibi faktörlerle de balkonun gürültü perdesi olarak değerlendirilmesindeki en etkili öğedir.

(III). *Balkon tavanı [11]*. Gürültü kaynağından yayılan doğrudan sesin ve çevreden yansıyan seslerin balkon tavanıyla girdiği ilişki ses basıncı seviyesinde genellikle artışa sebep olur. Olumsuz etkisini azaltmak ve yansıma açılarını değiştirerek ses dalgalarını balkon alanından uzaklaştırmak amacıyla eğimli tavanlar denenmiştir.

(IV). *Yutucu malzeme kullanımı [12,13,14]*. Rijit yüzeylere gelen sesler yansımaya, köşelerden kırılmaya, çıkıntı ve girintilerde saçılmaya uğrar ve bu cephedeki ses basınç seviyesinde genellikle artışa sebep olur. Yutucu malzemelerin belirlenen kritik yüzeylere uygulanmasıyla kentsel ortam ve iç mekanlardaki gürültü seviyelerinin azaltılabildiği görülmüştür.

4. SONUÇ

Çevresel gürültü seviyesini azaltmak için dış mekânın, balkon içi alanın ve balkona komşu olan iç mekânın akustik konforunu arttırmaya yönelik balkonların perdeleme etkisi pek çok araştırmacı tarafından çalışılmıştır. Çalışmalar doğrultusunda cephe tasarımlarında balkonların geometrileri binaların yola göre mesafeleri, yükseklik faktörünün etkisi ile gürültünün geliş açısı ve ses seviyesini azaltmak için ek olarak kullanılacak malzemeler çalışmaların odak noktaları olmuştur.

Gelecekte çalışmalarda önemi vurgulanan bu tasarım kriterleri literatürdeki örnekleri gibi yerinde ölçüm, ölçekli modellerle ölçüm ve teorik modelleri ile test edilerek çevresel gürültüye karşı koruma etkileri farklı kaynak gürültüleriyle de sınanmalıdır.

KAYNAKLAR

[1] Nugent, Colin & Blanes, Núria & Fons, Jaume & Sainz, Miquel & Ramos, Maria & Domingues, Francisco & van Beek, Annemarie & Houthuijs, Danny. (2014). Noise in Europe 2014. doi:10.2800/763331.

[2] World Health Organization. (2011). Burden of Disease from Environmental Noise. Quantification of Healthy Life Years Lost in Europe.

[3] European Environment Agency. (2020). Environmental Noise in Europe.

- [4] Van Kempen, Elise; Casas, Maribel; Pershagen, Göran; Foraster, Maria. 2018. WHO Environmental Noise Guidelines for the European Region: A Systematic Review on Environmental Noise and Cardiovascular and Metabolic Effects: A Summary. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 15.(2). 379.
- [5] Oldham, D.J., & Mohsen, E. A. (1979). The acoustical performance of self-protecting buildings. *Journal of Sound and Vibration*, 65(4), 557–581. [https://doi.org/10.1016/0022-460X\(79\)90903-9](https://doi.org/10.1016/0022-460X(79)90903-9)
- [6] de Kluizenaar, Y., Salomons, E.M., & Janssen, S.A., Lenthe, F.J., Vos, H., Zhou, H., Miedema, H.M.E., Mackenbach, J.P. (2011). Urban road traffic noise and annoyance: The effect of a quiet faade. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 130(4), 1936-42. doi:10.1121/1.3621180.
- [7] Tang, S. K. (2017). A Review on Natural Ventilation-Enabling Façade Noise Control Devices for Congested High-Rise Cities. *Applied Science*, 175(7). doi:10.3390/app7020175
- [8] Gilbert P. (1972). An Investigation of the Protection of Dwellings from External Noise through Facade Walls. [*Fransızca aslından İngilizceye çeviren National Bureau of Standards, Washington DC*].
- [9] El Dien, H. Hossam, & Woloszyn, P. (2005). The acoustical influence of balcony depth and parapet form: experiments and simulations. *Applied Acoustics*, 66(5), 533-551. doi: 10.1016/j.apacoust.2004.09.004
- [10] Tang, S.K. (2005). Noise screening effects of balconies on a building facade. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 118(1), 213-234. doi:10.1121/1.1931887
- [11] El Dien, H. Hossam, & Woloszyn, P. (2004). Prediction of the sound field into high-rise building facades due to its balcony ceiling form. *Applied Acoustics*, 65(4), 431-440. doi: 10.1016/j.apacoust.2003.11.002
- [12] May, Daryl N. (1979). Freeway noise and high-rise balconies. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 65(3), 699-705. doi: 10.1121/1.382482
- [13] Lee, P.J., Kim, Y.H., Jeon, J.Y. & Song, K.D. (2007). Effects of apartment building facade and balcony design on the reduction of exterior noise. *Building and Environment*, 42(10), 3517-3528. doi: 10.1016/j.buildenv.2006.10.044
- [14] Badino, E., Manca, R., Shtrepi, L., Calleri, C., & Astolfi, A. (2019). Effect of façade shape and acoustic cladding on reduction of leisure noise levels in a street canyon. *Building and Environment*, 157, 242-256. doi: 10.1016/j.buildenv.2019.04.039

PROCEEDINGS BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

STUDYING THE IMPACT OF CRUMB RUBBER ON THE SETTING TIME OF SELF-COMPACTING MORTAR**Süleyman İPEK**

Department of Architecture, Bingöl University ORCID: 0000-0001-8891-949X

Kasım MERMERDAŞ

Department of Civil Engineering, Harran University ORCID: 0000-0002-1274-6016

ABSTRACT

The aim of the study herein is to investigate the possibility of the reuse of the fine rubber particles, waste material obtained during the retreading of the utilized tires, in self-compacting mortar (SCM) manufacturing. For that purpose, the fine rubber particles, named crumb rubber, at various substitution levels were incorporated into the SCM as the fine aggregate. The SCM mixtures were designed at the water-to-binder ratio of 0.44, with the total binder content of 460 kg/m³ of which 20% was class F fly ash. The natural sand employed in the manufacturing of the SCM batches was replaced with crumb rubber at the substitution levels of 0, 5, 10, 15, 20, and 25% by aggregate volume. In this way, 6 SCM batches were designed and their initial and final setting times, as well as slump flow diameter and V-funnel flow time, were examined. Apart from the fresh characteristics, the compressive strength, the most important fundamental feature, of the mortars was tested at the age of 3, 7, 28, 56, and 90 days to monitor the strength development. The experimental investigations revealed that replacing the crumb rubber with natural sand negatively influenced the slump flow diameter and V-funnel flow time of the mortars. Also, the retardation in both, initial and final setting times, was observed by increasing the crumb rubber substitution level. Although there was an adverse effect of the crumb rubber usage on the fresh properties and setting times of mortars, the results are within acceptable intervals when compared with the literature. Besides, a systematical decrease in the compressive strength was observed by increasing the crumb rubber substitution level.

Keywords: Crumb rubber; Fresh properties; Recycling; Self-compacting mortar; Setting time.

ÖZET

Buradaki çalışmanın amacı kullanılmış araç tekerleklerine kaplama yapılırken açığa çıkan atık malzeme olan ince lastik parçacıklarının kendiliğinden yerleşen harç (KYH) üretiminde yeniden kullanım olanağını incelemektir. Bu amaçla, kırıntı lastik olarak adlandırılan ince lastik parçacıkları çeşitli ikame oranlarında KYH’ta ince agrega olarak kullanıldı. KYH karışımları, 20%’si F sınıfı uçucu kül olan 460 kg/m³ toplam bağlayıcı oranıyla 0.44 su/bağlayıcı oranında tasarlandı. KYH karışımlarının üretiminde kullanılan doğal kum, toplam agrega hacminin %0, 5, 10, 15, 20 ve 25 ikame oranlarında kırıntı lastiği ile yer değiştirildi. Bu şekilde, 6 KYH karışımı tasarlandı ve bunların priz başlangıç ve bitiş sürelerinin yanı sıra slump akış çapı ve V hunisi akış süreleri incelendi. Taze özellikleri dışında, harçların en önemli temel özelliği olan basınç dayanımı 3., 7., 28., 56. ve 90. günlerinde basınç gelişimini izleyebilmek amacıyla test edildi. Deneysel incelemeler kırıntı lastiği doğal kum ile yer değiştirmenin harçların slump akış çapı ve V hunisi akış süresini olumsuz şekilde etkilediğini ortaya çıkardı. Ayrıca, kırıntı lastik ikame seviyesinin artırılmasıyla hem priz başlangıcı hem de priz bitiş sürelerinde bir gecikme gözlemlendi. Kırıntı lastik kullanımının, harçların taze özellikleri ve priz alma süresi üzerine olumsuz etkileri olsa da, sonuçlar literatürle kıyaslandığında kabul edilebilir aralıklardaydı. Bununla birlikte, basınç dayanımında, kırıntı lastik ikame seviyesinin artırılmasıyla sistematik bir azalma gözlemlendi.

Anahtar kelimeler: Kırıntı lastik; Taze özellikleri; Geri dönüşüm; Kendiliğinden yerleşen harç; Priz süresi.

1. INTRODUCTION

The waste pile has become a worldwide problem in the 21st century. In general terms, the waste materials storage to the uncontrolled sites is augmenting by giving rise to an environmentally hazardous problem. One of the most common, known, and hazardous contaminant materials is waste tires of the vehicles. Since the natural decomposition of the rubber tires takes a good long time, its reuse (or recycle) is an urgent subject of very high concern [1]. A wide range of recycling methods has been developed and proposed to recycle waste tires of the vehicles. Burning waste tires is the easiest way to get rid of waste tires. Because this way is known as energy recovery providing a relatively high amount of heat which is similar to that of coal [2]. However, due to releasing a high amount of toxic, contaminant, and hazardous gases by burning waste tires, it has been forbidden or limited by laws in many countries [2,3]. This circumstance has obliged the people to seek another means for environmentally friendly reuse (or recycle) of waste tires. In this context, the retreading of the utilized tires is a prevalent and effective recovery way of the waste tires, in particular the tires of the trucks. But during the recapping of the utilized tires of the trucks, fine material named as the crumb rubber is liberated as the tire surface is scraped [4]. This recovering way can be considered an impressive, serviceable, and functional method, in spite of the fact that it causes the manufacturing of the waste by-product materials during the application. Besides, the application of this recycling method conduces the production of affordable tires for vehicles and reduces the demand for newly manufactured vehicle tires. In order to increase the efficiency of this recovering method, the fine material, namely crumb rubbers, produced during the scraping of the utilized tires can be employed in the manufacturing of the cement-based construction materials, and in this regard, an environmentally friendly construction material may be obtained as a consequence.

Today, there is a great interest in eco-friendly construction materials thanks to their high energy efficiency, a lower negative impact on nature and the environment as well as human well-being [5]. In the construction industry, there may be a wide range of utilization areas of the materials that can be considered as eco-friendly. In this context, producing eco-friendly cement-based construction materials such as concrete, mortar, etc. is one of the greatest goals of the researchers studying this subject. At that point, reusing waste materials in cement-based composite production is an effective way of achieving eco-friendly building material.

Fly ash is a powdery byproduct substance captured by emissions control filters during coal combustion to generate electricity [6]. This byproduct substance has been reused in the production of cement-based construction materials as the binder in order to achieve environmentally friendly construction material. Utilization of the fly ash in the manufacturing of cement-based materials such as concrete, mortar, etc. has not only economic and environmental impacts but also a curative effect on the performance of such construction materials. Especially in the manufacturing of self-compacting concrete and mortar, the fly ash utilization has a significant influence on the fresh properties [7-10]. Apart from fly ash, tire rubber was also employed in the manufacturing of such construction materials with limited proportions to attain eco-friendly cement-based building materials [4,10]. It was reported that incorporating the waste rubber into the concrete and/or mortar as aggregate has negative impacts on fresh properties, mechanical performance as well as durability characteristics of such materials [4,10,11].

Herein, in light of the aforementioned, it was aimed to investigate the properties of eco-friendly self-compacting mortar (SCM) mixtures containing fly ash and crumb rubber. For this reason, the SCM mixtures were designed at the water-to-binder ratio of 0.44, with the total binder content of 460 kg/m³ of which 20% was class F fly ash. The natural sand employed in the manufacturing of the SCM batches was replaced with crumb rubber at the substitution levels of 0, 5, 10, 15, 20, and 25% by aggregate volume. In this regard, 6 SCM batches were designed and their initial and final setting times, as well as slump flow diameter and V-funnel flow time, were examined. Apart from the fresh characteristics, the compressive strength of the mortars was measured at the age of 3, 7, 28, 56, and 90 days to show strength development.

2. EXPERIMENTAL PROGRAM

2.1 Materials

In the production of the self-compacting mortar (SCM) mixtures, commercially available Portland cement, locally available class F fly ash, natural sand, No.18 and No.5 crumb rubber, and superplasticizer were employed. CEM I 42.5R type Portland cement (conforming TS EN 197-1 [13]) and class F fly ash (conforming ASTM C618 [14]) were used as the binder material of which chemical compositions and physical properties are presented in Table 1.

Table 1

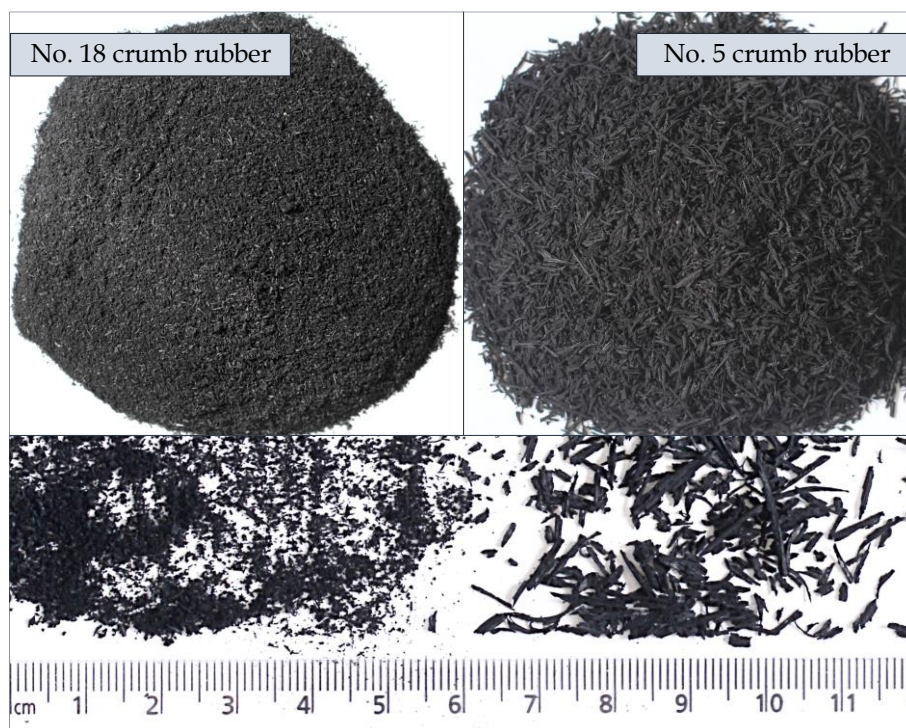
Chemical compositions and physical properties of Portland cement and class F fly ash

Chemical compositions, %	Portland cement	Fly ash
CaO	62.6	2.2
SiO ₂	20.2	57.2
Al ₂ O ₃	5.3	24.4
Fe ₂ O ₃	4.0	7.1
MgO	2.8	2.4
SO ₃	2.7	0.3
K ₂ O	0.9	3.4
Na ₂ O	0.2	0.4
Loss of ignition	3.0	1.5
Physical properties		
Specific gravity, kg/m ³	3.15	2.00
Fineness, m ² /kg*	326	379

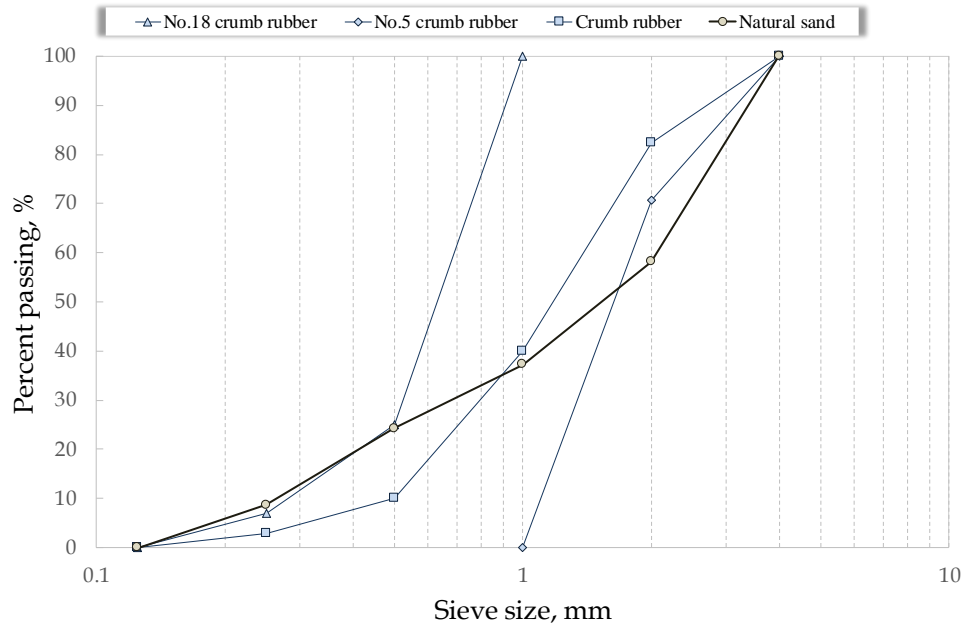
*Blaine specific surface area

The superplasticizer with a specific gravity of 1.07 used in the production of the SCM mixtures was the polycarboxylic ether type acting by the steric hindrance effect [15].

The natural river sand with a specific gravity of 2.60 and a maximum particle size of 4 mm was utilized in the SCM mixture manufacturing. The crumb rubber employed in the mortar production was the mixture of two different sized crumb rubber, denoted as No.18 crumb rubber and No.5 crumb rubber, of which photography display is given in Figure 1a. The No.18 and No.5 crumb rubber types were mixed at certain levels to achieve a crumb rubber having a gradation curve similar to that of the natural river sand. The sieve analysis results of natural river sand, No.18, No.5, and mixed crumb rubbers are given in Figure 1b. The specific gravities of the No.18 and No.5 crumb rubber types were, respectively, 0.50 and 0.67. Besides, as seen in Figure 1a, the No.5 crumb rubber is the coarse type crumb rubber passing from a 4-mm sieve and retaining on a 1-mm sieve while the No.18 crumb rubber is the fine type that passes from a 1-mm sieve.



(a)



(b)

Figure 1. (a) the photography display of No.18 and No.5 crumb rubbers and (b) the sieve analysis of the crumb rubbers and natural sand

2.2 Mortar mixture design

The SCM mixtures cast in this study were designed at the water-to-binder (w/b) ratio of 0.44, with the total binder content of 460 kg/m^3 of which 80% was Portland cement and 20% was class F fly ash. The natural sand was substituted with crumb rubber at the substitution levels of 0, 5, 10, 15, 20, and 25%. In this way, a total of six SCM mortars of which mix proportions are presented in Table 2 were designed. The SCM mixture not containing rubber was chosen as the control mixture. The mixture ID for each mortar mixture was designated regarding the crumb rubber substitution levels. For instance, the mortar mix with a mixture ID of CR15 means the SCM mixture involving 85% natural river sand and 15% crumb rubber. Besides, the superplasticizer content was kept constant in all mortar mixtures in order to eliminate its influence on the setting time. As can also be determined from Table 2, the superplasticizer content was 0.5% of total binder content by mass.

Table 2

Mix proportions for self-compacting mortars, kg/m^3

Mix ID	w/b	Cement	Fly ash	Water	Natural sand	Crumb rubber	Superplasticizer
CR0	0.44	368	92	202.4	1524.2	0.0	2.3
CR5	0.44	368	92	202.4	1448.0	19.2	2.3
CR10	0.44	368	92	202.4	1371.8	38.4	2.3
CR15	0.44	368	92	202.4	1295.6	57.6	2.3
CR20	0.44	368	92	202.4	1219.4	76.8	2.3
CR25	0.44	368	92	202.4	1143.1	96.0	2.3

2.3 Mortar mixture casting and specimen preparation

During the production of all mortar mixtures, the same casting sequence and process was followed to obtain the same homogeneity and uniformity. A power-driven revolving pan mixer was employed in the manufacturing of the SCM mixtures. Act upon the casting procedure, in the beginning, the natural river sand and crumb rubber were placed into the mixer, and right after, the pan was allowed to revolve for one minute to attain a homogeneously mixing of sand and rubber materials (in the control mixture this step was passed).

Then, almost half of the mixing water was poured into the mixer so as to wet the homogeneously mixed natural river sand and crumb rubber. Subsequently, the mixing pan rotated for another one minute. Afterward, the watery materials, for one minute, were left for absorbing the water. Following, the binder, in other words, the mix of Portland cement and fly ash, was added to the mixer, and the mixing pan was rotated for an extra one minute. Thereafter, the superplasticizer was mixed with the remaining water and they were poured into the mixer, and then the mixing pan was allowed to revolve for three minutes. In final, the fresh mortar was kept at rest for two minutes and it was mixed to complete the mortar production for two more minutes after resting. As soon as the mortar was produced, the fresh state tests such as mini-slump flow diameter and mini V-funnel flow time tests were performed. During performing the fresh state tests, the bleeding and segregation were visually investigated, and no bleeding and/or segregation in the SCM mixtures were detected. Besides, three 50-mm cubic specimens for each age were taken to test for the compressive strength at the ages of 3, 7, 28, 56, and 90 days. The compressive strength specimens were kept in the laboratory condition for 24 hours, and then, they were demolded and put in the water, thus cured till the testing age. Additionally, one 100-mm cubic specimen was also taken to determine the initial and final setting times of the SCM mixtures.

2.4 Test procedures

The fresh state properties of the SCM mixtures were determined in terms of mini-slump flow diameter and mini V-funnel flow time tests of which test apparatus was schematically indicated in Figures 2a and 2b, respectively. Both tests were applied by following the EFNARC (European Federation for Specialist Construction Chemicals and Concrete Systems) [16] specifications and guidelines for self-compacting concrete.

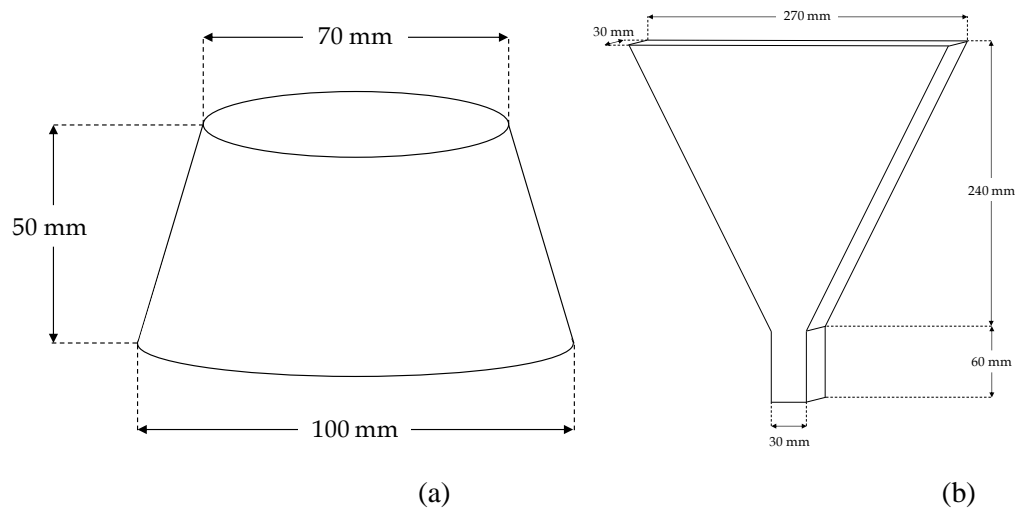


Figure 2. Schematic representation of: (a) mini-slump flow and (b) mini V-funnel flow test apparatus

The initial and final setting times of the SCM mixtures produced in the current study were determined in accordance with the ASTM C403 [17] by using the apparatus shown in Figure 3.



Figure 3. The penetration resistance test apparatus

The compressive strength of the SCM mixtures was measured on the 50-mm cubic specimens in accordance with ASTM C109 [20]. For each testing age, three 50-mm cubic specimens were tested and the average of them was submitted.

3 RESULTS AND DISCUSSION

The variation in the slump flow diameter of SCM mixtures concerning the crumb rubber substitution level is shown in Figure 4. The results revealed that increasing the crumb rubber content in SCM production tends to decrease the slump flow diameter. Senouci and Eldin [21] attributed this behavior of rubber aggregates to its higher friction comprising in the paste by the existence of rubber particles. In another saying, the decrease in the flowability of concrete or mortar is caused by playing an interlocking role of the rubber particles that block the flow of the paste under its weight [21,22]. Additionally, Bing and Ning [23] also observed a reduction in the flowability of cement-based composites by the rubber utilization and increase of its content. They predicated it on the surface texture of the rubber particles that increase the friction between the particles. The highest slump flow diameter of 282.5 mm was measured in the CR0 mixture whereas the lowest diameter value of 242.5 mm was observed in the CR25 mixture. Increasing the crumb rubber content from 0 to 25% caused to about a 14% decrease in the slump flow diameter.

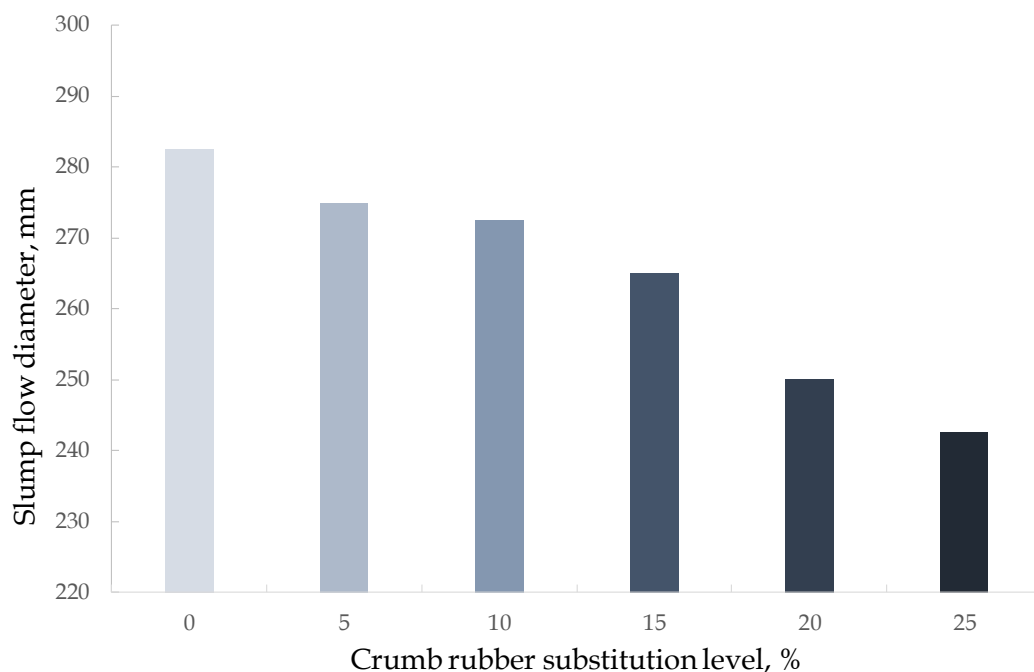


Figure 4. Variation in slump flow diameter of SCM mixtures in regard to crumb rubber substitution level

A similar finding was obtained in the V-funnel flow time results. In other words, crumb rubber utilization retarded the flowing time of the SCM mixtures. The variation in the V-funnel flow time versus the crumb rubber content is presented in Figure 5. The V-funnel flow time values ranging between 12 and 20 seconds were observed in this study. As seen from the figure, an almost linearly increasing in the flowing time was attained by increasing the crumb rubber substitution level. The lowest flowing time was seen in the control mixture, namely the CR0 mixture, while the highest flowing time was taken in the mortar manufactured with the 25% crumb rubber content. When the crumb rubber substitution level was increased from 0 to 25%, a 60% retardation in the mortar flowability was measured. There are two main reasons for this retardation: one is the blockage caused by the rubber particles that obstruct the flowing of mortar under its weight, the other reason is the lower specific gravity of rubber particle that causes lighter mortar, thus causing retardation in the flowing of the mortar under its own weight.

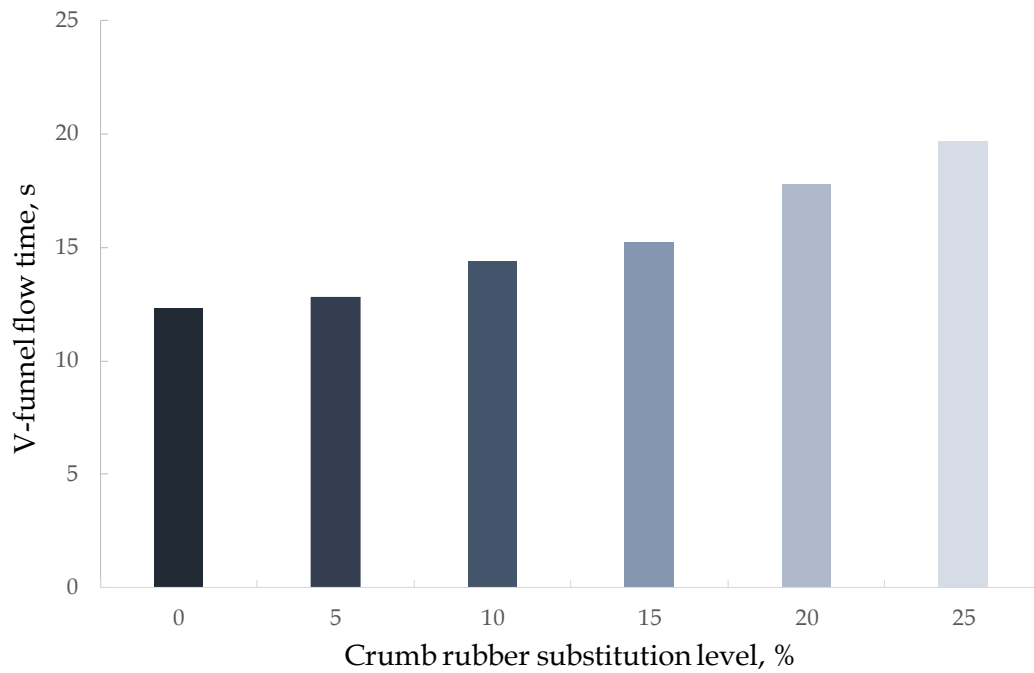


Figure 5. Variation in V-funnel flow time of SCM mixtures in regard to crumb rubber substitution level

The influence of crumb rubber on the initial and final setting times is indicated in Figure 6. The initial setting times changing between 540 and 840 minutes were determined for the mortar mixtures produced in the current study, whereas the final setting times determined in this study were between 810 and 1130 minutes. The lowest initial and final setting times of 540 and 810 minutes, respectively, were obtained in the SCM mixture not containing crumb rubber. Saikia et al. [24] examined the initial and final setting times of standard mortar mixture that involves 450 kg of cement, 225 kg of water, and 1350 kg of sand, and they found them as 323 and 405 minutes, respectively. Güneysi [10] reported that the utilization of mineral admixtures significantly retards the setting times of concrete. A similar finding of the impact of mineral admixtures on setting times of mortar was notified by Khaleel and Razak [25]. In this study, they experimentally determined the initial and final setting times of mortar produced at a w/b ratio of 0.32, with various fly ash contents. Act upon finding reported in this study, the initial and final setting times of plain mortar were, respectively, about 300 and 500 minutes, while they were approximately 480 and 560 minutes for the mortar containing 20% fly ash. Besides, it is well known about the setting times of mortar that increasing the cement content and decreasing the water-to-binder ratio systematically decreases the setting times. In light of this information, it can be concluded that the initial and final setting times for the CR0 mixture are in the normal range.

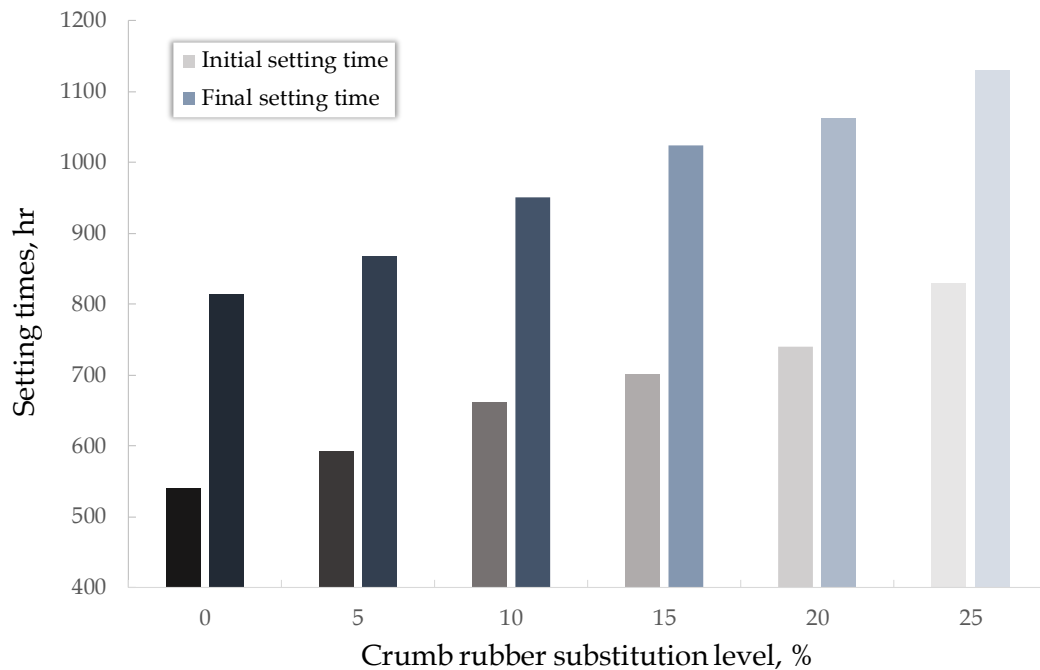


Figure 6. Crumb rubber impact on the initial and final setting times of the SCM mixtures

Also, it was found that the crumb rubber utilization and increasing its content caused retardation in setting times. In another saying, the results show there is an increasing trend in both, initial and final setting times by increasing the crumb rubber substitution level. A similar effect of crumb rubber on setting times was stated by Güneyisi [10]. In this study, the self-compacting concrete mixtures including crumb rubber were tested for initial and final setting times by following the ASTM C403 [17]. In the mixture series produced with 20% fly ash, the initial setting time increased from about 620 to 1050 minutes when the crumb rubber content was increased from 0 to 25%. Meanwhile, the final setting time for the same mixtures also raised from almost 730 to 1180 minutes. Besides, Al-Akhras and Smadi [26] studied the properties of mortar containing tire rubber ash. They also observed retardation in the setting times of mortar with increasing the rubber ash content, and they predicated this retardation caused by the rubber ash utilization to the presence of zinc in the rubber ash. The reason behind the increase in the initial and final setting times determined in the current study may also be the possible presence of zinc in the crumb rubber, especially the No.18 crumb rubber.

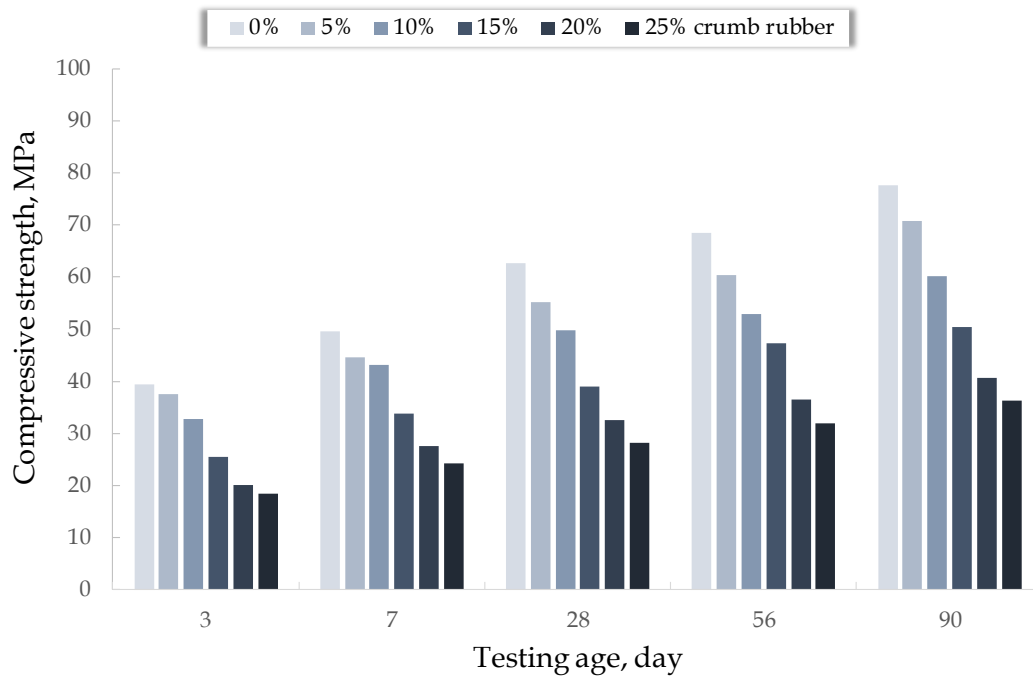
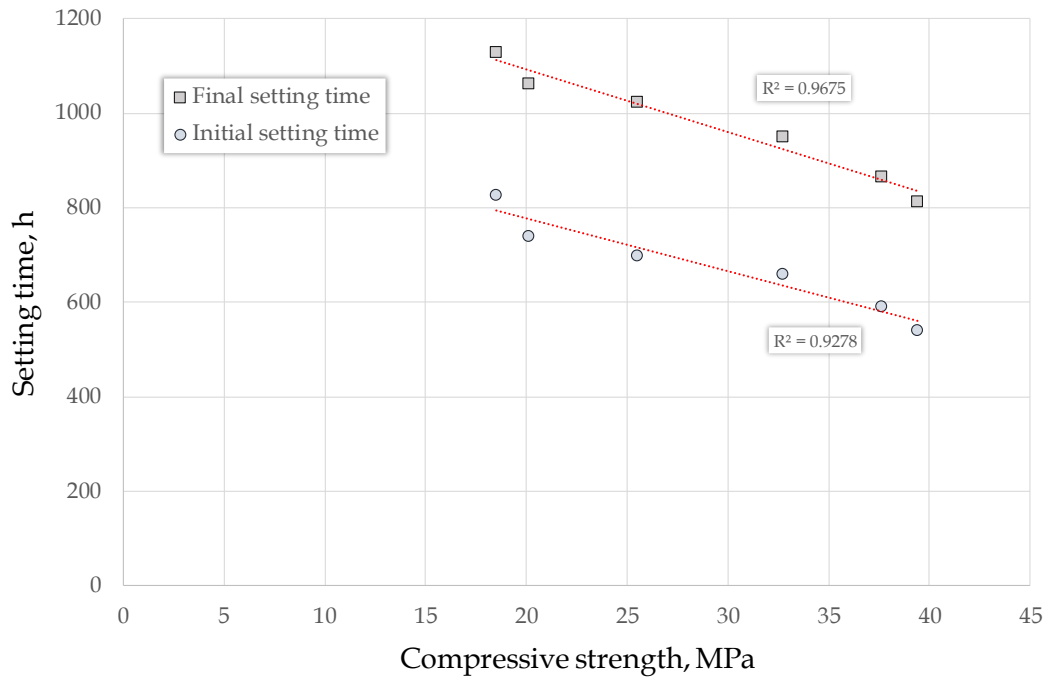
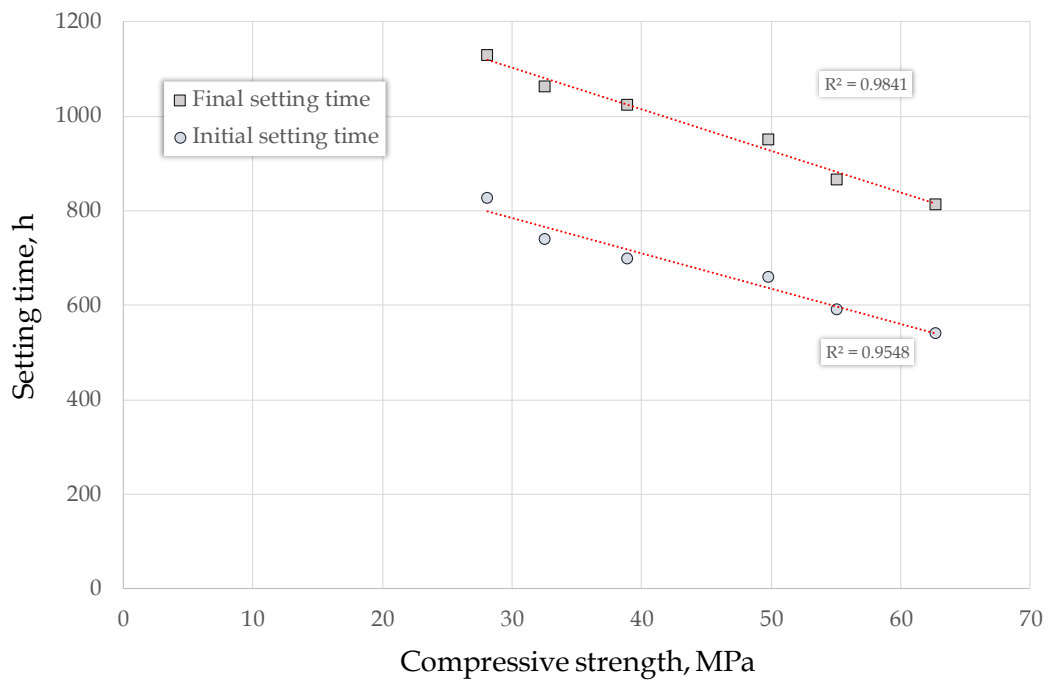


Figure 7. Compressive strength development of the SCM mixtures by crumb rubber substitution level

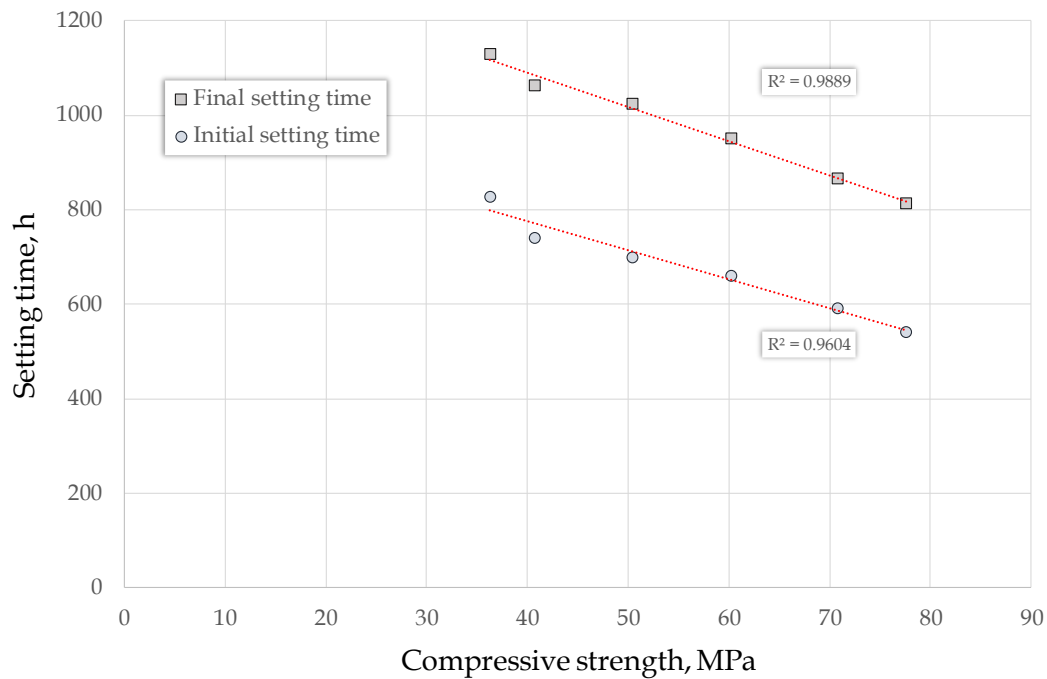
The variation in the time-dependent strength development of the SCM mixtures in accordance with the crumb rubber substitution level is given in Figure 7. The figure illustrates that substituting the natural river sand with the crumb rubber resulted in a systematic decrease in the compressive strength at each testing age. The 3-day, 7-day, 28-day, 56-day, and 90-day SCM compressive strengths were 39.4, 49.5, 62.7, 68.5, and 77.6 MPa, respectively. About 53±2% reduction in the compressive strength of SCM mixtures was observed when the crumb rubber substitution level was increased from 0 to 25%. The lowest compressive strength values at each testing age were measured in the CR25 mixture. The 3-day compressive strength value of the CR25 mixture was about 18.5 MPa, whereas 28-day and 90-day strength values were 28.1 and 36.3 MPa, respectively. The decrease in the 28-day compressive strength was about 12, 21, 38, 48, and 55% when the natural river sand was substituted with the crumb rubber at the levels of 5, 10, 15, 20, and 25%, respectively. Although a decrease in the compressive strength was observed by the use of crumb rubber, it is well-known that the rubberized mortar performs ductile failure [3,27]. A similar negative impact of rubber utilization was reported in the previous researches [4,10-12,27]. The primary reason behind the decrease in the compressive strength due to crumb rubber employing is rubber particles' being soft. For this reason, replacing the natural river sand with the crumb rubber leads to a decrease in the load-carrying capacity of the cement-based composites. However, the compressive strengths achieved for the SCM mixtures containing crumb rubber are in the acceptable range, and this means the crumb rubber at a certain level can be employed in the production of the eco-friendly construction material.



(a)



(b)



(c)

Figure 8. Relationship between the initial/final setting times and (a) 3-day, (b) 28-day, and 90-day compressive strength of SCM mixtures

In the final, the relationship between setting times and 3-day, 28-day, and 90-day compressive strengths was presented in Figures 8a, 8b, and 8c, respectively. The evaluation revealed that there is a strong relationship between both, initial and final setting times and compressive strength of the SCM mixtures. As regards these relationships, it can be stated that when setting time decreases the compressive strength of mortar increases. Besides, it was observed that the relationship between setting time and later-age compressive strength is stronger than that between early-age compressive strength. The R-squared values for the relationship between the initial and final setting times and 3-day compressive strength were, respectively, 0.9278 and 0.9675, whereas they were 0.9889 and 0.9604, respectively, for 90-day compressive strength.

4 CONCLUSIONS

Based on the finding above, the following conclusions can be done:

- The SCM mixtures can be produced by substituting the natural river sand with crumb rubber at various levels.
- The utilization of crumb rubber and increasing its content caused a decrease in slump flow diameter and retardation in V-funnel flow time. However, no bleeding and segregation were observed in the SCM mixtures manufactured in the current study.
- The crumb rubber caused also delaying in the initial and final setting times of the SCM mixtures. But setting times determined in the current study were compatible with the literature.
- The compressive strength results demonstrated that increasing the crumb rubber substitution level systematically decreased the strength of the SCM mixtures. Although there was a decrease in the compressive strength by an increase in the crumb rubber content, the 28-day compressive strength results were in the acceptable range for such types of mortar.
- The overall results revealed that despite the negative impact of the crumb rubber on the performance of the SCM, it can be employed in eco-friendly construction material production.

REFERENCES

- [1] İpek S, Diri A, Mermerdaş K (2020) Recycling the low-density polyethylene pellets in the pervious concrete production. *Journal of Materials Cycle and Waste Management*. <https://doi.org/10.1007/s10163-020-01127-x>.
- [2] Holka H, Jarzyna T (2017) Recycling of car tires by means of waterjet technologies. *AIP Conference Proceedings* 1822, 020008. <https://doi.org/10.1063/1.4977682>.
- [3] Siddika A, Al Mamun Md A, Alyousef R, Amran YHM, Aslani F, Alabduljabbar H (2019) Properties and utilizations of waste tire rubber in concrete: A review. *Construction and Building Materials*, 224: 711-731. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.07.108>.
- [4] Güneyisi E, Gesoğlu M, Mermerdaş K, İpek S (2014) Experimental investigation on durability performance of rubberized concrete. *Advances in Concrete Construction*, 2(3): 193-207. <http://dx.doi.org/10.12989/acc.2014.2.3.193>.
- [5] EPA/United States Environmental Protection Agency (2020) Consumer information on greener products and services. <https://www.epa.gov/greenerproducts/consumer-information-greener-products-and-services>. (access on 12.10.2020)
- [6] ACAA/American Coal Ash Association (2020) Fly ash. <https://www.acaa-usa.org/aboutcoalash/whatareccps/flyash.aspx>. (access on 12.10.2020)
- [7] Gesoğlu M, Güneyisi E, Kocabağ ME, Bayram V, Mermerdaş K (2012) Fresh and hardened characteristics of self compacting concretes made with combined use of marble powder, limestone filler, and fly ash. *Construction and Building Materials*, 37: 160-170. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2012.07.092>.
- [8] Choudhary R, Gupta R, Nagar R (2020) Impact on fresh, mechanical, and microstructural properties of high strength self-compacting concrete by marble cutting slurry waste, fly ash, and silica fume. *Construction and Building Materials*, 239: 117888. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.117888>.
- [9] Jain A, Gupta R, Chaudhary S (2020) Sustainable development of self-compacting concrete by using granite waste and fly ash. *Construction and Building Materials*, 262: 120516. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.120516>.
- [10] Güneyisi E (2010) Fresh properties of self-compacting rubberized concrete incorporated with fly ash. *Materials and Structures*, 43(8): 1037-1048. <https://doi.org/10.1617/s11527-009-9564-1>.
- [11] Gesoğlu M, Güneyisi E (2007) Strength development and chloride penetration in rubberized concretes with and without silica fume. *Materials and Structure*, 40: 953-964. <https://doi.org/10.1617/s11527-007-9279-0>.
- [12] Bignozzi MC, Sandrolini F (2006) Tyre rubber waste recycling in self-compacting concrete. *Cement and Concrete Research*, 36: 735-739. <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2005.12.011>.
- [13] TS EN 197-1 (2012) Cement – Part 1: Composition, specification and conformity criteria for common cements. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, Turkey.
- [14] ASTM C618-15 (2015) Standard specification for coal fly ash and raw or calcined natural pozzolan for use in concrete. ASTM International, West Conshohocken, PA.
- [15] Collepardi M (2005) Chemical admixtures today. *Proceedings of Second International Symposium on Concrete Technology for Sustainable February - Development with Emphasis on Infrastructure*, Hyderabad, India, 27 February – 3 March, pp. 527-541.
- [16] EFNARC (2002) Specification and guidelines for self-compacting concrete. Association House, UK.
- [17] ASTM C403/C403M-08 (2008) Standard test method for time of setting of concrete mixtures by penetration resistance. ASTM International, West Conshohocken, PA.
- [18] Ahmadi BH (2000) Initial and final setting time of concrete in hot weather. *Materials and Structures*, 33: 511-514. <https://doi.org/10.1007/BF02480528>.
- [19] Güneyisi E, Gesoğlu M, Ghanim H, İpek S, Taha I (2016) Influence of the artificial lightweight aggregate on fresh properties and compressive strength of the self-compacting mortars. *Construction and Building Materials*, 116: 151-158. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.04.140>.

- [20] ASTM C109/C109M-13 (2013) Standard test method for compressive strength of cylindrical concrete specimens. ASTM International, West Conshohocken, PA.
- [21] Senouci AB, Eldin NN (1993) Observation on rubberized concrete. *Cement, Concrete and Aggregates*, 1: 74-84. <https://doi.org/10.1520/CCA10590J>.
- [22] Mundo RD, Seara-Paz S, Gonzalez-Fonteba B, Notarnicola M (2020) Masonry and render mortars with tyre rubber as aggregate: Fresh state rheology and hardened state performances. *Construction and Building Materials*, 245: 118359. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.118359>.
- [23] Bing C, Ning L (2014) Experimental research on properties of fresh and hardened rubberized concrete. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 26. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)MT.1943-5533.0000923](https://doi.org/10.1061/(ASCE)MT.1943-5533.0000923).
- [24] Saikia N, Cornelis G, Cizer Ö, Vandecasteele C, Gemert DV, Balen KV, Gerven TV (2012) Use of Pb blast furnace slag as a partial substitute for fine aggregate in cement mortar. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 14: 102-112. <https://doi.org/10.1007/s10163-012-0043-3>.
- [25] Khaleel OR, Razak HA (2012) The effect of powder type on the setting time and self compactability of mortar. *Construction and Building Materials*, 36: 20-26. <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2012.04.079>.
- [26] Al-Akhras NM, Smadi MM (2004) Properties of tire rubber ash mortar. *Cement and Concrete Composites*, 26: 821-826. <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2004.01.004>.
- [27] Onuaguluchi O (2015) Effects of surface pre-coating and silica fume on crumb rubber-cement matrix interface and cement mortar properties. *Journal of Cleaner Production*, 104: 339-345. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.04.116>.

PROCEEDINGS BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

TREND ANALYSIS OF PRECIPITATION AND TEMPERATURE IN ERBIL, IRAQ**Assoc. Prof. Dr. Veysel GÜMÜŞ**

Harran University, Faculty of Engineering, Civil Engineering Department, ORCID ID: 0000-0003-2321-9526

Ramyar Sabah ISMAEL

Harran University, Faculty of Engineering, Civil Engineering Department, ORCID ID: 0000-0002-2718-2858

Assist. Prof. Dr. Oğuz ŞİMŞEK

Harran University, Faculty of Engineering, Civil Engineering Department, ORCID ID: 0000-0001-6324-0229

ABSTRACT

Rising temperatures have become more of an issue among societies and governments worldwide because of climate changes. The trend analysis of hydro-meteorological variables provides reliable outcomes for better planning and management of water resources. Precipitation is considered the key component of the hydrological cycle that influences water resources directly and affects streamflow, soil moisture and groundwater reserves. Analysis of precipitation and temperature for a region can provide adequate planning and management of water resources. In this study, trend analysis of annual and monthly data for precipitation and temperature (Max, Min and Mean) is conducted with Mann-Kendall and Spearman's Rho methods for Erbil station of Iraq. The slope of trend calculated with Sen's slope method. As a result of the analysis, a significant decreasing trend is determined for Erbil station in March, May, June, October, November and December. An increasingly significant trend is determined only in July. According to trend slopes, the highest decrease is determined as 2.99 mm / year in March. Finally, the variations in precipitation and temperature data in Erbil station during 1975 to 2015 are examined in detail.

Keywords: Precipitation, trend analysis, temperature, Mann-Kendall, Erbil

PROCEEDINGS BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF THE EFFECT OF ALCOHOL (METHANOL) ADDED TO DIESEL BIODIESEL MIXTURE FUELS ON DIESEL ENGINE EMISSIONS**Erdal ÇILGIN**

Dr. Dicle University Vocational School of Technical Sciences, Department of Motor Vehicles and Transportation Technologies, orcid. 0000-0002-9957-6266

SUMMARY

Due to the fact that crude oil resources are only located at certain points on the earth and these resources will be depleted in the very near future, studies of researching various alternative motor fuels to traditional fuel sources have intensified without making significant changes in the current engine technology. These alternative fuels are mainly; alcohol, natural gas, liquefied petroleum gas, hydrogen and biomass. In this study, first of all, biodiesel was produced from micro-algae with proven efficiency as a biodiesel source. The biodiesel obtained was mixed with diesel fuel in the form of 80% diesel and 20% micro algae biodiesel. [MB-10M] experimental fuels were obtained by adding 5% Methanol into this mixture fuel [MB-5M] and adding 10% Methanol. Then, these experimental fuels (DF, MB-5M and MB-10M) were tested in a four-stroke diesel engine, and specific fuel consumption and emission values were measured. In the results obtained, it was determined that the increase in the methanol ratio in the mixture fuel increased the specific fuel consumption. Looking at the diesel engine exhaust emission results, it was determined that HC and CO emissions increased with methanol added to the mixed fuel, but NO_x emission decreased.

Keywords: Methanol, Biodiesel, Diesel engine, Exhaust emission**1. INTRODUCTION**

Although some alternative or non-fossil fuel sources are used in automobile technologies used today, it still uses fossil fuels intensively in automobile vehicle engines. It is known that the type of energy defined as fossil fuel, plant and animal wastes are formed as a result of thermochemical reactions under the ground for millions of years. However, the wastes involved in this underground process have occurred in certain parts of the earth and the regions other than this are deprived of this energy form. These animal and plant wastes, which are subject to the thermochemical process, have limited reserves to be formed, and a transformation that takes millions of years shows that this is a non-renewable energy type. In addition, fossil fuels have risks for the environment and life as a result of their intense consumption. These risks can be considered as the main factors that adversely affect the living and environment such as the increase in the carbon dioxide value in the air, global climate changes, acid rain, global warming. In other words, the main source of the fight against problems such as global warming and climate change, which almost all countries of the world have included in the state policies, are actually the emission products that come out with the consumption of fossil fuels, whose consumption accelerates with the increasing population and developing industry. The main methods of overcoming these problems are to innovate in fossil fuel or fossil fuel combustion systems. Using alternative fuels other than traditional fuels means improvement in terms of combustion and emission products indirectly by changing the fuel. Natural gas, liquid petroleum gas, vegetable-containing fuels (biodiesel) and alcohols are alternative fuels that can be used directly in internal combustion engines or by mixing with motor fuels in certain proportions [1] - [2] In this experimental study, firstly, biodiesel, which is seen as an alternative fuel source, was produced. . As a biodiesel source, Chlorella protothecoides, one of the micro-algae with high efficiency, was used. The obtained micro-algae-based biodiesel was mixed with the reference diesel fuel at the rate of% volumetrically, and this mixture was obtained by adding 5% and 10% by volume of methanol, which

is used as another alternative fuel source, into the fuel, and the MB-5M, MB-10M fuels and diesel the reference fuel has been tested in a diesel engine.

2. Fuel Resources Used

2.1. Micro Algae

Micro algae are defined as single-celled creatures capable of photosynthesis. Micro algae can survive in fresh waters and seas. Its dimensions are approximately 3-10 micrometers. Micro algae produce about half of the oxygen in the atmosphere. There are hundreds of thousands of different types of micro algae. The most common types of microalgae are diatoms, green algae, and golden algae. Micro algae, also called third generation biofuel technology, are microorganisms that contain protein, carbohydrate, lipid and vitamins. Micro algae have very common usage areas. Figure 1. There is an image of micro alga *Chlorella protothecoides*. It is known that the oil productivity of micro algae varies between 15 and 77% [3].

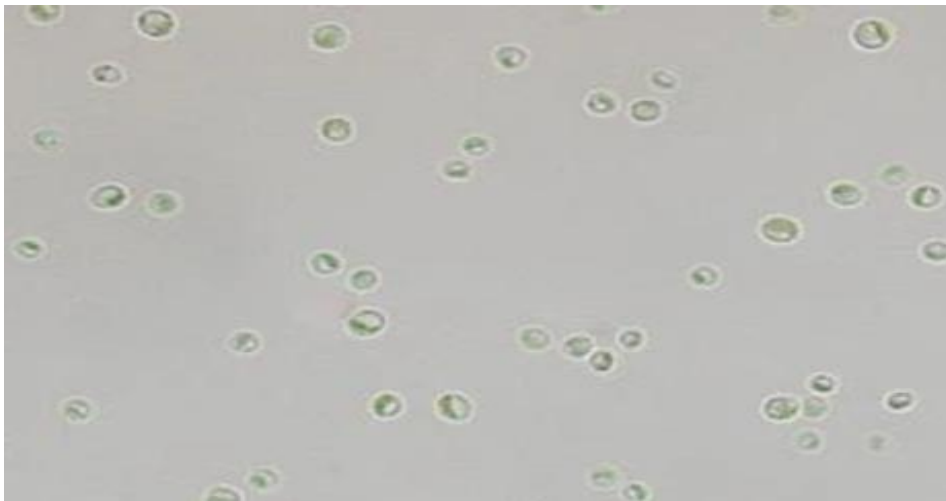


Figure 1. Image of micro alga *Chlorella protothecoides*

2.2 Methanol (CH₃OH)

Methanol has a wide range of uses as fuel and chemicals. Methanol can be used as vehicle fuel, alone or mixed with other fuels. It is used in the production of many substances such as formaldehyde, dimethyl ether, acetic acid, olefins. Most formaldehyde producers and acetic acid producers use methanol. It is produced from synthesis gas obtained from methanol, natural gas or coal. Today, 90% of it is produced from natural gas. This substance is also called wood spirit because it can be obtained by heating and distilling wood in an airless environment. Methanol, the most produced alcohol today, is used as fuel and as a solvent as well as in the synthesis of many other substances.

3. MATERIAL METHOD

Preparations for the experiment started with the formation of fuels. *Chlorella protacties*, one of the microalgae species, were preferred as a bio diesel source due to its efficiency. Micro algae oil has been transesterified and converted into biodiesel. The transesterification scheme is presented in Figure 2. Biodiesel [B-100] was added to [DF] fuel at a rate of 20% by volume and [B-20] fuel was obtained. Then, 5% and 10% methanol by volume was added to the [B-20] fuel and [MB-5M] and [MB-10M] fuels were obtained. The experiments technical specifications of the experimental fuels obtained were made in the test engine presented in Table 1.

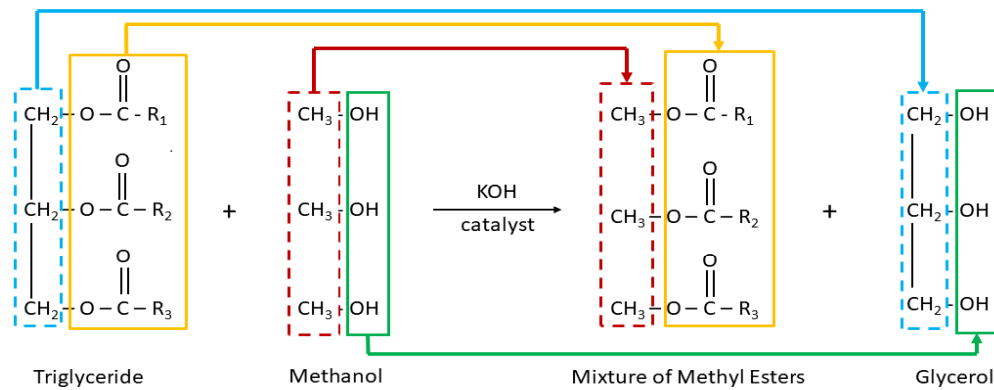


Figure 2. Transesterification Reaction Scheme

Table 1. Technical Specifications of the Test Engine

Manufacturer NWK22
Motor Power @ 1500d / d 18kW
Cooling system Water cooled
Suction system Naturally aspirated
Engine model 4DW81-23D
Stork (mm) 85x100
Number of cylinders 4
Spraying system Direct Injection
Compression ratio 17: 1

3.1. Specific Fuel Consumption

If the mass of the fuel consumed by the internal combustion diesel test engine per unit time is taken as B [kg / h], the specific fuel consumption (ATC) can be obtained from the equation given below.

$$B_e: B/N_e : \text{kg Fuel/kwh} \quad (1)$$

In order to make this calculation, it is first calculated with a timer how many seconds the fuel in a scaled container added to the fuel installation of the engine is consumed. For example, if [Dv] cm³ fuel was spent at Dt [s], the amount of fuel consumed by the test engine in 1 hour,

$$B: Dv: 10^{-3} \cdot 3600 / Dt. q_{\text{fuel}} [\text{kg fuel/hour}]$$

After the fuel consumed by the engine in 1 hour is thus found, the ÖYT value is calculated from (1). The specific fuel consumption changes of the test fuels depending on the load are presented in figure 3. When Figure 3. is examined, it is seen that the specific fuel consumption of [MB-5M] fuel is 1.08% more g / kWh compared to the {DF} fuel. determined. Thermal values of alcohols are less than diesel fuel. The reason for this is that they contain oxygen in their body. It is known that the energy released as a result of the breakdown of the bond made by oxygen is less than the bonds made by hydrogen and carbon, so its thermal energy is low [4] - [5]. This can be explained by the fact that [MB-5M and MB-10M] fuels consume more specific fuel than DF fuel.

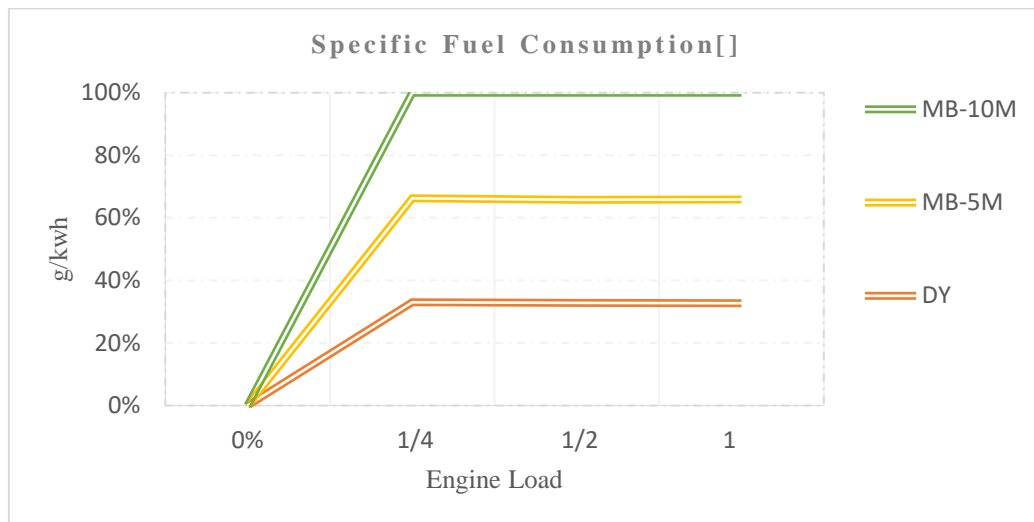


Figure 3. Specific fuel consumption changes

4. Experiment Exhaust Emission Results:

Four-stroke internal combustion engines are engine types in which one cycle of the piston is completed in four stages. Working Principle, In order to obtain work in internal combustion engines, first of all, the chemical energy of the fuel taken into the cylinder must be converted into heat energy, then this heat energy must be converted into mechanical energy. The cycle is completed by going through the following processes. With the movement of the piston from the upper dead point to the lower dead point, the mixture fills into the cylinder (fuel in diesel engines, air / fuel in gasoline engines) and this stage is expressed as the suction time. In the second stage, the cylinder moves from the lower dead point to the upper dead point, the intake filling (valves closed) compresses, the temperature and pressure increase, this stage is called the compression time. In the third stage, combustion is provided by fuel and / or spark plug spark by firing on the filling with increased compressed temperature and pressure, and as a result of the volume expansion, the piston moves to the bottom dead point and turns the crankshaft, this time is called work or expansion. Finally, the piston moves from the lower dead point to the upper dead point and transfers the internally burnt exhaust gases out of the exhaust line. This transferred exhaust gas contains CO₂, H₂O, N₂, O₂ and a significant amount of CO, HC, NO_x and soot in diesel engines. Figure 4 is an internal combustion four-stroke engine cycle.

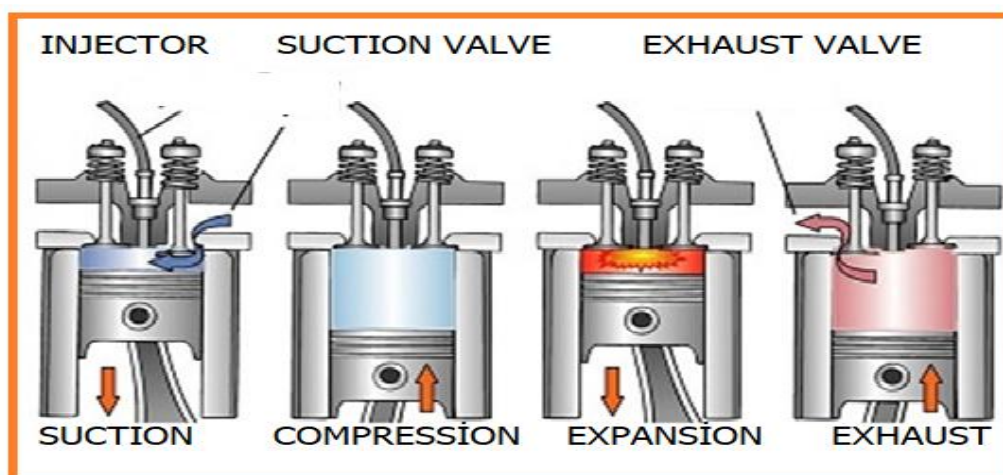


Figure 4. Diesel engine times

4.1. Carbon Monoxide

Carbon monoxide (CO) emission is the type of emission resulting from the incomplete combustion of fuels containing carbon [6]. This type of emission cannot be noticed during the poisoning process because it is colorless, odorless and tasteless [11]. Motor vehicles are in the first place among the sources that produce this emission due to their carbon monoxide values. When the carbon monoxide changes are examined in Figure 5, it is observed that the [CO] values of [MB-10M] fuel increased by 23.52% on average compared to [DF], and the [CO] values of [MB-5M] fuel compared to [DF] were 16.66%. It appears to increase. The main reason for the increase in CO emissions with the addition of alcohol in the fuel is the high evaporation temperature of the alcohol used. [7].

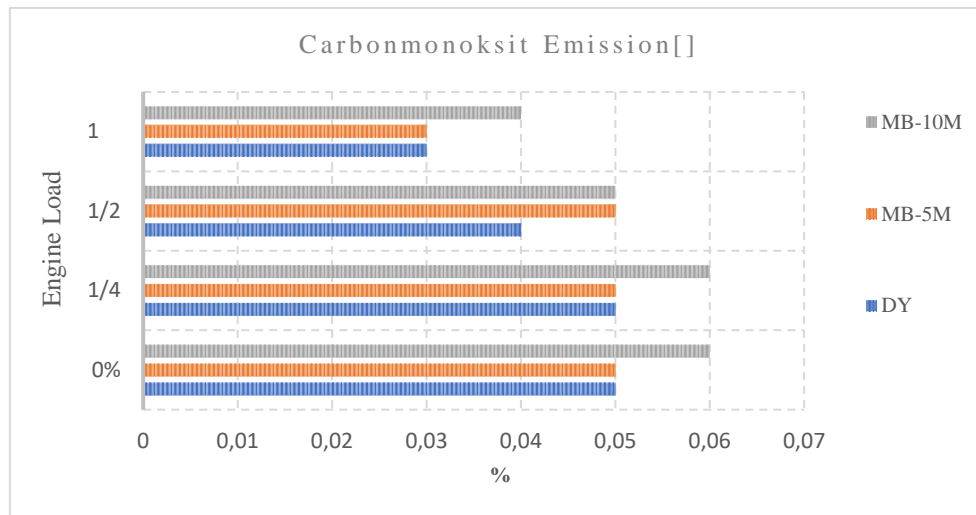


Figure 5. Carbon monoxide emission changes

4.1. Azotoxides

NO_x is a reactive gas that contains different proportions of oxygen and nitrogen. The NO_x in the air-fuel mixture is formed by the combination of nitrogen (N₂) and oxygen (O₂) when the combustion chamber temperature rises to approximately 1800 °C. NO_x occurs by the combination of oxygen (O₂) and nitrogen (N₂) when the filling (air / fuel) temperature taken into the cylinder reaches 1800 °C. If the temperature cannot reach the above mentioned value, nitrogen and oxygen are transferred from the exhaust system to the atmosphere without generating NO gas. With the combination of different molecules of N₂ and O₂ gases, different gases such as N₂O₃-N₂O-NO₂-NO occur and the general expression of these differences is nitrogen oxides (NO_x) [8]. When Figure 6 is examined, it has been determined that the [NO_x] values of [MB-10M] fuel decreased by an average of 3.25% compared to [DF], and the [NO_x] values of [MB-5M] fuel decreased by an average of 0.67% compared to [DF]. It is thought that the high evaporation temperature of methanol added to the mixed fuel reduces the end-of-combustion temperatures in the cylinder, thus reducing [NO_x] emissions, which is a type of emission due to high temperature [9].

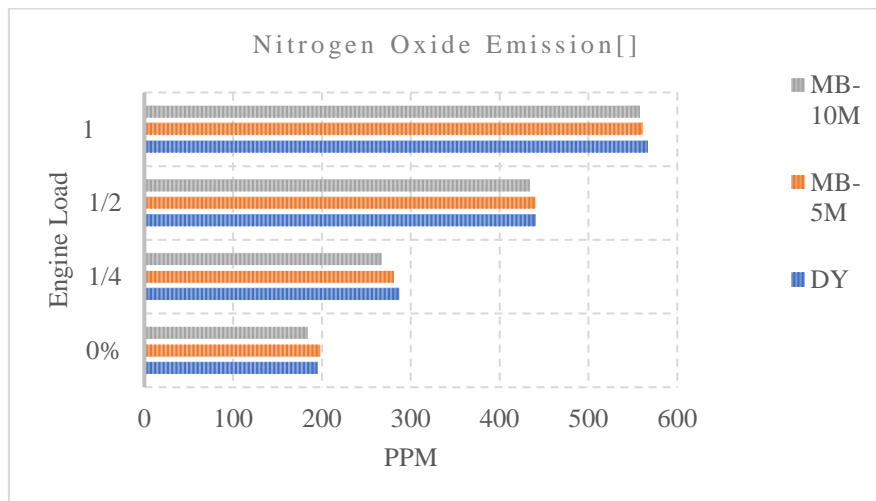


Figure 6. Nitrous oxide Exchange

4.3. Hydrocarbon [HC]

Hydrocarbon emissions are emission products that emerge as a result of incomplete combustion of fossil fuels. They constitute approximately 1-1.5% of the fuel taken into internal combustion engine cylinders. During the compression phase of the engine, the compression of the fuel-air mixture in the narrow recesses in the combustion chamber, the accumulation of the fuel in the combustion chamber, the leakage of the mixture into the valve seat cavities or the liquid fuel remaining in the cylinder volume are the reasons for the formation of hydrocarbon sources in internal combustion engines. Because air fuel residues entering these thin gaps remain as combustion inaccessible regions and form HC. When [HC] emission values are examined in Figure 7, [HC] emission values produced by [MB-10M] fuel are 11.11% higher than [DF] fuel [HC] emission values. Similarly, it was observed that the [MB-5M] fuel {HC [values increased by 3.17%. The probable reason is that the high latent heat of vaporization of methanol alcohol decreases the ambient temperature and the falling temperature causes flame extinction especially in parts close to the cylinder walls, thus causing an increase in [HC] emissions [10].

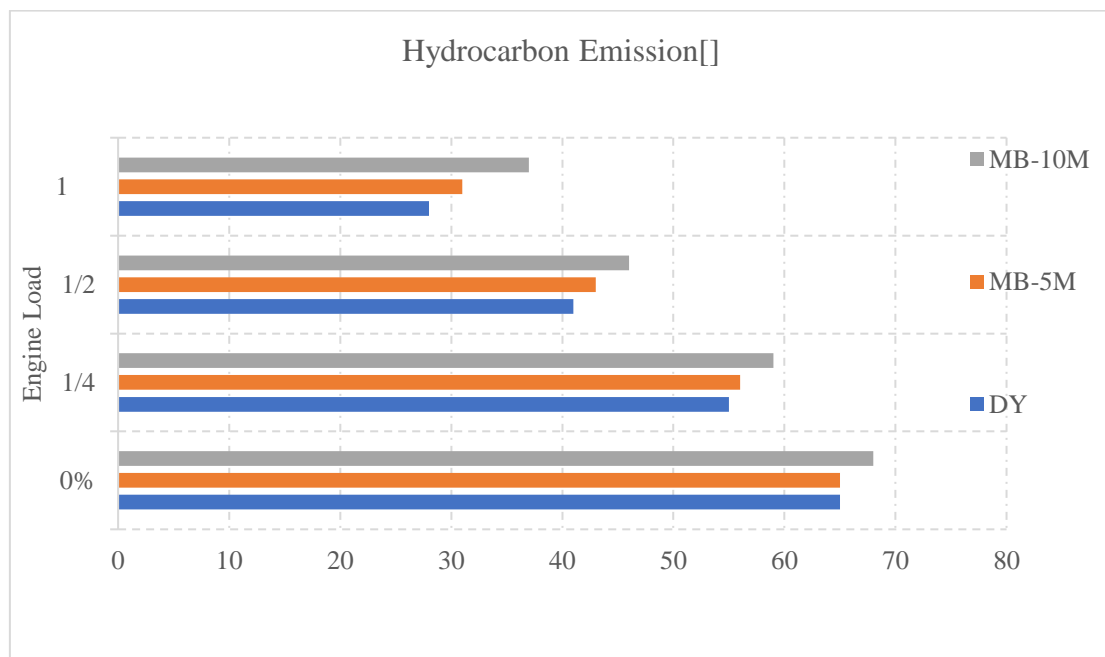


Figure 7. Hidrokarbon Emisyon değışimleri

5. RESULTS

The data obtained by testing the methanol added to the micro algae-based biodiesel and diesel fuel mixtures in the test engine are presented below. It was determined that the specific fuel consumption variations depending on the load of the test fuels were 1.08% more with [MB-5M] fuel use, and 7.54% more g / kWh with [MB-10M] fuel. It has been observed that the [CO] values of [MB-10M] fuel increased by 23.52% on average compared to [DF], and [CO] values of [MB-5M] fuel increased by 16.66% compared to [DF]. It was determined that the [NOx] values of [MB-10M] fuel decreased by 3.25% on average compared to [DF], and [NOx] values of [MB-5M] fuel decreased by 0.67% compared to [DF]. Examining the [HC] emission values of the experimental fuels, it was seen that the [HC] emission values produced by the [MB-10M] fuel increased by 11.11% from the [DF] fuel [HC] emission values, and the [MB-5M] fuel [HC] values increased by 3.17%. It was determined that high molar evaporation enthalpy of methanol and low cetane numbers decrease the combustion temperature.

RESOURCES

- [1] Eyidoğan, M. (2009) Etanol-benzin ve metanol-benzin karışımlarının buji ateşlemeli bir motorun yanma karakteristiği ve egzoz emisyonlarına etkisinin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.
- [2] Ciniviz, M. Salman, M. S. Çarman, K. (2001) Dizel motorlarında dizel yakıtı + LPG kullanımının performans ve emisyon etkisi, Selçuk-Teknik Online Dergisi, 2(1): 1302-6178.
- [3] Xue, F., Zhang, X., Luo, H. and Tan, T. 2006. A new method for preparing raw material for biodiesel production. *Process Biochem.* 41, 1699-1702.
- [4] Topgül, T. (2006) Buji ile ateşlemeli motorlarda etil alkol-benzin karışımı kullanımında optimum çalışma parametrelerin araştırılması, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [5] Kulakoğlu, T., (2008) Dizel-metanol karışımı kullanılan bir dizel motorda püskürtme basıncının performans ve emisyonlara etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [6] Sağlık Bakanlığı Türkiye Halk Sağlığı Kurumu (Çevre Sağlığı Daire Başkanlığı) Türkiye Karbonmonoksit Zehirlenmelerinin Önlenmesi Programı ve Eylem Planı (2015-2018) 1. Baskı: Anıl Matbaacılık Ltd. Şti. Özveren Sokak No:13/A Kızılay / ANKARA
- [7] Zhu, L., Cheung, C. S., Zhang, W. G., Huang, Z. (2010). Emissions characteristics of a diesel engine operating on biodiesel and biodiesel blended with ethanol and methanol. *Science of the Total Environment*, 408(4), 914-921
- [8] EU to introduce legislation as car makers fail on emission targets
- [9] Sivalakshmi, S., Balusamy T., "Performance and Emission Characteristics of a Diesel Engine Fuelled by Neem Oil Blended with Alcohols", *International Journal of Ambient Energy*, 2011, 32(4): 170-178.
- [10] Xue, J., Grift, T.E., Hansen, A.C., "Effect of Biodiesel on Engine Performances and Emissions", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2011, 15(2): 1098-1116.
- [11] Bleecker ML. Carbon monoxide intoxication. *Handb Clin Neurol* 2015;131:191-203. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-62627-1.00024-X>

PROCEEDINGS BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

A THREE DIMENSIONAL PRINTED-GLASS HYBRID MICROFLUIDIC DEVICE FOR DROPLET GENERATION**Adem ÖZÇELİK**

Dr. Öğr. Üyesi, Aydın Adnan Menderes University, Faculty of Engineering, Department of Mechanical Engineering, ORCID No: 0000-0002-3124-795X

ABSTRACT

Droplet microfluidics is a rapidly growing research area for the generation of micrometer-sized droplets in a carrier fluid. Microfluidics by itself is an important field that provides several advantages for the manipulation of microliters to femtoliters of fluids in small channels with at least one dimension in submillimeter scales. Small sample volumes, reduced reagent consumption, prevention of contamination, and disposable device structures are the main features that increase the value of the microfluidics. Currently, the main method of fabricating microfluidic devices for droplet generation is to use conventional lithography and microfabrication tools. While this approach provides the best resolution and device structures, the facilities needed are usually not available in limited resourced laboratories. Therefore, there is a need for an alternative approach to fabricate such devices in low-budget research laboratories. Three-dimensional (3D) printers are good candidates for prototyping various designs. However, the printing resolution of the earlier 3D printers was limited due to the larger dimensions of the print nozzles and layer heights which is not suitable to fabricate submillimeter-sized structures very clearly. With the advancement of the 3D printer manufacturing technologies and the reduced costs of 3D printers due to the high demand, fabrication of submillimeter channels has started to become feasible.

In this work, hybrid microfluidic devices are fabricated using 3D printing and rectangular cross-sectioned glass capillaries to generate size controllable droplets. For this, a three inlet adaptor and a single outlet adaptor are printed using a consumer-grade 3D printer. Then, rectangular glass capillaries with 100x1000 micrometer inner dimensions are fitted to the adaptors to form the complete microfluidic device. Droplets of mineral oil in water are generated by adjusting the flow rate ratios between the water and the oil flows. Overall, a low-cost and simple device is demonstrated for generating micrometer-sized droplets.

Keywords: Droplet microfluidics, microfluidics, 3D printing, oil-in-water droplets

INTRODUCTION

Droplet microfluidics is an important research subject with a wide range of applications from liquid sample processing to drug testing and screening [1], [2]. The precise size and concentration control enabled by the microfluidic systems are the keys to the success of this field in research and commercialization [3]. From chemistry in a tank to chemistry on microfluidic chips, there is a constant effort of the miniaturization of chemical reactors. This new field is also applied in biomedical research in which biological sample preparation, disease diagnostics, and screening are performed on a small-scale [4], [5]. This trend is combined as a new field called lab-on-a-chip. The main driving force behind all this miniaturization has been the advancement in the microfabrication methods and tools [6], [7]. However, the types of equipment needed in the facilities to fabricate microdevices are often very costly. Thus, the low-budget laboratories have no or limited access to such tools. Therefore, there is still a need for simpler and more practical approaches for fabricating microfluidic devices for droplet generation.

The main method of microdevice fabrication is based on photolithography and soft lithography processes [8]. Photolithography is a chemical process that starts with spin-coating a photoresist on a flat surface usually made

from a silicon wafer. Spin-coating defines the thickness of the photoresist. A soft-bake is applied to the silicon wafer before UV exposure. Afterward, a photomask is used to expose the photoresist using a mask aligner. Following the exposure step, a suitable chemical is applied to develop the exposed photo-resist. This step leaves the desired features on the surface while washing away the unwanted areas [9], [10]. There are two approaches to produce a master mold from photolithography. The first one is to directly use the photoresist as the mold features. SU-8 is a commonly used photoresist for this approach [11], [12]. The second one is to etch the silicon surface with deep reactive ion etching to obtain the features of the master mold [13]. In this case, the photoresist is used to block the etching of selected regions. Both of these approaches require specialized equipment and expensive consumables. After the master mold is fabricated, the microdevice is usually obtained by the replica molding method which is called soft lithography. In the soft lithography process, a curable polymer is applied on the surface of the master mold to replicate the positive features on the master mold as negative features inside the device [14]. Overall, there are time-consuming and costly steps to obtain the microfluidic device. That is why traditional microfabrication is not available to many researchers in limited-resource research centers and universities.

In this work, an alternative method is presented to fabricate microfluidic devices. For this, 3D printing is used to obtain various adaptors, and these adaptors are connected with glass capillaries to form fluidic networks. As an example, a three-inlet and a one-outlet device are fabricated for generating oil in water droplets.

EXPERIMENTAL METHODS

The fluidic device is fabricated using 3D printing. A fused deposition modeling (FDM) type 3D printer (i3 Mega, Anycubic, Shenzhen, China) is used for 3D printing the plastic parts of the system. The following printing parameters are set in the slicing software; print speed: 50 mm per second, infill: 100% with zig zag pattern, cooling: 100%, retraction: enabled, layer height: 0.1 mm, and wall line count: 3. Standard 1.75 mm diameter polylactic acid (PLA) filament is used with 210 °C at the print-head and 60 °C at the print bed. Two adaptors are printed to form a closed-loop complete microfluidic channel geometry. One of the adaptors is designed to have three inlets to infuse the oil and water flows. The other adaptor is designed to have only one outlet. For the device assembly, two adaptors are positioned to have their capillary ports facing to each other, and two rectangular glass capillaries (5010, Vitrocom, NJ, USA) with 50 mm length, 0.1 mm height, 1 mm width, and 0.07 mm wall thickness are inserted to each adaptor as shown in Fig. 1b. Afterward, a five-minute epoxy (E340, Akfix, Istanbul, Turkey) is carefully applied around the edges of the ends of the capillaries to provide liquid-tight sealing. Polyethylene tubes (10793527, Smith's Medical, USA) are inserted into the top inlet and outlet of the adaptors. Finally, the top connector is glued onto the adaptors to provide a robust device assembly. The schematic and actual figures of the device is shown in Figure 1.

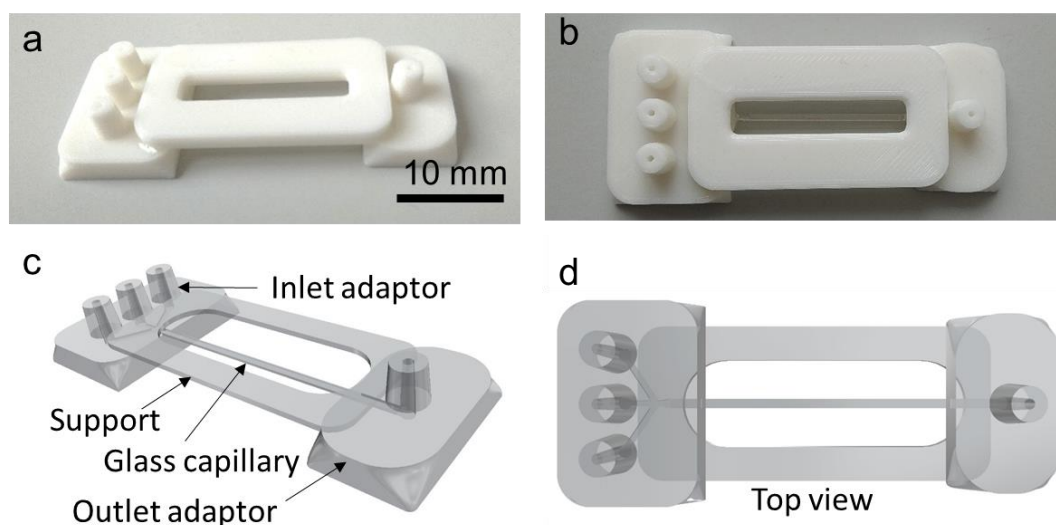


Figure 1. Schematic and picture of the microfluidic device. a) tilted view b) top-view of the device. c) the tilted view and d) top view of the schematics.

A home-built, open-source multi-channel syringe pump using an ATmega32A microcontroller is used to infuse the fluids with precise flow rates. The generated droplets are collected inside a wide channel to capture their images. Mineral oil with 206.89 mPa.s dynamic viscosity (at room temperature) is used as the oil phase, and water is used as the carrier phase. The oil phase is infused from the middle inlet and the water is infused from the side inlets as shown in Figure 2.

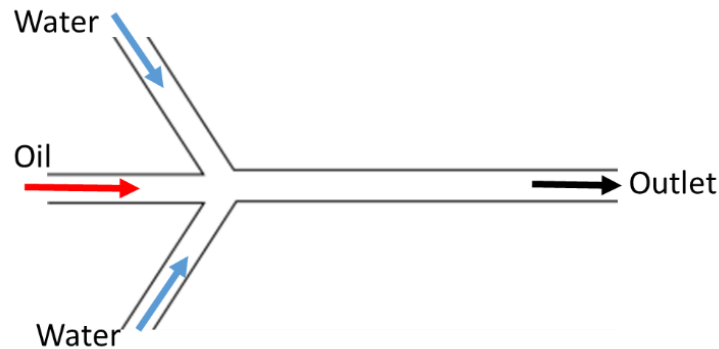


Figure 2. Schematic demonstration of the droplet generation flow profiles.

RESULTS AND DISCUSSION

A picture of the generated droplets is shown in Figure 3. As it is observed, the ratio of the oil and water flows is critical in determining the shape and the size of the droplets. In this figure, the flow rate of the oil phase is kept at 10 $\mu\text{L}/\text{min}$, and the flow rate of the water phase is changed from 2 $\mu\text{L}/\text{min}$ to 20 $\mu\text{L}/\text{min}$. As shown in Figure 3a, at 2 $\mu\text{L}/\text{min}$, which corresponds to a flow rate ratio of $(Q_{\text{water}}/Q_{\text{oil}})$ 0.2, the droplets are not round and their sizes are not uniform. As the flow rate of the water phase is increased to 6 $\mu\text{L}/\text{min}$, droplets start to get their round shape with more uniform size distributions (Figure 3b). Further increasing the water flow rate to 14 $\mu\text{L}/\text{min}$ (Figure 3c) and 20 $\mu\text{L}/\text{min}$ (Figure 3d) yield smaller diameter droplets. Further increasing the water flow rate beyond 20 $\mu\text{L}/\text{min}$ results in irregular and unstable flows in the channel.

A more detailed analysis of the effect of the flow rates on the size of the droplets is given in Figure 4. In the graph shown, the total flow rate of the water phase is increased while the oil phase flow rate is kept at 10 $\mu\text{L}/\text{min}$. In the overall trend, it is observed that as the flow rate ratio $(Q_{\text{water}}/Q_{\text{oil}})$ is increased the diameters of the droplets are decreased. More specifically, while oil droplets with around 200 μm diameters are obtained at the lower flow rate of 6 $\mu\text{L}/\text{min}$, approximately 50 μm diameter oil droplets are generated at 20 $\mu\text{L}/\text{min}$ corresponding to a flow rate ratio of 2. In this graph, the standard deviation of the diameters of the droplets are generated from at least 30 different measurements, and the averaged values are plotted.

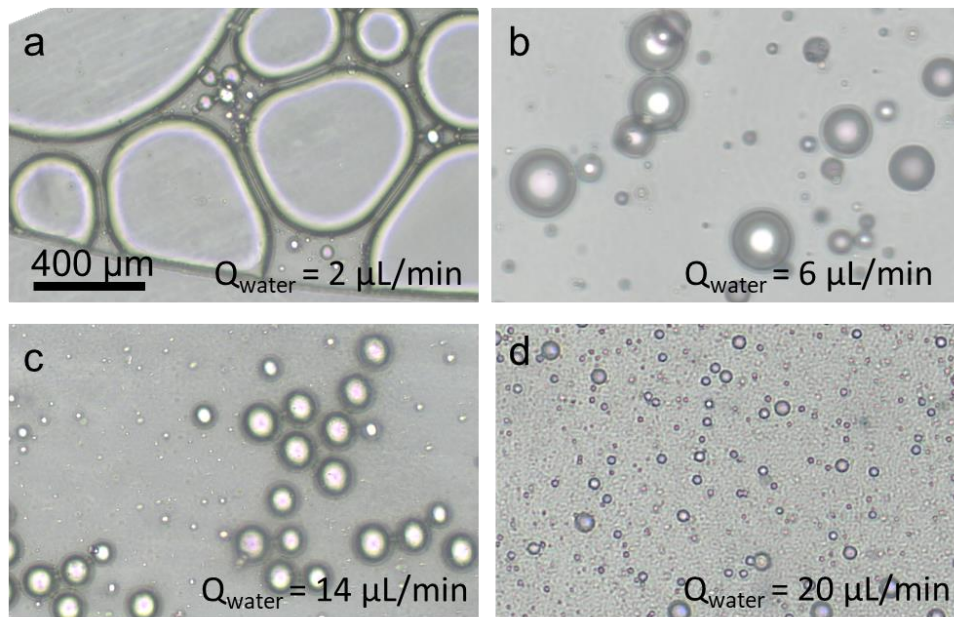


Figure 3. Image of the generated droplets at a) 2 $\mu\text{L}/\text{min}$, b) 6 $\mu\text{L}/\text{min}$, c) 14 $\mu\text{L}/\text{min}$, and d) 20 $\mu\text{L}/\text{min}$ oil-water rates.

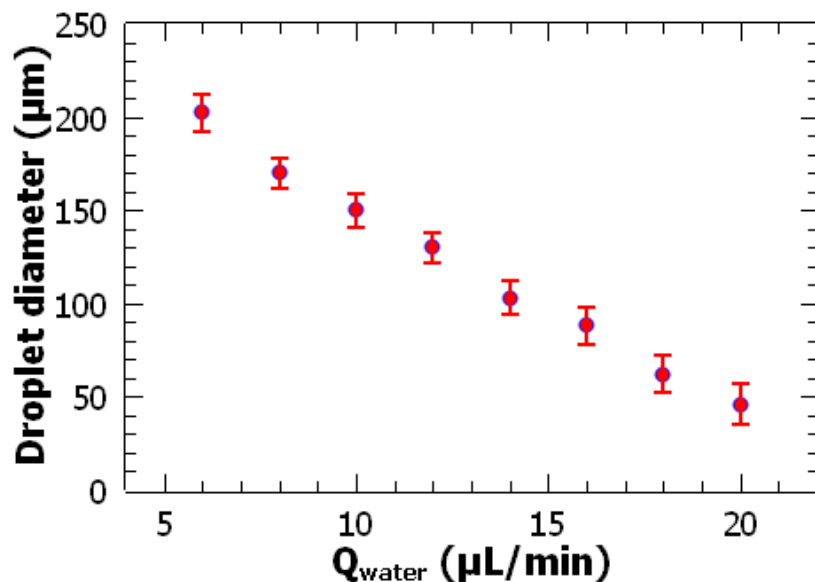


Figure 4. Characterization of the droplet diameter dependence on the flow rate ratio between the oil and water flow. The oil flow rate is fixed at 10 $\mu\text{L}/\text{min}$. The total water flow rate is changed from 6 to 20 $\mu\text{L}/\text{min}$ to obtain different size droplets.

CONCLUSION

Herein, a low-cost and simple fabrication approach and its application in droplet generation are demonstrated. As an alternative to the costly and multi-steps, cleanroom-requiring conventional microfabrication, 3D printing, and glass capillaries are fused into a droplet generation device. by controlling the flow rate ratio between the oil and the water streams, the diameter of the droplets is controlled, and the dependence of the carrier phase to droplet size is characterized. With only one geometry, droplets from 200 micrometers to 50 micrometers diameters are generated. With further optimization of the device geometry, it is possible to improve the device performance and the sizes of droplets. With its simplicity and low-cost, this approach can be used for different fabrication needs in droplet microfabrication applications.

REFERENCES

- [1] S. Duraiswamy and S. a Khan, "Droplet-based microfluidic synthesis of anisotropic metal nanocrystals.," *Small*, 2009, doi: 10.1002/sml.200901453.
- [2] Y. ERDEM, "Droplet-based Microfluidic Device for the Synthesis of Silica Nanoparticles," *Celal Bayar Univ. J. Sci.*, Sep. 2020, doi: 10.18466/cbayarfbe.729586.
- [3] S.-Y. Teh, R. Lin, L.-H. Hung, and A. P. Lee, "Droplet microfluidics," *Lab Chip*, vol. 8, no. 2, pp. 198–220, 2008, doi: 10.1039/B715524G.
- [4] T. D. Rane, H. C. Zec, C. Puleo, A. P. Lee, and T.-H. Wang, "Droplet microfluidics for amplification-free genetic detection of single cells," *Lab Chip*, vol. 12, no. 18, p. 3341, 2012, doi: 10.1039/c2lc40537g.
- [5] M. T. Guo, A. Rotem, J. A. Heyman, and D. A. Weitz, "Droplet microfluidics for high-throughput biological assays," *Lab Chip*, vol. 12, no. 12, pp. 2146–2155, 2012, doi: 10.1039/C2LC21147E.
- [6] G. M. Whitesides, "The origins and the future of microfluidics.," *Nature*, vol. 442, no. 7101, pp. 368–73, Jul. 2006, doi: 10.1038/nature05058.
- [7] D. Weibel and G. Whitesides, "Applications of microfluidics in chemical biology," *Curr. Opin. Chem. Biol.*, vol. 10, no. 6, pp. 584–591, Dec. 2006, doi: 10.1016/j.cbpa.2006.10.016.
- [8] D. Qin, Y. Xia, and G. M. Whitesides, "Soft lithography for micro- and nanoscale patterning.," *Nat. Protoc.*, vol. 5, no. 3, pp. 491–502, Mar. 2010, doi: 10.1038/nprot.2009.234.
- [9] B. Ayan *et al.*, "Acoustofluidic coating of particles and cells," *Lab Chip*, vol. 16, no. 22, pp. 4366–4372, 2016, doi: 10.1039/C6LC00951D.
- [10] S. Orbay, A. Ozcelik, H. Bachman, and T. J. T. J. Huang, "Acoustic actuation of in situ fabricated artificial cilia," *J. Micromechanics Microengineering*, vol. 28, no. 2, p. 025012, Feb. 2018, doi: 10.1088/1361-6439/aaa0ae.
- [11] S. Kim *et al.*, "Fabrication and characterization of magnetic microrobots for three-dimensional cell culture and targeted transportation," *Advanced Materials*, vol. 25, no. 41, pp. 5863–5868, 2013, doi: 10.1002/adma.201301484.
- [12] F. Guo *et al.*, "Reusable acoustic tweezers for disposable devices," *Lab Chip*, vol. 15, no. 24, pp. 4517–4523, 2015, doi: 10.1039/c5lc01049g.
- [13] A. Ozcelik *et al.*, "An Acoustofluidic Micromixer via Bubble Inception and Cavitation from Microchannel Sidewalls," *Anal. Chem.*, vol. 86, no. 10, pp. 5083–5088, May 2014, doi: 10.1021/ac5007798.
- [14] Y. Xia and G. M. Whitesides, "SOFT LITHOGRAPHY," *Annu. Rev. Mater. Sci.*, vol. 28, no. 1, pp. 153–184, Aug. 1998, doi: 10.1146/annurev.matsci.28.1.153.

PROCEEDINGS BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

HELİKOPTER MOTOR YAĞ SOĞUTUCUSU OLARAK KULLANILAN PLAKA VE KANATÇIK TİPİ BİR ISI DEĞİŞTİRGEÇİ İÇİN TEST DÜZENEGİ TASARIMI, KURULUMU VE DENEYLERİ**Orhun ÖZER**

Yüksek Lisans Öğrencisi, TOBB ETÜ Makine Mühendisliği Bölümü; Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği Mühendisi, ANOVA Arge Teknolojileri A.Ş orcid.0000-0001-5582-1250

Sıtkı USLU

Dr. Öğretim Üyesi, TOBB ETÜ Makine Mühendisliği Bölümü, orcid.0000-0003-4734-2625

Selin ARADAĞ

Prof. Dr. Öğretim Üyesi, TED Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölüm Başkanı, orcid.0000-0002-2034-0008

ÖZET

Mühendislik uygulamaları enerji kaybını engellemek adına enerjinin en verimli şekilde transfer edilmesini amaçlamaktadır. Verimli bir şekilde enerji transferi doğal kaynakların kullanımının azalmasında önemli bir rol oynamaktadır. Günümüz hava araçlarında ısıtma, soğutma ve akışkanların sıcaklık seviyelerini kontrol etmek amacıyla Isı Değiştirgeçleri kullanılmaktadır. Hava araçlarında sıkça kullanılan Isı Değiştirgeçlerinden bir tanesi de Plaka-Fin Tipi Isı Değiştirgeçleri'dir. Plaka-Fin Tipi Isı Değiştirgeçleri kompakt olması ve muadillerine göre yüksek ısı atım kapasitesine sahip olması nedeni ile havacılık ve otomotiv endüstrisinde sıkça kullanılmaktadır. Bu çalışmada bir helikopter motorunda kullanılmak üzere geliştirilen bir Plaka-Fin Tipi Isı Değiştirgeci'nin performans test standının tasarımı, kurulumu ve testleri üzerinde durulmuştur. Tasarım aşamasında parlama noktasına oldukça yakın ısıtılan yağın, yağ ısıtıcı tasarımı ve hava kanalında sıcaklıkların eşit dağılması için HAD analizleri yapılmıştır. HAD analizlerine göre üretilen parçalarla deney düzeneği oluşturulmuştur. Bu kapsamda ANOVA Arge Teknolojileri Laboratuvarı'nda deney düzeneği kurulmuş ve Plaka-Fin Tipi Isı Değiştirgeci deneyi yapılmıştır. Reynolds sayıları 1000 ile 2500000 arasında değişen değerlerde hava tarafı basınç kaybı deneyleri yapılmıştır. Plaka-Fin Tipi Isı Değiştirgecinin ısı karakteristiğinin ortaya çıkarılması amacıyla sıvı ve hava hattında sıcaklık ölçümleri, hacimsel debi ölçümleri ve basınç kayıplarının çıkarılması için basınç ölçümleri yapılmıştır. Literatürden elde edilmiş olan korelasyon ile deney düzeneğinde ölçülen değerler karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Plaka ve Fin Tipi Isı Değiştirgeçleri, Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği, Eşlenik Isı Transferi, Deney Düzeneği Tasarımı, Yağ-Hava Isı Değiştirgeci.

ABSTRACT

Engineering applications aim to transfer energy in the most efficient way to prevent energy losses. Efficient energy transfer plays an important role in reducing the use of natural resources. Heat Exchangers are used in today's aircraft to control the heating, cooling and temperature levels of fluids. One of the Heat Exchanger type commonly used in air vehicles is Plate-Fin Type Heat Exchangers. Plate-Fin Type Heat Exchangers are often used in the aviation and automotive industry due to their compactness and high heat dissipation capacity compared to the other Heat Exchangers. In this study, the design, installation and testing of the performance test stand of a Plate-Fin Type Heat Exchanger developed for use in a helicopter engine is focused on. During the design phase, CFD analyses were carried out to ensure that oil heater design is working properly with the oil heated very close to the flash point and the temperatures in the air duct were evenly distributed. An experimental setup was created with the parts manufactured according to CFD analysis. In this study, an experiment setup was established in ANOVA R&D Technologies Laboratory and a Plate-Fin Type Heat Exchanger experiment was conducted. Air side pressure loss tests were carried out with Reynolds numbers varying between 1000 and 2500000. In order to reveal the thermal characteristics of the Plate-Fin Type Heat

Exchanger, temperature measurements in the liquid and air side, volumetric flow rate measurements and pressure measurements were made to calculate the pressure losses. The correlation obtained from the literature and the values measured in the experimental setup were compared.

Keywords: Plate and Fin Type Heat Exchangers, Computational Fluid Dynamics, Congugate Heat Transfer, Test Setup Design, Oil Air Heat Exchanger

PROCEEDINGS BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

YAPIŞTIRMA BAĞLANTILARININ DARBE YÜKLERİ ALTINDAKİ DAVRANIŞLARININ İNCELENMESİ**AN INVESTIGATION OF ADHESIVELY BONDED JOINTS BEHAVIOR UNDER IMPACT LOADS****Abdullah YILDIZ**

Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, ORCID No: 0000-0001-8024-5961

Prof. Dr. Adnan ÖZEL

Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi

ÖZET

Son yıllarda otomotiv ve havacılık sektöründe sıklıkla kullanılan yapıştırma bağlantıları ağırlık, farklı ve karmaşık malzemelerin birleştirilmesi gibi avantajlarının yanında birleşme noktasındaki gerilmelerin homojen bir şekilde yayılması açısından bizlere büyük ölçüde faydalar sağlamaktadır. Bu çalışma da tek tesirli bindirme yapıştırma bağlantıları darbe yükleri altında sonlu elemanlar metodu ile incelenmiştir. Yapıştırıcı olarak yapısal yapıştırıcılardan DP460 seçilmiş olup, yapıştırılan malzemeler olarak AL7075 alaşımı kullanılmıştır. Yapıştırıcı ile birleştirilmiş tek tesirli bindirme bağlantılarının sonlu elemanlar analizi için, sonlu elemanlar yazılımı olan ABAQUS isimli programın Explicit Dynamics paketi kullanılmıştır.

Yapıştırıcı kalınlığının ve bindirme uzunluğunun bağlantıdaki yapıştırıcının kopma yüküne nasıl etki ettiği gözlemlenmiştir. 10 farklı yapıştırıcı tabakası kalınlığı ve 3 farklı yapıştırıcı bindirme uzunluğu kullanılmıştır. Sonlu elemanlar metodu ile yapılan çalışmalar da yapıştırıcının bulunduğu bölge Kohezif Bölge Modeli olarak tanımlanmıştır. Analiz de darbe hızı 6m/s, darbe enerjisi 90 J ve darbe süresi 10 ms olarak belirlenmiştir.

Çalışmanın sonucunda yapıştırıcı kalınlığının ve bindirme uzunluğunun yapıştırıcının kopma yüküne etki eden parametreler olduğu gözlemlenmiştir. Bindirme uzunluğunun, yapıştırıcı kalınlığına göre daha fazla etkili olduğu görülmüştür.

Bu çalışmanın kapsamı, yapıştırıcıların statik yüklerin yanında dinamik yüklerde ki başarısı ve kullanılabilirliği ile otomotiv, havacılık, uzay ve birçok sanayi alanında diğer bağlantı elemanlarına alternatif bir yöntem olmasını sağlamaktır.

Anahtar Kelimeler: Darbe, Kohezif Bölge Modeli, Sonlu Elemanlar Metodu, Tek tesirli bindirme, Yapıştırıcılar

ABSTRACT

In addition to its advantages such as weight, combining different and complex materials, the adhesive joints frequently used in the automotive and aviation industry in recent years have greatly benefited us in terms of homogeneous spreading of the tension at the junction point. In this study, the single lap joints were examined under the impact loads by the finite element method.

It has been observed how the thickness of the adhesive and the overlap length affect the failure load of the adhesive in the joint. 10 different adhesive layer thicknesses and 3 different adhesive overlay lengths were used. In this studies carried out with the finite element method, the area where the adhesive is located has been defined as the Cohesive Zone Model. In the analysis, the impact velocity is 6m / s, the impact energy is 90 J and the impact time is 10 ms.

As a result of this study, it has been observed that the thickness and overlap length of the adhesive are the parameters affecting the failure load of the adhesive. The overlap length has been shown to be more effective than the thickness of the adhesive.

Keywords: Adhesives, Cohesive Zone Model, Finite Element Method, Impact Load, Single Lap Joint.

PROCEEDINGS BOOK

by ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

**GÜMÜŞ-HİDROKSİAPATİT TOZLARI İLE SİNERLENMİŞ ELEKTROTLARIN
ELEKTRİKSEL KIVILCIMLA İŞLEMEDE Ti-6Al-4V ÜZERİNDEKİ BİYOLOJİK
UYUMLULUĞUNUN İNCELENMESİ****Damla ÖZDEMİR**

Yüksek Lisans Öğrencisi, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı,

ORCID No:0000000232270457

Bülent EKMEKÇİ

Prof. Dr., Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü,

ORCID No:0000000236322197

ÖZET

Alışılmamış imalat yöntemlerinden biri olan elektriksel kıvılcımla işleme, di-elektrik sıvı içerisinde belirli bir mesafede konumlandırılmış elektrot ile iş parçası arasında ardışık elektriksel boşalmaların oluşması ve iş parçasını aşındırması temeline dayanır. İşleme sırasında çok yüksek noktasal sıcaklık değerlerine ulaşılır (~20000 K). İşleme sonrasında elde edilecek yüzey özellikleri; elektrot çeşidi, di-elektrik sıvı, darbe süresi, darbe akımı, açık aralık gerilimi gibi çeşitli değişkenlere bağlıdır. EKİ yöntemi, özellikle sert ve karmaşık geometrideki malzemeler ile yüksek sıcaklıklara dayanıklı malzemelerde kullanılmaktadır.

Ti-6Al-4V alaşımı, düşük elastisite modülü, yüksek mekanik özellik ve korozyon direncinden dolayı biyomedikal implant uygulamalarında tercih edilen bir malzemedir. İyi özelliklerinin yanı sıra, içerdiği Al ve V elementleri vücut sıvısı ile uzun süre etkileşimde bulunduğu oluşturan iyon salınımından dolayı Alzheimer, nöropati, osteomalazi gibi çeşitli hastalıklara yol açtığı tespit edilmiştir.

Biyoseramik sınıfında yer alan hidroksiapatit, kemiğe benzer yapısı ve biyo-uyumluluğu sayesinde literatürde çeşitli çalışmalara konu olmuştur. Bu çalışmada ise, Ti-6Al-4V alaşımının yüksek mekanik özelliği, hidroksiapatitin yüksek biyo-uyumluluğu, gümüşün iletken ve anti bakteriyel özelliğinden faydalanarak, Ag-Ca-P ile kaplanmış, kemiğe benzer yapıda gözenekli bir yüzey elde edilmeye çalışılmıştır. Yöntem sırasında, mikronize boyutta Ag ve HA tozlar farklı oranlarda karıştırılarak toz metalürjisi ile 4 elektrot üretilmiştir. Elektriksel kıvılcımla işleme için gerekli olan darbe akımı ve darbe süresi parametreleri belirlendikten sonra, T/M ile üretilen elektrotlar kullanılarak deney grupları oluşturulmuştur. İşlenen numunelerin SEM ve EDAX analizleri yapılmıştır. Ardından geleneksel metalografik numune hazırlama yöntemi kullanılarak kesitleri alınan numuneler optik mikroskopta incelenmiştir. Bu çalışmanın sonucunda, HA-Ag tozları ile sinterlenmiş elektrotlar kullanılarak, elektriksel kıvılcımla işleme yöntemi ile biyo-uyumlu bir kaplama tabakası oluşturulacak ve daha önce literatürde denenmemiş alternatif bir yöntem önerilecektir.

Anahtar Kelimeler: Elektriksel kıvılcımla işleme, Toz Metalürjisi, Yüzey modifikasyonları, Biyouyumluluk, Hidroksiapatit, Titanyum ve alaşımları.

ABSTRACT

Electrical discharge machining (EDM) is based on the principle of removing material with the use of consecutive electrical discharges between a work-piece and an electrode placed on a distance in di-electric liquid. Extremely high temperature values are achieved during the process (~20000 K). Surface topographical features generated during the process are depended on the operational parameters such as the electrode type,

dielectric liquid, pulse duration, pulse current and open gap voltage. EDM is widely used in processing hard materials with complex geometries as well as heat resistant materials.

Ti-6Al-4V alloy is a preferable material for biomedical implant applications due to its low Young's modulus, high mechanical features, and corrosion resistance. Despite its good features, it has been spotted that it causes several diseases such as Alzheimer's, neuropathy, or osteomalacia on account of its substances such as Al and V elements which cause ion release when interacted with body liquid for a long period.

Hydroxyapatite within the class of bioceramic- is subjected to various studies throughout the literature with its structure being similar to bone and its bio-compatibility. In this study, Ti-6Al-4V work material is EDM'ed using sintered tool electrodes to obtain a porous like surface coated with Ag-Ca-P. It is expected to combine the alloy's high mechanical features with HA's high bio-compatibility and silver's antibacterial response on the resultant machined surface. Micronized Ag and HA powders have been mixed at 4 different combinations and then sintered to obtain tool electrodes. After determining the parameters of pulse current and pulse duration for EDM, experiment groups have been set in a parametrical order. Processed samples have been analyzed through Scanning Electron Microscopy (SEM) and Energy Dispersive Spectroscopy (EDAX). Next, the samples were prepared for cross-sectional analysis by using standard metallographic preparation steps and examined using an optical microscope. As a result of this study, the Ag-Ca-P rich coating layers that are expected to be bio-compatible are obtained with the use of sintered tool electrodes in EDM.

electrical discharge machining would be produced by using sintered electrodes with HA-Ag powders and an alternative method that has not been tried in the literature before would be recommended.

Keywords: Electrical Discharge Machining, Powder Metallurgy, Surface Modifications, Bio-compatibility, Hydroxyapatite, Titanium and its alloys

PROCEEDINGS BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

**MODELING AND CONTROL OF TWIN PARALLEL AXIS LINEAR SERVO MECHANISMS
FOR GANTRY TYPE HEAVY DUTY SAW MACHINES****Mahmut Berkan ALİSİNOĞLU**

Electronics Engineer MSc. Beka-Mak Machinery R & D Center, ORCID No: 0000-0003-4322-1789

Hasan Ali CİVELEK

Mechanical Engineer MSc. Beka-Mak Machinery R & D Center, ORCID No: 0000-0001-5752-6837

Kadir ÇAVDAR

Prof. Dr. Bursa Uludag University, Engineering Faculty, ORCID No: 0000-0001-9126-0315

ABSTRACT

Manufacturing starts with the supply of raw materials and cutting this input to the desired dimensions so that it can be taken into the production line in the desired dimensions. The sawing machines used in industrial production companies to bring the raw material to the desired dimensions are of great importance and preserve their characteristics of being the indispensable machine tools of almost all enterprises.

In standart saw benches, the cutting head is fixed, and the process of going to measure of the cutting material is performed by clamp motion. However, this process becomes more difficult as the size of the cutting material increases. At this point, gantry type band saw machines are preferred, where the cutting part is fixed and the cutting head is movable. It is necessary to use more than one servo motor for vertical and horizontal movement of the cutting head with high tonnage. In this study, the necessary power calculations for the x-axis where the cutting head will move were made, synchronous operation was achieved with the master-slave relationship of 2 servo motors and the results were analyzed.

Keywords: Gantry type band saw machine, servo motion control system, master-slave motion control

1. INTRODUCTION

Many different cutting tools and methods are used for different purposes in the manufacturing industry. Considering the manufacturing stages of a product, cutting with saws usually takes place in the initial stages [1]. For this reason, saw machines used to bring the raw material to the desired dimensions in industrial production companies are of great importance and maintain their characteristics of being the indispensable machine tools of almost all enterprises. For this purpose; There are two types of saw machines, band saws and circular saws. Band saws are generally preferred for low cost in applications with low number of cuts / large sizes. Circular saws, on the other hand, stand out due to their high performance in smaller size cuts with high cutting numbers. By programming these machines, the system has been automated to adjust and cut the workpiece to the desired length, tighten and untighten the material, apply the material, and adjust it to the desired length again [2].

2. GANTRY TYPE HEAVY DUTY BAND SAW MACHINE

In standart sawing machines, the cutting head is fixed and the process of going to measure of the cutting material is carried out by the drive clamp motion. However, this process becomes more difficult as the size of the cutting material increases. At this point, gantry type band saw machines are preferred, where the cutting part is fixed and the cutting head is movable, see Figure 1.

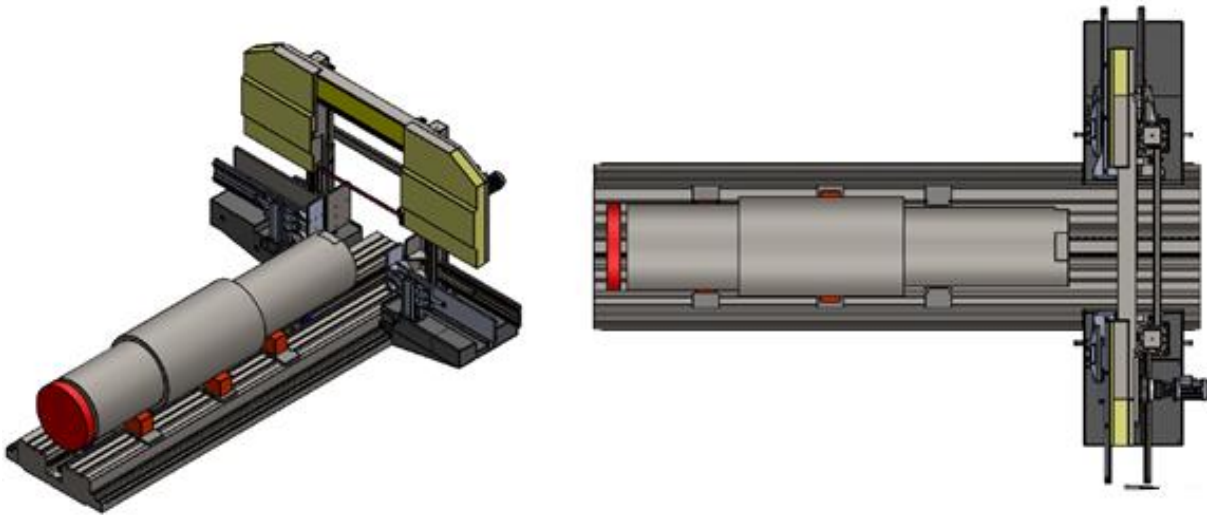


Figure 1. Gantry Type Band Saw Machine

2.1 Making Power Calculations

In motion control systems, motors should be selected according to the needs of mechanical systems. It is very important to calculate the constant torque demand and the moment of inertia of the system correctly in order to make a healthy motor selection [3]. In this section, the concepts of moment and moment of inertia to be used in the calculation of mechanical systems and the velocity profiles we want the mechanical systems to follow are mentioned. In energy-accumulating moving systems, the effect of moment of inertia occurs during energy storage or transfer. The kinetic energy possessed by the mass of any object is expressed as (Joule), where v is the linear velocity (Joule), and in systems performing rotation is the angular velocity. In order for the stored energy to change, there must be a change in speed. This change is called acceleration, and the coefficient of this acceleration is called the moment of inertia. The moment of inertia (j) times the acceleration ($d\omega / dt$), resulting in the reaction moment (M), which is represented by the change in speed. Mechanical systems are defined in two main groups as linear systems and rotary systems. The driving methods and related results are given below, which are frequently encountered in industry, such as açışm motor angular speed, ω angular speed of the load, load moment reduced to the motor shaft, load moment, motor moment of inertia and moment of inertia of the load.

$$F_G = m g$$

$$G = m = 50 \text{ ton} = 50000 \text{ kg}$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$F_G = 50000 \times 9,81$$

$$F_G = 490500 \text{ N}$$

$G = m$; Total load to move,
 g ; Gravitational acceleration,
 F_G ; The force created by the mass to move in the direction of gravity

$$\Sigma F_y = 0, \quad 2 F_e = F_G$$

$$F_e = \frac{490500}{2}$$

$$F_e = 245250 \text{ N}$$

F_e ; Axial force on one side,

After making the necessary calculations, the speed value was found as follows.

$$V = (\omega \times r)/i;$$

$$V = (104,72 \times (0,05/2))/100; \quad V; \text{ Movement speed value of the load,}$$

$$V = 0,0262 \frac{m}{s} = 26,2 \frac{mm}{s}; \quad r; \text{ Pinion radius}$$

2.2 Development of Master-Slave Running Control Software for Drive Axis

Position differences that may occur between the axes during the movement of the cutting head are of critical importance for the system. In this direction, a test mechanism was established to monitor the working efficiency of the servo system that will operate in the master-slave and to determine the problems that may occur, and the speed and position values of the axes were monitored (Figure 2). Then, a series of movements was made to the engine with the auto-tuning process.

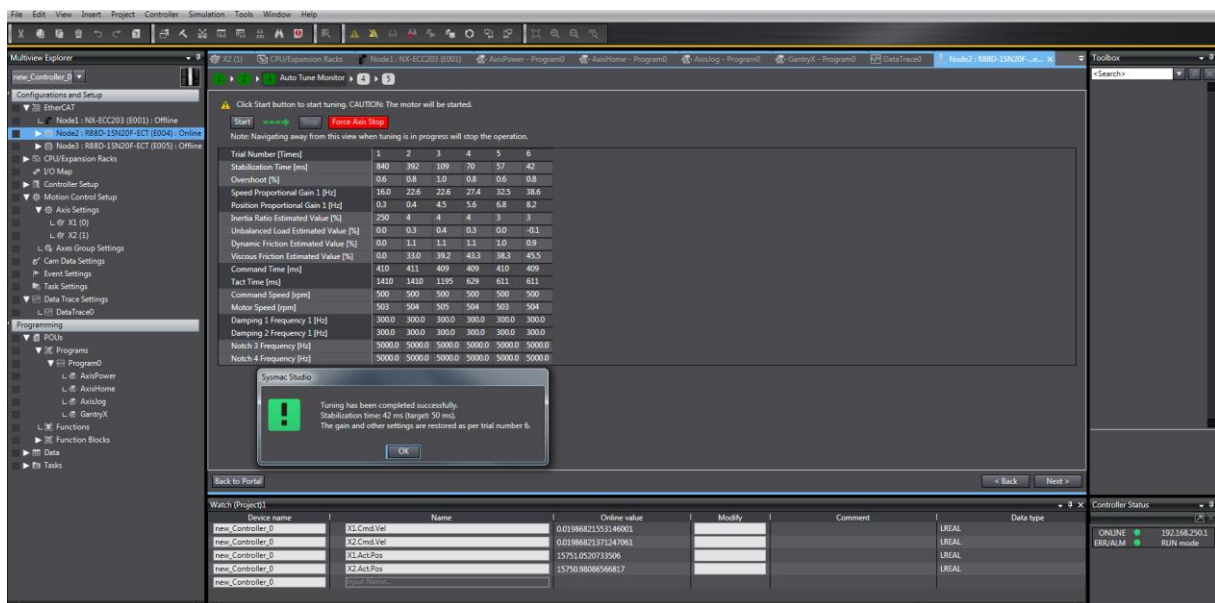


Figure 2. Auto-tuning Process

Auto-tuning is an intelligent system that allows the controller to set optimum parameters. During auto-tuning, filters are added to the controller to eliminate oscillations caused by resonances. Resonance frequencies that disrupt the mechanical system are suppressed in this way. In addition, by eliminating the friction effects, the system works more linear and stable (Figure 3).

After the auto-tuning process, changing inertia ratio, PID (Proportional Integral Derivative), parameters, cutoff frequencies, friction coefficient are given in the above Figure 4.

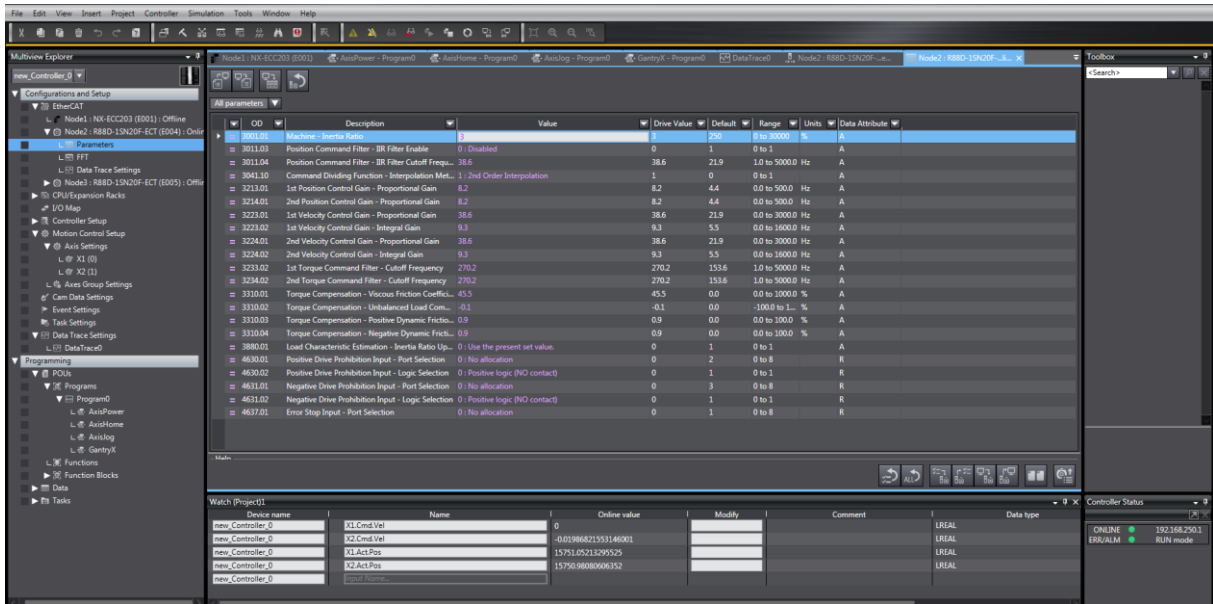


Figure 3. Changing System Parameters

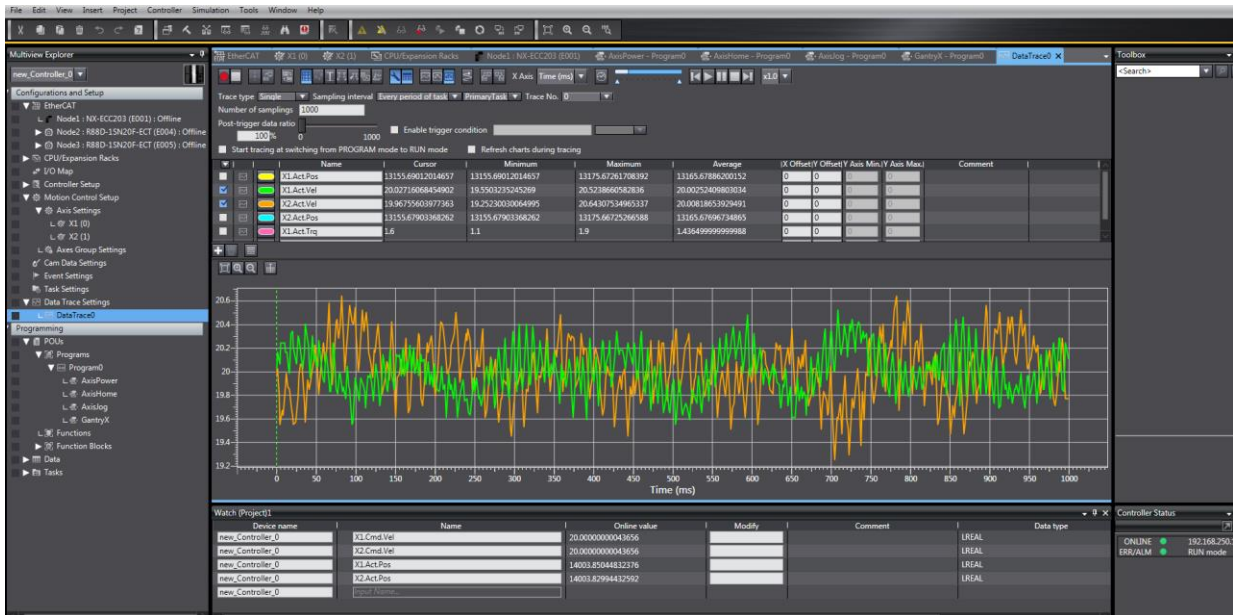


Figure 4. Speed Values of Axes Without Auto-tuning

The speed value for the axes has been assigned as 20 mm / sec and the system has been moved. When the speed values are examined at 50 ms intervals, it is seen that the axis speeds are updated dynamically to make position synchronization. The X1 axis reached a maximum speed of 20.5238 mm / sec, while the X2 axis reached a maximum speed of 20.6430 mm / sec. When the graph is examined, it is seen that the axes follow each other with a delay (Figure 5).



Figure 5. Velocity Values Belonging to Axes After Auto-tuning Process

After the auto-tuning process, the speed value for the axes was assigned as 20 mm / sec and the system was moved. When the speed values are examined at 50 ms intervals, it is seen that the axis speeds are updated dynamically to make position synchronization. While the X1 axis reached a maximum speed of 20.5834 mm / sec, the X2 axis reached a maximum speed of 20.6828 mm / sec. When the graph is examined, it was seen that the axes work synchronously, Figure 6.

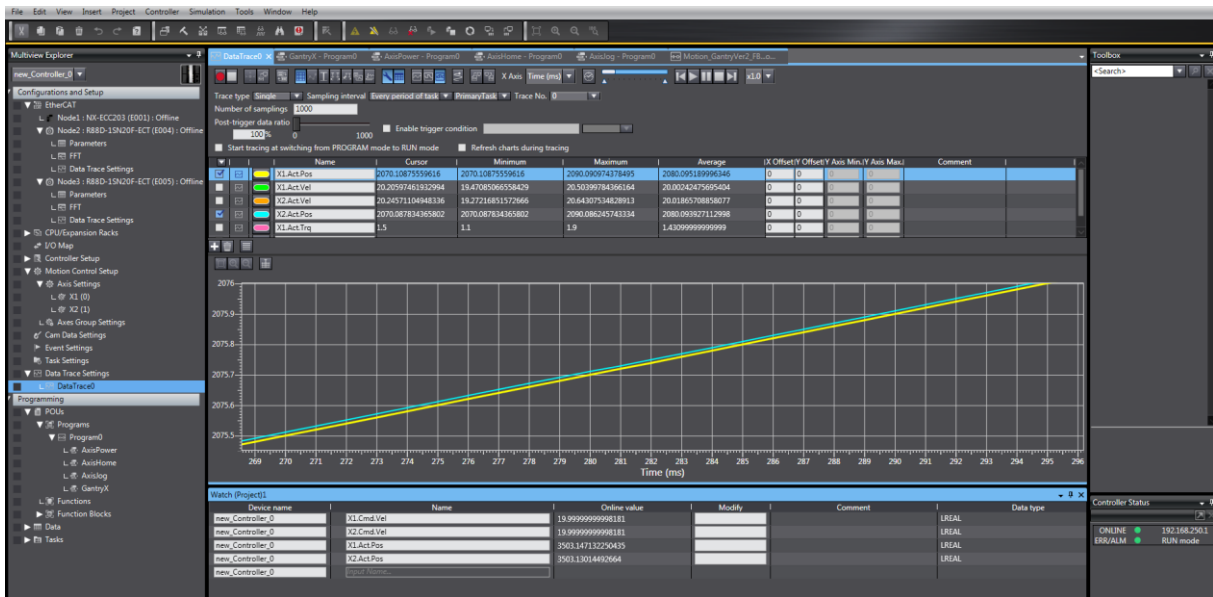


Figure 6. Position Values of Axes Without Auto-tuning

When the position values of the axes are examined with periods of 1 ms, it is seen that positioning is made with dynamically changing speed values. The maximum position value for X2 is 2090,0862 mm, while the maximum for the X1 axis is 2090,0909 mm. When the average positioning values between the axes are examined, the positioning tolerance is 0.001262 mm (Figure 7).

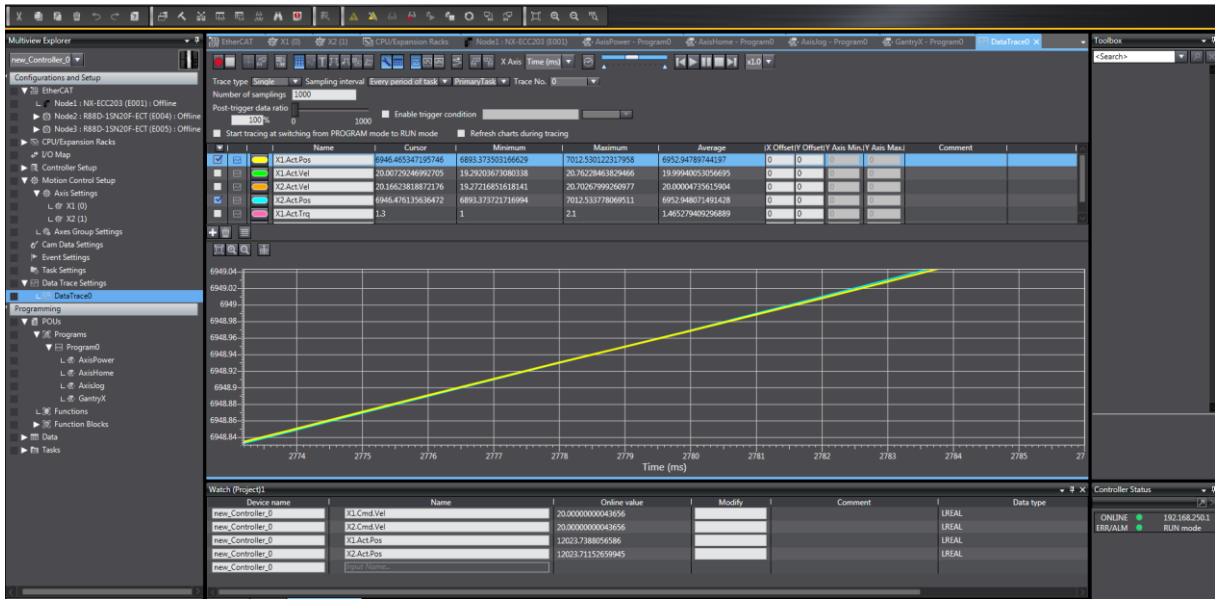


Figure 7. Velocity Values Belonging to Axes After Auto-tuning Process

When the position values of the axes are examined with periods of 1 ms, it is seen that positioning is made with high tolerance with dynamically changing speed values. While the maximum position value for X1 axis is 6952.9478 mm, the maximum position value for X2 is 6952.9480 mm. When the average positioning values between the axes are examined, the positioning tolerance is 0.000174 mm. A 7.25-fold increase in performance was observed compared to the tolerance before auto-tuning was performed.

3.RESULTS

Gantry axis movement should have high precision positioning and synchronous operation. In this direction, speed and position characteristics of the axes were followed. Graphics were created with and without auto-tuning. Compared to the tolerance before auto-tuning, 7.25-fold increase in performance was observed.

REFERENCES:

1. Lama Testere ile AISI 1020 Malzemesinin Kesilmesi İşleminde Takım Performansının İncelenmesi, AKU J. Sci. Eng. 14 (2014) 025902 (11-18)
2. Testere ile Kesme İşleminde Yapay Zeka Tabanlı Adaptif Kontrol Uygulaması, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 2007
3. Servo Motor Selection for Robots in Automatic Storage and Retrieval Systems, Gaziosmanpasa Journal of Scientific Research 1 (2012) 97-104
4. Application Of Multi-Objective Controller To Optimal Tuning Of Pid Parameters For Different Process Systems Using Cuckoo Search Algorithm, Eskişehir Technical University Journal Of Science And Technology A- Applied Sciences And Engineering, 2019, 20(1), pp. 1 - 16, DOI: 10.18038/aubtda.476952

ACKNOWLEDGEMENTS:

The authors would like to thank TUBITAK, TR, for supporting this study through project 3191867 as part of the ‘TUBITAK 1501 Programme’.

PROCEEDINGS BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

ŞERİT TESTERE MAKİNELERİNDE KESME HIZININ KESİCİ TAKIM SICAKLIĞINA ETKİSİ
THE EFFECT OF CUTTING SPEED ON CUTTING TOOL TEMPERATURE IN BAND SAW
MACHINES**Hasan Ali CİVELEK**

Mechanical Engineer MSc. Beka-Mak Machinery R & D Center, ORCID No: 0000-0001-5752-6837

Mahmut Berkan ALİSİNOĞLU

Electronics Engineer MSc. Beka-Mak Machinery R & D Center, ORCID No: 0000-0003-4322-1789

Kadir ÇAVDAR

Prof. Dr. Bursa Uludağ University, Engineering Faculty, ORCID No: 0000-0001-9126-0315

ÖZET

Talaşlı imalat süreçlerinde ilk işlem ham madde olarak tedarik edilen malzemelerin istenilen boyutlarda kesilmesi ile başlamaktadır. Günümüzde endüstriyel üretim yapan işletmelerde, iş parçasının istenilen ebatlarda kesilmesi için kullanılan testere makineleri, büyük önem taşımakta olup hemen hemen bütün işletmelerin makine parklarının vazgeçilmez takım tezgâhı haline gelmiştir. Testere makinelerinin imalat sürecinin ilk takım tezgâhı olması üretim verimliliğine önemli ölçüde etki etmektedir. Bunun yanı sıra gelişen teknolojiyle günümüz üretim sistemlerinde iş parçalarının daha karmaşık geometrilere sahip olmasına karşın daha yüksek yüzey kalitesi özellikleri ile üretilmek gerekliliği ortaya çıkmaktadır. İstemler doğrultusunda bir çıktı ürün elde edilebilmesinde kesim parametreleri belirleyici rol oynamaktadır.

Bu çalışmada kesim parametrelerinden biri olan kesici takım sıcaklığının, kesme hızına bağlı olarak değişimi incelenmiş, kesme hızının 3 ayrı değeri için (30, 40 ve 50 m/dk) üçer adet kesim yapılmıştır. Test kesimleri sırasında kesici takım sıcaklığı endüstriyel sıcaklık ölüm cihazı ile ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlar irdelenmiş olup kesme sıcaklığının artması ile kesici takım sıcaklığının azaldığı gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Şerit Testere Makinesi, Kesici Takım Sıcaklığı, Kesme Parametreleri

ABSTRACT

In machining processes, the first process starts with cutting the materials supplied as raw materials to the desired dimensions. Today, sawing machines used to cut the workpiece to the desired dimensions in industrial production enterprises are of great importance and have become the indispensable machine tools of almost all enterprises. The fact that the manufacturing process of sawing machines is the first machine tool has a significant impact on production efficiency. In addition, with the developing technology, it is necessary to produce workpieces with higher surface quality features, although they have more complex geometries in today's production systems. Cutting parameters play a decisive role in obtaining an output product according to the demands.

In this study, the change of cutting tool temperature, which is one of the cutting parameters, depending on the cutting speed was examined, The three cuts were made with three different values (30, 40 and 50 m / min) of the cutting speed. During the test cuts, the cutting tool temperature was measured with an industrial temperature measuring device. The obtained results were examined and it was observed that the cutting tool temperature decreased with the increase of the cutting temperature.

Keywords: Band Saw Machine, Cutting Tool Temperature, Cutting Parameters

1. GİRİŞ

Genel itibariyle üretim hatlarının süreçleri ele alındığında ilk aşamanın talaşlı imalat süreci olduğu görülmektedir. Talaşlı imalat süreçleri, üretimin gerçekleştirildiği sektöre ait çıktı ürün çerçevesinde, farklı birçok işlemi kapsamaktadır. Bu işlemlerin ilk adımı, ham madde olarak temin edilen iş parçasının istenilen ebatlarda kesilmesi işlemidir. Kesme işlemi, talaşlı imalat makine parkurlarının vazgeçilmezi hüviyetine sahip testere makineleri ile gerçekleştirilmektedir (Alisinoğlu ve ark, 2019).

Testere makinaları, özellikle; otomotiv, beyaz eşya, çelik konstrüksiyon, gemi inşa ve genel makina sektörleri tarafından her tür metalik veya metal dışı profil/boru ve dolu malzemelerden üretilecek olan mekanik parçaların kesiminde/imalatında yoğun olarak kullanılan takım tezgahlarıdır. Bu tür parçaların üretiminde, testereyle kesme işlemi imalat sürecinin ilk basamağını teşkil eder. Bu amaçla; şerit testere ve daire testere olmak üzere iki tip testere tezgâhı kullanımı söz konusudur. Şerit testere, genel olarak kesim sayısı düşük/ebatların büyük olduğu uygulamalarda düşük maliyetleri ile tercih edilmektedirler.

Gelişen teknolojiye paralel olarak; piyasadaki zorlu rekabet koşulları, düşük kar marjları gibi sebepler firmaların üretim verimliliğinin artırılması ve maliyetlerinin azaltılması gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır. Firmaların üretim verimliliği ve maliyetlerinden kazanım sağlayabilme istekleri, imalatın ilk safhası olan kesim işleminde de beklentileri yükseltmektedir. Günümüz üretim sistemlerinde üretilen parçalar, daha karmaşık geometrilere sahipken ihtiva ettikleri yüksek hassasiyet özellikleri sebebiyle daha dar toleranslarda ve daha yüksek yüzey kalitesi özellikleri ile üretilmek zorundadır.

Kesme kuvvetleri, kesme performansına ve birim parça maliyetine doğrudan etki etmektedir. Ayrıca kesici uç üzerinde oluşan sıcaklıklar, kesici ucun aşınma oranını, yüzey pürüzlülüğünü ve takım ömrünü etkilemektedir. Dolayısıyla işlem esnasında kesme kuvvetlerinin ve kesici uç veya parça yüzeyinde oluşan sıcaklıkların tespit edilmesi işlenebilirlik testleri açısından önem arz etmektedir (Hasak ve ark., 2019).

Yüksek mukavemetli çeliklerin modern uygulamalarının geliştirilmesi çalışmalarında meydana gelen yüksek kesme kuvvetleri, yüksek ısılar, ciddi takım aşınmaları ve dengesiz yüzey kaliteleri nedenleriyle büyük zorluklarla karşı karşıya kalınmaktadır. Özellikle, takım aşınması ve yüzey kalitesi üreticiler için en önemli kesme parametreleridir (Xua ve ark., 2017).

Metallerin verimli işlenmesi için, sadece işlenen malzeme hakkında verilere sahip olmak yeterli olmamakta, işlenecek malzemeye uygun kesici takımın doğru seçimi de gerekmektedir (Aydın, 2010).

Kesme parametreleri, iş parçası malzemesi sertliği, takım malzemesi özellikleri, kesme sıvısı koşulları vb. gibi takım aşınması ve yüzey pürüzlülüğü üzerinde etkisi olan çeşitli işlem parametreleridir. Kesme koşullarının kesme kuvveti ve kesme sıcaklığı üzerindeki etkisi birçok araştırmacı tarafından incelenmiştir. Kesme hızının artması, kesme derinliğinin ve ilerleme hızının azalmasıyla kesme kuvvetleri azalmaktadır (Sivaraman ve ark., 2015).

Kesici takımın daha uzun ömürlü olabilmesi ve iş parçasının istenilen kalitede üretilerek hammadde israfının önlenmesi için, kesme performansın ve şartlarının optimize edilmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır. Bunu gerçekleştirebilmek için, kesici takımların ömrüne tesir eden etkenler ile iş parçasının kalitesinin belirlenmesinde etkili olan etkenler bilim adamları tarafından araştırılmaktadır (Kaynak, 2006).

Şerit testerede kesme işlemini diş tipi, kesme hızı, ilerleme hızı, talaş oluşum mekanizmasının tipi, tezgahın rijitliği, iş ve takım malzemesi etkileyen faktörlerdir. Şerit direnci ve rijitliği, şeridin genişliğine ve kılavuzlar arasındaki mesafeye bağlıdır. Ancak şeritle kesme dinamik bir olaydır ve çeşitli faktörlerin kesme performansına etkilerini belirlenmesinde deneysel çalışmalar yapılması gerekmektedir (Sariaslan, 2016).

Literatürdeki çalışmalar ışığında, sıcaklık ve kesme kuvvetleri, talaşlı imalatta özellikle kuru işlemede en önemli kriterler olarak karşımıza çıkmaktadır. Kesme işlemi esnasında meydana gelen sıcaklığın kontrol edilememesi hem kesici takımın hem de iş parçasının önemli ölçüde etkilenmesine sebep olur. Kesici takımında değişik aşınma türlerine yol açarak nihayetinde takımın ömrünü beklenilenden daha kısa zamanda tamamlamasına neden olmaktadır. İş parçasının da ise, yüzey kalitesinin olumsuz yönde etkilenmesi sebep olmaktadır. (Yağmur ve ark., 2013).

Bu çalışmada, deney kesimleri yapılarak, kesimler esnasında kesici takım ömrüne etkisi bulunan kesici takım sıcaklığı ölçülmüştür. Deney kesimlerinde ilerleme hızı sabit tutulmuş ve soğutma sıvısı olarak bor yağı kullanılmış olup 3 farklı kesme hızında deneyler gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında kesme hızının kesici takım sıcaklığına olan etkisi tespit edilmeye çalışılmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Deney Numuneleri

Deney malzemesi olarak; makine, otomotiv ve imalat sanayinin yanı sıra özellikle cer kancaları, dişliler, kazıcılar, raylar vb. birçok alanda kullanılan %0,47-%0,55 arasında karbon içeren AISI1050 çeliği seçilmiştir. Bu malzemenin kimyasal bileşimi Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. AISI1050 Malzemenin Kimyasal Bileşimi

MALZEMENİN KİMYASAL BİLEŞİMİ							
C	Mn	Si	P	S	Cr	Mo	Ni
0.47 - 0.55	0.60 - 0.90	0.40	0.045	0.045	0.40	0.10	0.40

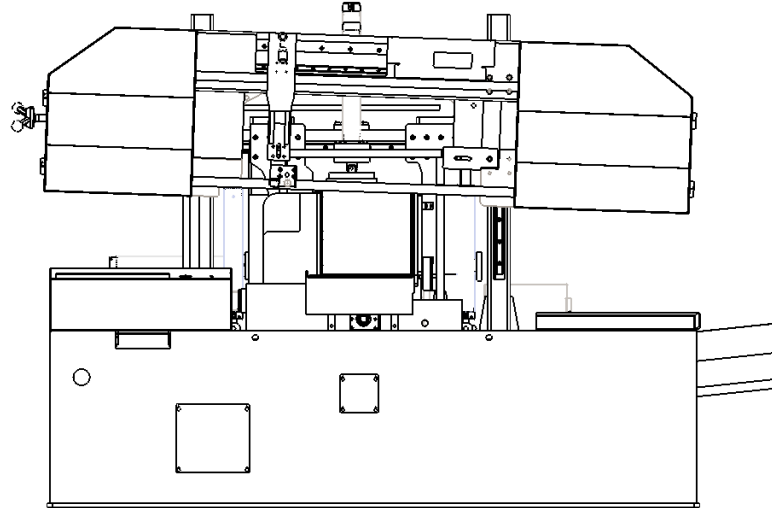
Deneyleerde kullanılan AISI 1050 çeliğinin ısı özelliklerinin bir kısmı Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. AISI 1050 Çeliğinin ısı özellikleri

AISI 1050		
Spesifik Isı	Termal İletkenliği	Termal Genişleme Katsayısı
0,5 kJ/kg K	58 W/m K	12 x 10-6 1/ K

2.2. Deneyleerde Kullanılan Şerit Testere Makinesi

Kesme deneyleeri, Beka-mak Makina Sanayi ve Ticaret A.Ş.’nde bulunan BMSO 330 CH model şerit testere makinesi ile yapılmıştır (Şekil 1). Bu tezgâhın özellikleri Çizelge 3’de verilmiştir.



Şekil 1. BMSO 330 CH Model Şerit Testere Makinesi Tasarım Görseli

Çizelge 3. Deneyleerde kullanılan şerit testere makinesi özellikleri

Testere Ana Motor Gücü	3 kW
Kesim Kapasite (Daire Malzeme / Dikdörtgen Malzeme)	Ø 330 mm / 350mm x 325 mm
Kesme Hızları	20 – 100 m/dk
Kesme Sıvısı	Bor Yağı

2.3. Kesici Takım

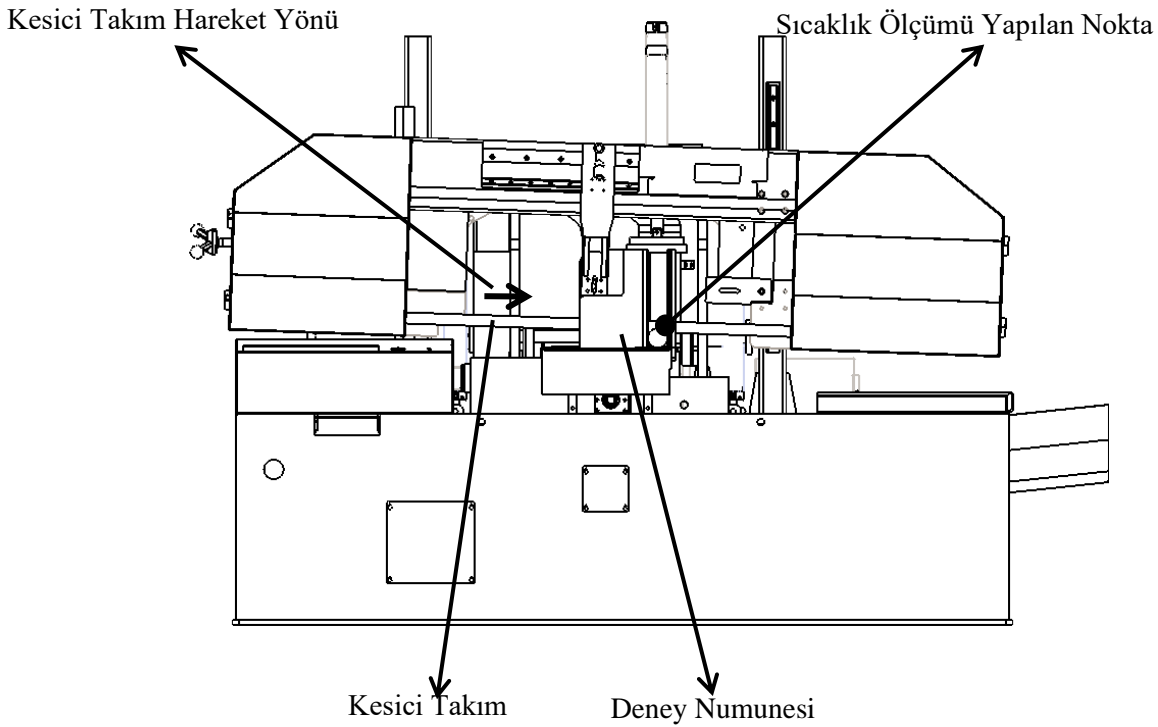
Kesici takımın, kesim işlemi sırasında yüzey sıcaklığını değerlendirmeyi hedefleyen bu çalışmada, Wikus firmasının DIN EN ISO 9001 kalite standartlarında üretilen Marathon M42 bimetal şerit testere bıçağı kullanılmıştır. Belirlenen şerit testere bıçağı ölçüleri 34x1,1x5000 mm ve 3-4 dişlidir.

Çalışma için kesme parametreleri, ISO 3685'te önerildiği gibi imalatçı firmaların kesici takım kaliteleri için önerdiği kesme hızı aralıkları dikkate alınarak üç farklı kesme hızı (30, 40 ve 50 m/dk), ilerleme hızı her deney için 0,3 mm/dk olarak belirlenmiştir.

2.4 Endüstriyel Sıcaklık Ölçüm Cihazı

Deney kesimleri esnasında kesici takım sıcaklığı, kesim bölgesinin kesici takım hareket yönüne göre çıkışındaki bölgeden ölçülmüş olup kesim tamamlanana kadar ölçümlere devam edilmiştir (Şekil 2). Ölçüm işlemi her kesim için aynı şekilde yapılmıştır.

Kesici takım sıcaklık ölçümü, endüstriyel sıcaklık ölçüm cihazı ile yapılmıştır (Şekil 3).



Şekil 2. Deney kesimi örnek tasarım görseli



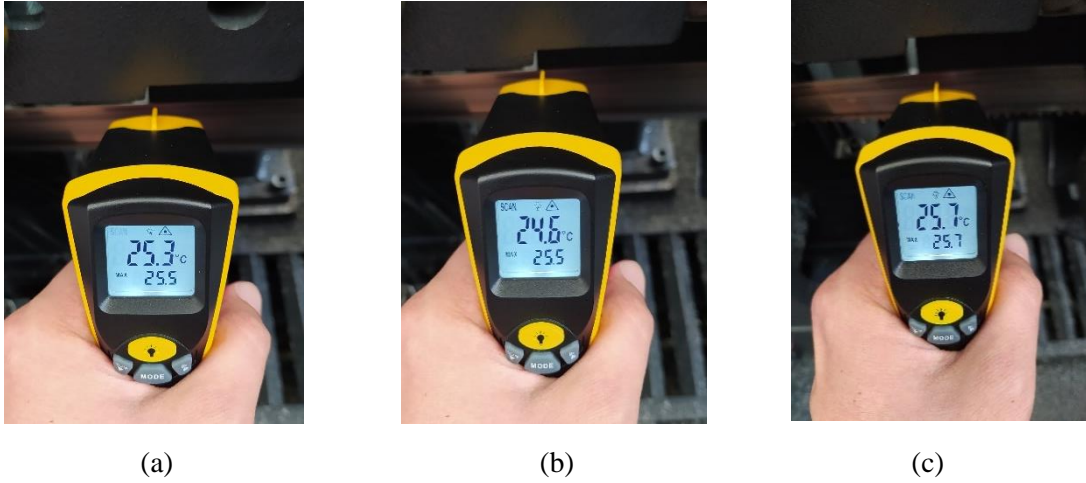
Şekil 3. Endüstriyel sıcaklık ölçüm cihazı

Endüstriyel ölçüm cihazı teknik özellikleri Çizelge 4' te verilmiştir.

Lazer sıcaklık ölçüm aralığı	-50°C ... +380°C
Lazer sıcaklık hassasiyeti	±2°C
Ekran çözünürlük	0.1°C
Hedef oranı	12:1
Tepki süresi	0.8 saniye

3. DENEY SONUÇLARI VE BULGULAR

Çalışma kapsamında toplam 9 adet deney kesimi gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen ilk 3 deney kesiminde kesme hızı 30 mm/dk, ilerleme hızı 0,3 m/dk iken elde edilen sıcaklık değerleri sırasıyla 25,3 °C, 24,6 °C, 25,7 °C olarak ölçülmüş ve ölçüm görselleri Şekil 4' te sonuçlar ise Çizelge 5' te tablo halinde verilmiştir.

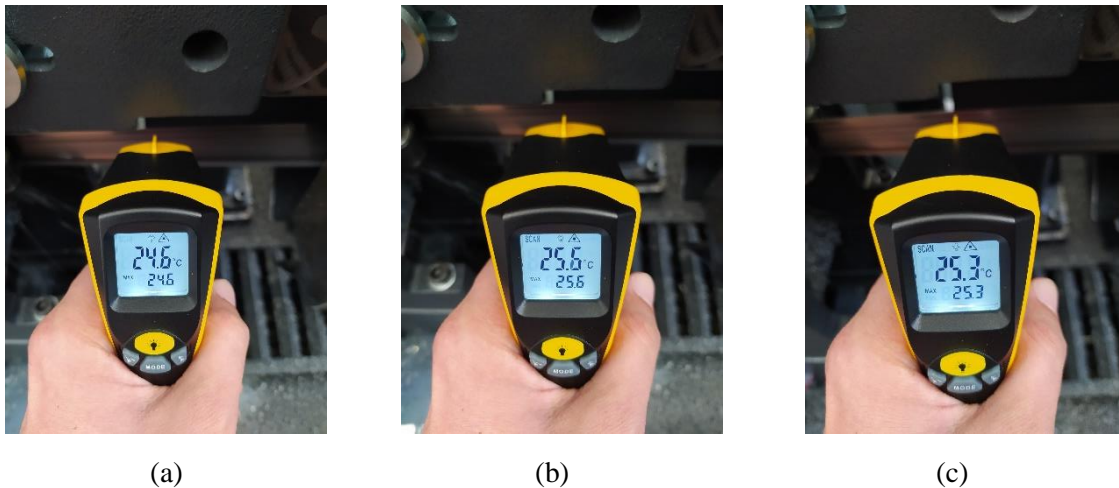


Şekil 4. Kesme hızı 30 m/dk iken gerçekleştirilen (a) 1. Deney (b) 2. Deney (c) 3. Deney

Çizelge 5. Kesme hızı 30 m/dk iken gerçekleştirilen deney sonuçları

Kesme Hızı (m/dk)	İlerleme Hızı (mm/dk)	°C
30	0,3	25,3
		24,6
		25,7

Kesme hızı 40 mm/dk, ilerleme hızı 0,3 m/dk iken gerçekleştirilen 3 deney kesiminde elde edilen sıcaklık değerleri sırasıyla 24,6°C, 25,6°C, 25,3°C olarak ölçülmüş ve ölçüm görselleri Şekil 5'te sonuçlar ise Çizelge 6'da verilmiştir.



Şekil 5. Kesme hızı 40 m/dk iken gerçekleştirilen (a) 1. Deney (b) 2. Deney (c) 3. Deney

Çizelge 6. Kesme hızı 40 m/dk iken gerçekleştirilen deney sonuçları

Kesme Hızı (m/dk)	İlerleme Hızı (mm/dk)	°C
40	0,3	24,6
		25,6
		25,3

Gerçekleştirilen son 3 deneyde ise kesme hızı 30 mm/dk, ilerleme hızı 0,3 m/dk olarak belirlenmiş ve elde edilen sıcaklık değerleri sırasıyla 22,3°C, 21,6°C, 22,9°C olarak ölçülmüş ve ölçüm görselleri Şekil 4'te sonuçlar ise Çizelge 5'te verilmiştir.



(a)



(b)



(c)

Şekil 6. Kesme hızı 50 m/dk iken gerçekleştirilen (a) 1. Deney (b) 2. Deney (c) 3. Deney**Çizelge 7.** Kesme hızı 50 m/dk iken gerçekleştirilen deney sonuçları

Kesme Hızı (m/dk)	İlerleme Hızı (mm/dk)	°C
50	0,3	22,3
		21,3
		22,9

Tüm deney kesimlerinde ilerleme hızı sabit tutulmuş ve soğutma sıvısı olarak sabit debide bor yağı kullanılmıştır.

4. SONUÇ

Gerçekleştirilen deney kesimlerinde;

- Kesme hızı 30 m/dk iken kesici takım sıcaklığı ortalama 25,2 °C,
- Kesme hızı 40 m/dk iken kesici takım sıcaklığı ortalama 25,2 °C,
- Kesme hızı 50 m/dk iken kesici takım sıcaklığı ortalama 22,2 °C olarak belirlenmiştir.

En yüksek kesme hızı 50 m/dk ile gerçekleştirilen test kesimlerinde ölçülen kesici takım sıcaklığının, diğer test kesimlerinde ölçülen kesici takım sıcaklıklarına kıyasla %12 oranında azaldığı gözlenmiştir.

Kesme hızlarındaki artış ve ilerleme hızının sabit olması talaş tahliyesini kolaylaştırmıştır. Kesme esnasında meydana gelen ısının bir kısmının talaş ile atıldığı dikkate alınırsa kolaylaşan talaş tahliyesinin kesici takımda meydana gelen sıcaklıkları düşürdüğünü söylemek mümkündür.

KAYNAKLAR

1. Alisioğlu, M. B., Söğüt, Ő. A., Şeker U. (2019) “Determination of Industry 4.0 Compliance Criteria for Band Saw Machines”, International Scientific Journal "Industry 4.0", IV(6): 277-281, December-2019.
2. Hasak, M. A., Dirikolu, M. H., Üllen, N. B. (2019) “The Effect of Cutting Parameters on Heat and Cutting Force in The Machining Of Sintered Parts”, The International Multidisciplinary Congress of Eurasia, 24-26 April 2019, 48-55, Antalya.
3. Xua, Q., Zhao, J., Ai, X. (2017) “Fabrication and Cutting Performance of Ti(C, N)-based Cermet Tools Used for Machining of High-Strength Steels”, Ceramics International 43(8): 6286-6294, June-2017
4. Aydın, M., Uçar, M., Cengiz, A., (2010) “AISI 304 Östenitik Paslanmaz Çeliğin Kuru Tornalanabilmesine Kesme Parametrelerinin Etkisi”, 2. Ulusal Tasarım İmalat ve Analiz Kongresi, 11-12 Kasım 2010, 85-94, Bursa.
5. Sivaraman, V., Sankaran, S., Vijayaraghavan, L. (2015) “A Study on the Influence of Cutting Parameters on Forces During Machining the Multiphase V-Microalloyed Steel”, The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 79: 1285-1292, March-2015.
6. Kaynak, Y., (2006) “Matkap ile Delik Delme Esnasında Kesme Parametrelerinin Kesme Kuvveti ve Sıcaklığın Değişimine Etkisinin Deneysel Olarak İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Eğitimi Anabilim Dalı, İstanbul.
7. Sarıaslan, E. (2016) “Elektrik Akımı Kullanarak Isıtma ile Testerede Kesmede Kesme Parametrelerinin Kesmeye Etkilerinin Kesmeye Etkilerinin İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.
8. Yağmur, S., Acır, A., Şeker, U., Günay, M. (2013), “Delik Delme İşlemlerinde Kesme Parametrelerinin Kesme Bölgesindeki Sıcaklığa Etkisinin Deneysel İncelenmesi”, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi 28(1): 1-6, Őubat-2014

PROCEEDINGS BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

BİR CYCLOID (SİKLOİT) REDÜKTÖRDE SONLU ELEMANLAR YÖNTEMİ İLE TEMAS GERİLMELERİNİN ANALİZİ**ANALYSIS OF CONTACT STRESS IN A CYCLOID REDUCER BY THE FINITE ELEMENT METHOD****Mehmet Bülent YAŞAR**

Yüksek Lisans Öğrencisi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makina Mühendisliği Anabilim Dalı, , ORCID No: 0000-0002-6888-6587

Melih BELEVİ

Dr. Öğr. Üyesi, Dokuz Eylül Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümü, ORCID No: 0000-0002-0862-4657

ÖZET

Bu çalışmada 3 boyutlu ortamda modellenmiş tek kademeli bir cycloid redüktör ele alınmaktadır. Cycloid redüktörler ilk olarak 1940'larda Almanya'da uçak sanayinde kullanılmaya başlanmış olup, günümüzde kullanım alanları yaygınlaşmış ve üretim miktarı da artmıştır. Bu artışta cycloid redüktörlerin diğer redüktör türlerine mukavemet yönünden avantaj sağlayan çalışma prensibi belirleyici bir rol oynamıştır. Cycloid redüktörler tüm redüktör türleri gözönüne alındığında sıradışı denilebilecek bir şok yükü dayanımına ve uzun ömre sahiptirler. Ayrıca tek kademede sağlayabildikleri yüksek çevrim oranları da bu tür redüktörü diğerlerine göre daha cazip kılmaktadır. Bu üstün özellikleri ve yaklaşık 80 yıllık tarihçesine rağmen cycloid redüktörlerin tasarımında kullanılabilir geniş kapsamlı kaynakların bugün dahi azlığı dikkat çekicidir. Mevcut kaynakların birçoğunda bir cycloid redüktörün parçalarının tasarlanması ve üretiminde kullanılabilir bir takım yöntem ve formüller sunulmuştur. Bununla birlikte erişilebilen yalnızca bazı az sayıda kaynağın bütün bir cycloid redüktör tasarımında rehberlik edebileceği görülmüştür. Bu kaynaklar kullanılarak, seçilen parametrelerle epicycloid geometrisini temel alan bir cycloid redüktöre ait parçaların hesap ve boyutlandırması yapılmıştır. Bu boyutlarla Solidworks ortamında parça ve montaj modellemesi gerçekleştirilmiştir. Solidworks Simulation üzerinde montajdaki parçaların temas türleri, fişstürler, harici yükler ve mesh ayarları tanımlanmış ve sonlu elemanlar yöntemiyle temas gerilmelerinin analizi yürütülmüştür. Analiz sonucunda Von Mises kriterine göre gerilme değerleriyle beraber yer değiştirme, eşdeğer elastik şekil değiştirme ve emniyet faktörü değerleri elde edilmiş ve incelenmiştir. Temas bölgelerindeki gerilmelerin analiz sonucu olan değerleri ile kaynakların sunduğu [1-5] yöntem ve formüllerin elde hesaplanmasıyla ortaya çıkan gerilme değerlerinin karşılaştırılması yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Dişli, Redüktör, Cycloid, Sikloit, Gerilme Analizi, CAD, FEA, Sonlu Elemanlar Analizi**ABSTRACT**

In this study, a single stage cycloid reducer modeled in a 3D environment is discussed. Cycloid reducers were first used in the aircraft industry in Germany in the 1940s, and today their usage areas have become widespread and the amount of production has increased. In this increase, the working principle of cycloid gearboxes, which provides advantages to other gearbox types in terms of strength, played a decisive role. Cycloid gearboxes have an extraordinary shock load resistance and long life, considering all gearbox types. In addition, the high gear ratios which they can provide in a single stage make this type of gearbox more attractive than others. Despite these superior features and a history of about 80 years, the fewness of comprehensive resources which can be used in the design of cycloid gearboxes is striking even today. In many of the available resources, a number of methods and formulas are presented that can be used to design and manufacture parts of a cycloid reducer. However, it has been found that only a few available resources can guide an overall cycloid reducer

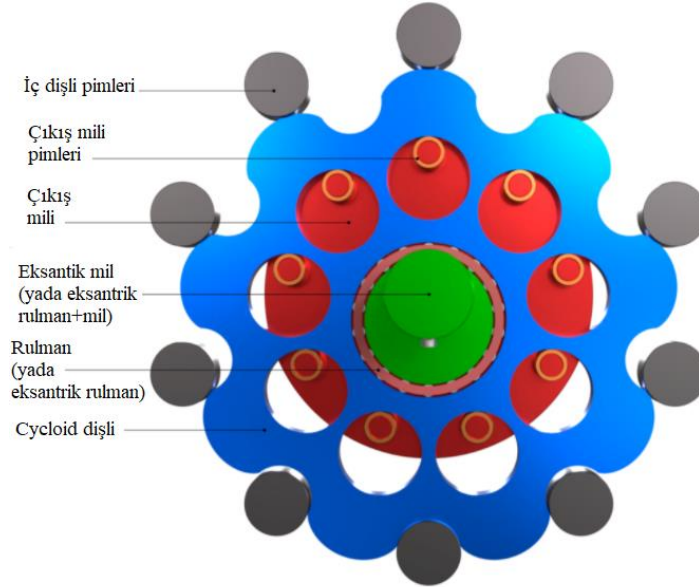
design. Using these resources, the parts of a cycloid reducer based on epicycloid geometry with selected parameters were calculated and dimensioned. With these dimensions, part and assembly modeling was carried out in the Solidworks environment. The contact types, fixtures, external loads and mesh settings of the parts in the assembly were defined on Solidworks Simulation and the contact stress analysis was carried out with the finite element method. As a result of the analysis, displacement, equivalent elastic strain and safety factor values together with the stress values according to Von Mises criterion were obtained and examined. The values of the contact area stress obtained from the analysis and the stress values obtained from manual calculation of the the methods and formulas provided by the sources [1-5] were compared.

Keywords: Gear, Reducer, Cycloid, Stress Analysis, CAD, FEA, Finite Element Analysis

1. AMAÇ

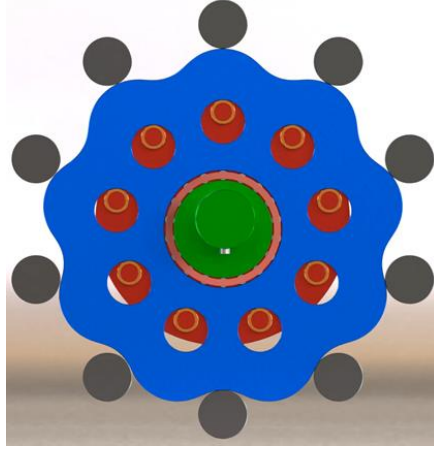
Dişli kutularının sonlu elemanlar yöntemi ile mukavemet değerlerinin ortaya çıkartılması son yıllarda iyice yaygınlaşarak dünyaca kabul gören bir tasarım ve doğrulama işlemi haline gelmiştir demek yanlış olmayacaktır. Bu çalışma kapsamında ele alınan cycloid redüktörün 3 boyutlu modeli üzerinde mukavemet değerlerinin belirlenmesi amacıyla böyle bir sonlu elemanlar analizi yürütülecektir. Elde edilen sonuçlar ile cycloid redüktörün manuel hesap yöntemi [1, 2, 3] ile elde edilen gerilme değerlerinin karşılaştırılması yapıp, kuvvet aktarımında eğer varsa diğer dişli kutusu tiplerinin bilinen özelliklerinden farkları ortaya konmaya çalışılacaktır. Bu amaçla cycloid redüktör geometri ve kuvvetlerinin tanımlanmasında sıkça başvurulan Malhotra ve Parameswaran'a [4] ait çalışma da diğer [1, 2, 3] yöntemler karşılaştırılmış ve yöntemler arasında cycloid redüktör geometrilerini oluşturmada daha detaylı olduğu değerlendirilen ilk grup kaynaklar kullanılmıştır.

TANIMLAR VE PARAMETRELER



Şekil 1. Cycloid redüktör prensip parçaları montaj durumu (URL 1)

Şekil 1'de bir cycloid redüktöre ait tipik bir montaj konfigürasyonunda bulunan parçalar görülmektedir. Cycloid dişliye ait diş profilinin Şekil 1'de görülen hali cycloid (diş başı) ve daire yayından (diş dibi) oluşmaktadır. Kısaltma olarak adlandırılan düzeltme yapılmadığından diş profili üzerinde küçük yarıçaplı bir geçiş meydana gelerek mukavemet açısından dezavantajlı bir durum oluşmaktadır. Bu dezavantajı ortadan kaldırmak için sinüs eğrisine benzeyen bir diş profili oluşturma yolu seçilmiş, bunun için de kısaltma yöntemi kullanılmıştır. Şekil 2'de bu şekilde düzeltilmiş bir diş profili görülmektedir.



Şekil 2. Kısaltılmış dişli bir cycloid redüktör prensip parçaları montaj durumu (URL 1)

Bu çalışmada kullanılacak cycloid dişlisi Şekil 2'deki gibi bir kısaltılmış cycloid dişlisidir. Bu diş profilini veren parametrik denklemler ve diğer parçaların ölçüleri bu tip redüktörlerin parça boyutlandırması için hazırladığımız programa verilen parametrelerin çıktısı olarak alınıp 3 boyutlu Solidworks CAD ortamına aktarılmıştır. Söz konusu girdi parametreleri aşağıdaki gibidir:

Eksantriklik=1,8 mm

Dişli göbek çapı=20 mm

Modül=7 mm

Motor gücü=0,12 kW

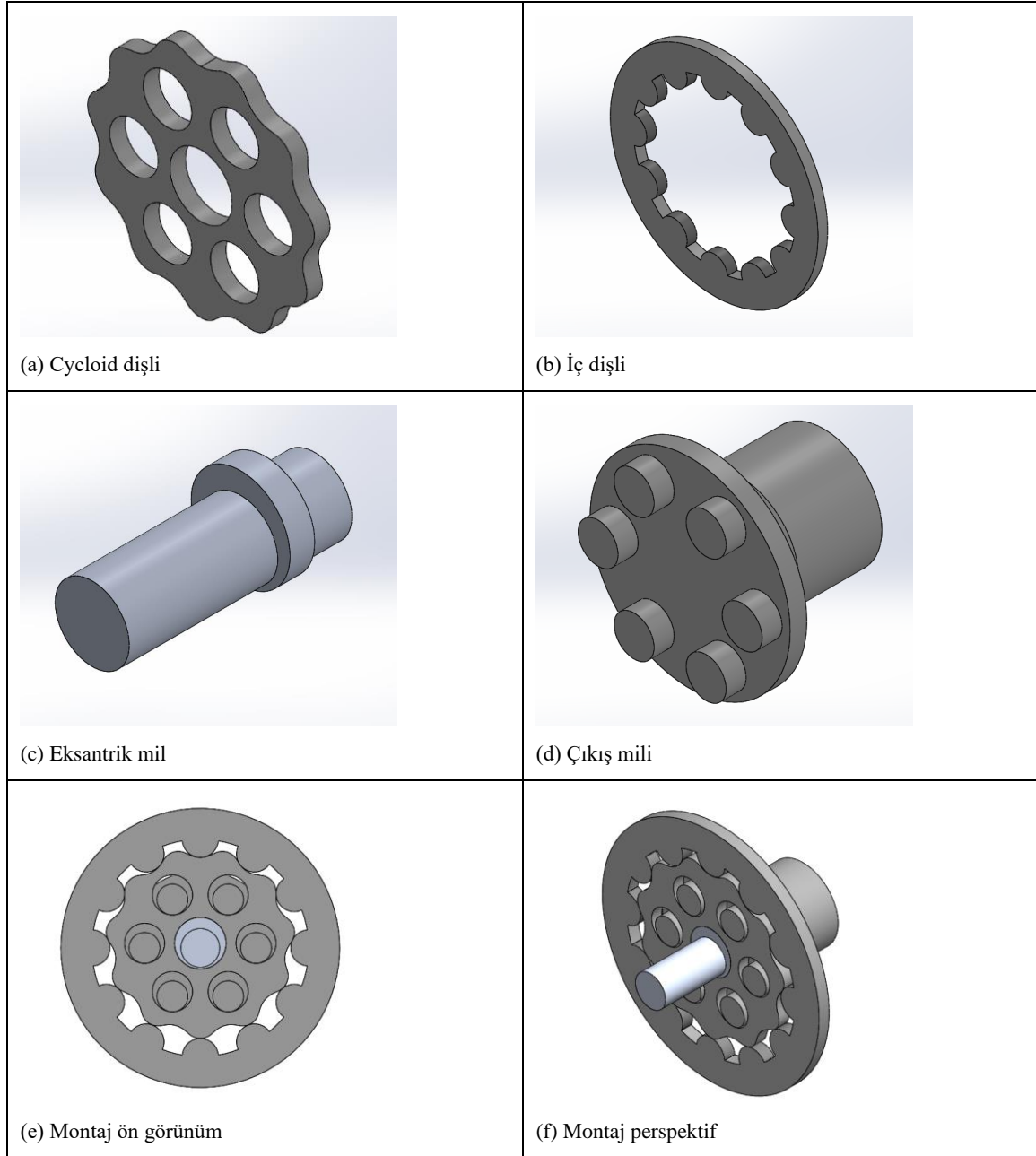
Giriş devri=1496 d/d

Çıkış pim çap ölçüsü=6 mm

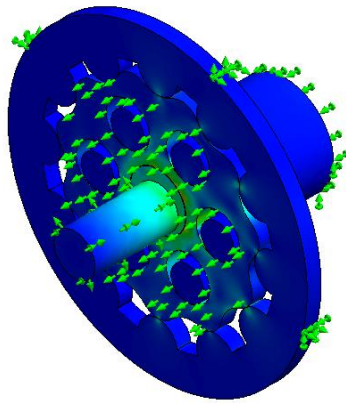
Çıkış devri=136 d/d

Çevrim oranı=11

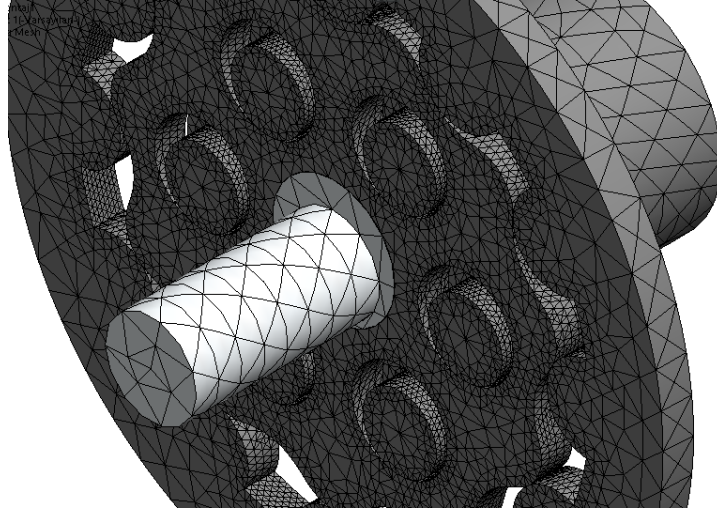
Solidworks'te hazırlanan parçalar montaj (Şekil 3) haline getirilip Solidworks Simulation analiz ortamında hazırlığı (Şekil 4) yapılmıştır.



Şekil 3. (a,b,c,d,e,f) Cycloid redüktörün temel parçalarının modelleri



Şekil 4. Analiz hazırlığı için seçilen fikstürler



Şekil 5. Analiz için mesh hazırlığı

Temas tipi olarak global temas seçilmiştir (Şekil 4). Yük olarak giriş miline 8,47 Nm tork uygulanmıştır. Eğrilik tipi mesh seçilmiş ve tüm temas eden yüzeyler için eleman boyutu 1 mm olacak şekilde mesh kontrolü uygulanmıştır (Şekil 5).

Malzeme seçiminde ise cycloid dişli, iç dişli ve çıkış mili için polyamid PA6, giriş mili içinse alüminyum 6061-T6 seçilmiştir. Seçilen malzemelerin fiziksel özellikleri Tablo 1’de görülmektedir.

Tablo 1. Cycloid redüktör parçaları için seçilen malzemeler ve fiziksel özellikleri

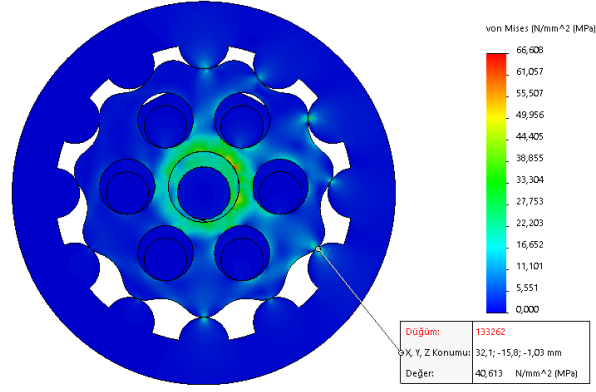
Parça adı	Malzeme	Elastite modülü (Mpa)	Poisson oranı	Akma mukavemeti (MPa)	Kopma mukavemeti (MPa)	Yoğunluk (kg/m ³)
Cycloid dişli, iç (pim) dişli, çıkış mili	PA6	2620	0,34	90	103,64	1120
Eksantrik mil	6061-T6	69000	0,33	275	310	2700

3. ANALİZ SONUÇLARI

Solidworks Simulation ortamında yürütülen analiz ile mukavemeti ilgilendiren 4 farklı unsur için değerlendirme yapılmıştır. Bunlar sırasıyla Von Mises kriterine göre gerilme değerleriyle beraber yer değiştirme, eşdeğer elastik şekil değiştirme ve emniyet faktörü değerleridir.

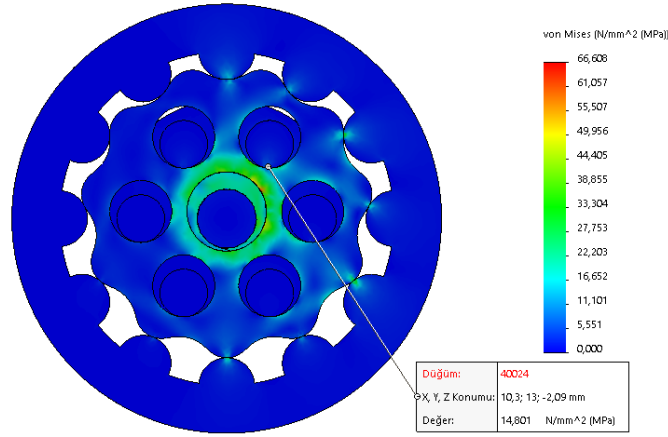
3.1 GERİLME

Analiz sonuçları arasında en önemlisi kabul edilebilecek olan gerilme analizi sonuçları montajı oluşturan 4 parça için aşağıdaki gibi listelenmiştir.



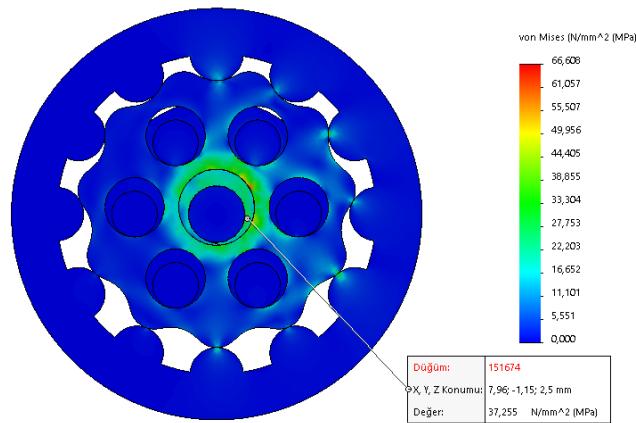
Şekil 5. İç dişli (Şekil 3-b) gerilme analizi grafiği

Şekil 5'te iç dişliye (Şekil 3-b) ait maksimum gerilme değeri görülmektedir. Bu değer 40,613 MPa olarak gerçekleşmiş ve PA6 için $\sigma_{\max}=90$ MPa'lık akma mukavemet değerinin altında kalmıştır. İç dişlinin bu durumda emniyetli olduğu görülmüştür.



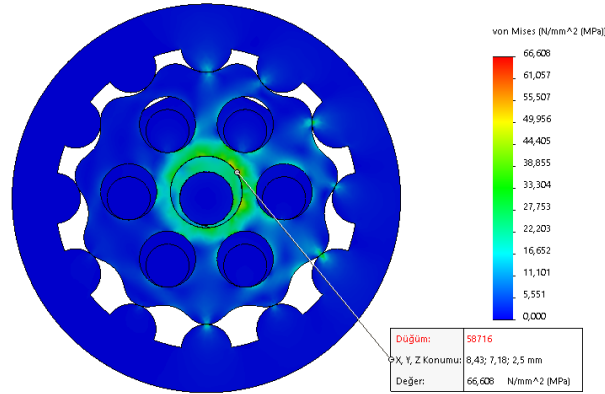
Şekil 6. Çıkış mili (Şekil 3-d) gerilme analizi grafiği

Şekil 6'da çıkış miline (Şekil 3-d) ait maksimum gerilme değeri görülmektedir. Bu değer 14,801 MPa olarak gerçekleşmiş ve PA6 için $\sigma_{\max}=90$ MPa'lık akma mukavemet değerinin oldukça altında kalmıştır. Çıkış milinin bu durumda emniyetli olduğu görülmüştür.



Şekil 7. Eksantrik (Giriş) mili (Şekil 3-c) gerilme analizi grafiği

Şekil 7’de eksantrik (giriş) miline (Şekil 3-c) ait maksimum gerilme değeri görülmektedir. Bu değer 37,255 MPa olarak gerçekleşmiş ve 6061-T6 için $\sigma_{\max}=275$ MPa’lık akma mukavemet değerinin oldukça altında kalmıştır. Eksantrik (giriş) milinin bu durumda emniyetli olduğu görülmüştür.



Şekil 8. Cycloid dişli (Şekil 3-a) gerilme analizi grafiği

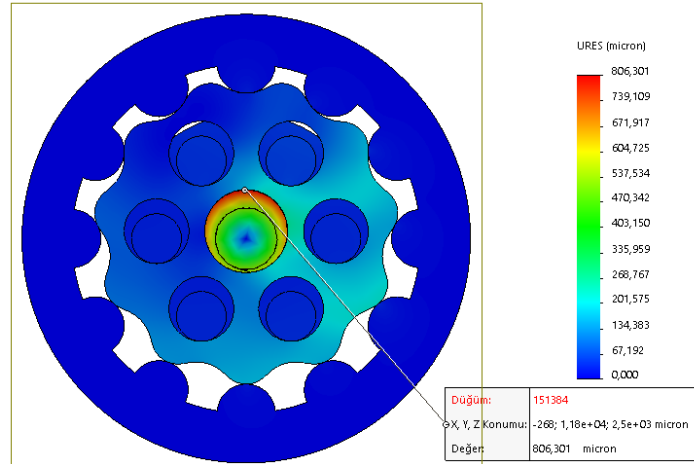
Şekil 8’de cycloid dişlinin (Şekil 3-a) göbeğindeki maksimum gerilme değeri görülmektedir. Bu değer 66,608 MPa olarak gerçekleşmiş ve PA6 için $\sigma_{\max}=90$ MPa’lık akma mukavemet değerinin altında kalmıştır. 66,608 MPa’lık değer aynı zamanda montaj dahilinde elde edilen en yüksek gerilme değeridir. Dolayısıyla montajın 66,608 MPa değeri ile montajın emniyetini sorgularsak:

$$\sigma_{\max} = 90 \text{ MPa}$$

$$\sigma = 66,608 \text{ MPa}$$

$$\sigma < \sigma_{\max} \text{ (Emniyetli)}$$

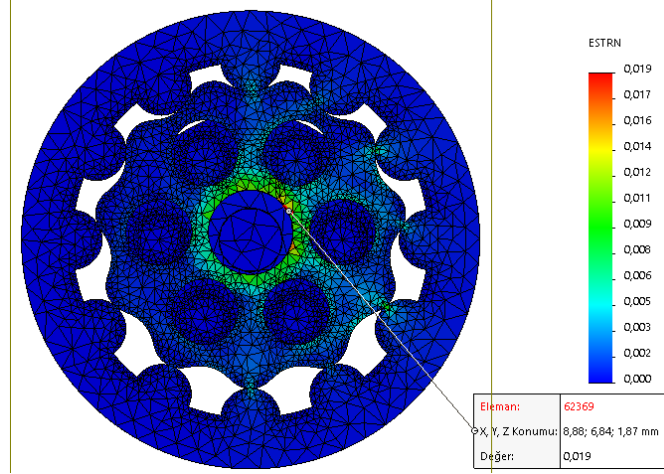
3.2 ELASTİK DEFORMASYON



Şekil 9. Montaj (Şekil 3-f) deformasyon grafiği

Şekil 9’da montajın maksimum elastik deformasyon miktarı 806,301 mikron olarak görülmektedir. Bu noktada Solidworks Simulation’ın deformasyon kelimesini “yer değiştirme” olarak kullandığını belirtmekte yarar olabilir. Oluşan deformasyonu, hiçbir parçada elastik sınırı aşmadığı için elastik deformasyon olarak ifade edebiliriz. Şekil 9’dan da anlaşılacağı gibi en büyük elastik deformasyon eksantrik (giriş) milinin eksantrik kısmının çap cidarında olmuştur.

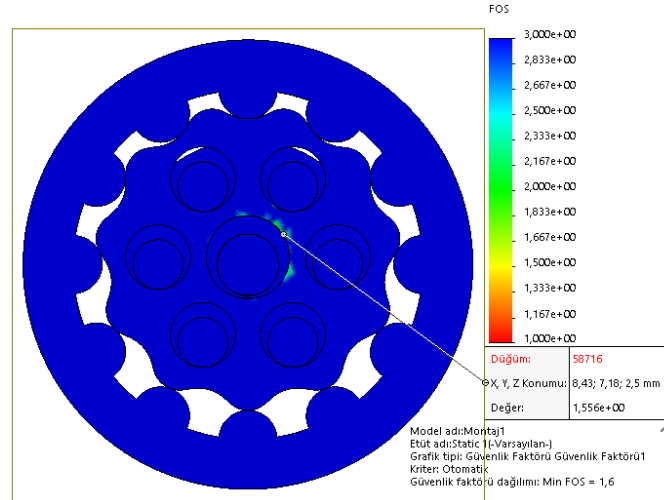
3.3 EŞDEĞER GERİLME



Şekil 10. Montajın (Şekil 3-f) eşdeğer gerilme grafiği

Şekil 10'da montaja ait eşdeğer gerilme (ESTRN: Equivalent strain) maksimum değeri 0,019 olarak görülmektedir.

3.4 EMNİYET FAKTÖRÜ



Şekil 11. Güvenlik faktörü grafiği

Şekil 11'de montaja ait grafikte emniyet faktörü (emniyet katsayısı) minimum sayısı olan FOS=1,6 görülmektedir. Bu değer, gerilmenin 66,608 MPa maksimum değere ulaştığı cycloid dişli göbeği üzerindeki değerdir.

4. SONUÇ

Çalışmadan elde edilen sayısal değerlerden anlaşılacağı üzere cycloid redüktörlerin gerilme değerleri açısından en kritik bölge, diğer dişli kutusu tiplerindeki gibi diş temasının gerçekleştiği hat boyunca oluşmamaktadır. Bu, (kısaltılmış-iç) cycloid dişli diş profilinin sinüzoidal şekli sayesinde gerilme yığılması yapan küçük yarıçaplı diş geometrilerinin oluşmaması ve dişlerin özellikle evolvent profilli dişlilerdeki gibi kuvveti sürekli olarak tek diş teması ile değil birçok dişin teması ile iletmesi sayesinde temas gerilmeleri diş temas gerilmeleri oldukça küçük değerlerde çıkmaktadır. Ayrıca, çıkış mili ve çıkış mili pimleri üzerindeki gerilmeler gayet

uygun değerlerde çıkmıştır. Analiz sonuçlarından farkedileceği üzere cycloid redüktörün mukavemet yönünden en kritik bölgesi cycloid dişlinin göbek bölgesidir. İleride özellikle bu bölgeyi de içerecek şekilde cycloid redüktör parçaları arasındaki tüm temas gerilmelerini incelemek üzere çalışma yapılması gerektiği değerlendirilmektedir. Bu amaçla Malhotra ve arkadaşlarının (1983) çalışmalarının [4] yanısıra yeni kaynak araştırmasından elde edilen bilgilerle cycloid redüktör parça oluşturucu program halihazırdaki kuvvet hesaplama özelliğine ek olarak gerilmelerle ilgili kapsamlı çıktı üretebilmesi sağlanacaktır.

KAYNAKLAR

- [1] Alipiev O., “Geometry And Forming Of Epi- And Hypo-Cycloidal Toothed Wheels In Modified Cyclo Transmission”, Publisher: Ph.D. Dissertation, University of Ruse, 1988, pp.33-99 (in Bulgarian)
- [2] Borislavov B., Borisov I., Panchev V., Hansson H., Khoshaba S., Dugic I., “Design of a Planetary-Cyclo-Drive Speed Reducer Cycloid Stage, Geometry, Element Analyses”, Linnaeus University Mechanical Engineering, SwePart Transmissions AB., 2012, Thesis nr: Tek.
- [3] Yawei L., Yuanzhe W., Khoshaba S., Dugic I., “Design of a cycloid reducer —Planetary stage design, shaft design, bearing selection design, and design of shaft related parts”, 2012, Bachelor degree project, Linnaeus University Mechanical Engineering, School of Engineering.
- [4] Malhotra S. K., Parameswaran M. A., “Analysis Of A Cycloid Speed Reducer”, Indian Institute Of Technology, Mechanism And Machine Theory, 1983, Vol. 18, No. 6, Pp. 491-499
- [5] U. S. Army Transportation Research Command Fort Eustis-Virginia, “Cycloidal Cam Transmission”, 1961, Trec Technical Report 61-38.
- [6] URL 1. “Tec-Science, Construction of the cycloid disc”, <https://www.tec-science.com/mechanical-power-transmission/cycloidal-drive-speed-reducer-gear/construction-of-the-cycloidal-disc/>

PROCEEDINGS BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

**CYCLOID (SİKLOİT) REDÜKTÖRLERDE TEMEL KAVRAMLAR VE YAZILIM DESTEĞİYLE
CYCLOID DİŞLİ KUTUSU TASARIMI****FUNDAMENTAL CONCEPTS IN CYCLOID REDUCER AND CYCLOID REDUCER DESIGN WITH
SOFTWARE SUPPORT****Mehmet Bülent YAŞAR**Yüksek Lisans Öğrencisi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makina Mühendisliği Anabilim Dalı, , ORCID No:
0000-0002-6888-6587**Melih BELEVİ**

Dr. Öğr. Üyesi, Dokuz Eylül Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümü, ORCID No: 0000-0002-0862-4657

ÖZET

Bu çalışmada cycloid (sikloit) redüktörlerin tercih edildiği alanlar, diğer redüktör tiplerine göre avantaj ve dezavantajları, çalışma mantığı ve parçalarına ait geometrilerin hazırlanan program yardımı ile tasarımı [1-3] ele alınacaktır.

Günümüzde dişli çarkların diş profilinin oluşturulmasında yazılım desteğine sıkça başvurulmaktadır. Boyutlandırmada kullanılan yöntem ve formüllerin algoritma haline getirilip uygun yazılımın üretilmesiyle dişli çark tasarımındaki insan iş yükü azaltılmakta, insan hatasının önüne geçilmekte, farklı dişli çark parametrelerinin etkilerinin incelenmesi kolaylaşmakta ve özel tezgahlarla klasik üretim yöntemlerine nümerik kontrollü tezgahlar ile üretim eklenmektedir. Yapılan araştırmada halihazırda bilinen dişli çark ve dişli kutusu ticari tasarım yazılımlarının cycloid dişli çark ve kutuları için fazla bir destek sağlamadığı görülmüştür. Bu durumda konuya özel bir programın hazırlanması düşünülmüştür. QBasic dilinde yazılmış bir program yardımıyla cycloid dişli kutusunda yer alan dişlilerin profil geometrisi ve dişli kutusuna ait diğer parçaların geometrilerinin boyutlandırılması hedeflenmiştir. Seçilen güç, çevrim oranı, devir, eksantriklik miktarı, modül bilgileri girilerek programın ürettiği sonuçlar yine program tarafından bir metin dosyasına yazılmıştır. Diş profilinin oluşturulmasında programın ürettiği 2 adet parametrik denklem, Solidworks'te "Denklem İle Eğri" komutunun girdisi olarak kullanılmıştır. Diğer parçalar da yine aynı ortamda 3 boyutlu olarak modellenmiştir. Elde edilen parçalarla montaj gerçekleştirilmiş, boyutsal uygunluk ve konstrüksiyon kurallarına uygunluğu incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar ile test amaçlı prototip bir cycloid redüktör üretilerek yazılımın başarılı olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Dişli, Redüktör, Cycloid, Programlama, CAD, CAE**ABSTRACT**

In this study, the areas where cycloid reducers are preferred, their advantages and disadvantages compared to other reducer types, the logic of operation and the design of the geometries of their parts with the help of the program provided [1-3] will be discussed.

Today, software support is frequently used to create the tooth profile of gear wheels. By transforming the methods and formulas used in sizing into algorithms and producing the appropriate software, the human workload in gear wheel design is reduced, human error is prevented, the effects of different gear wheel parameters are easier to examine, and numerical control is added to conventional production methods with special machines. Research has shown that already known gear wheel and gearbox commercial design software does not provide much aid for cycloid gear wheels and reducers. In this case, it was considered to prepare a special program for the subject. With the help of a program written in QBasic language, it is aimed to

dimension the profile geometry of the gears in the cycloid gearbox and the geometries of the other parts of the gearbox. The results produced by the program by entering the selected power, gear ratio, revolution per minute, amount of eccentricity, module information are also written by the program into a text file. In the creation of the tooth profile, 2 parametric equations produced by the program were used as the input of the " Equation Driven Curve" command in Solidworks. Other parts are also modeled in 3D in the same environment. Assembly was carried out with the parts obtained, dimensional suitability and compliance with construction rules were examined. With the results obtained, a prototype cycloid reducer was produced for testing purposes and the software was found to be successful.

Keywords: Gear, Reducer, Cycloid, Programming, CAD, CAE

1. GİRİŞ

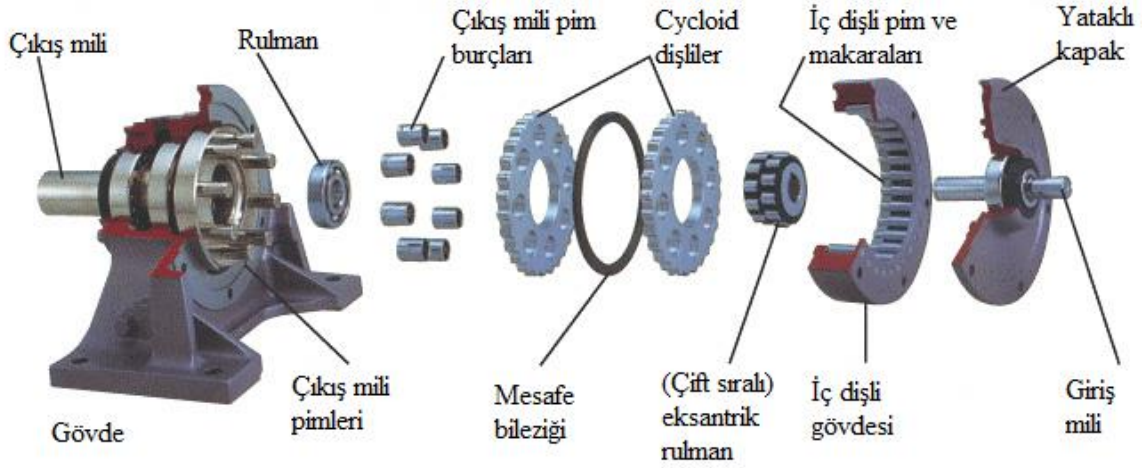
Cycloid redüktörlerin diğer redüktör türlerine göre avantaj ve dezavantajları [4] aşağıda görülebilir:

Tablo 1. Cycloid redüktör avantaj ve dezavantajlar

Avantajlar	Dezavantajlar
<ul style="list-style-type: none"> • Sıfır veya çok düşük diş boşluğu sağlar, çalışma ömrü boyunca diş boşluğu (backlash) nispeten sabittir • Yuvarlanma yerine kayan temas • Çok düşük aşınma • Yüksek şok yükü kapasitesi • Aynı gövde büyüklüğünde 200:1'i aşan çevrim oranları mümkündür. • Sessiz çalışırlar 	<ul style="list-style-type: none"> • Düşük çevrim oranlarında (25:1'in altında) tercih edilmeyebilir • Daha düşük verimlilik (Tek kademe yaklaşık %93, iki kademe için %86 verim) • Büyük gövde çapı ölçüsü • Ağır • Fiyat

Tablo 1'de görülebileceği üzere cycloid redüktörler bazı dezavantajlara sahip olmalarına rağmen makina üreticilerinin ürünlerinde kullanım yerine özel olarak aradıkları bazı avantajları da sunmaktadır. Örneğin, mekatronik dalı için önem arzeden hassas konumlama ihtiyaçlarının yerine getirilmesi için yalnızca servo motor ve sürücülerin kullanılması yeterli değildir, servo motorların çıkışında tork çoğaltıcı olarak kullanılacak redüktörlerin de bu açısal konumlama hassasiyetini minimum kayıpla takip ettirebilmeleri gereklidir. Bu sahada planet redüktörlerin yerini almış olan iki redüktör tipi cycloid ve harmonic drive redüktörlerdir. Cycloid redüktörler, harmonic drive redüktörlerin boşluksuzluk değerlerini yakalayabildikleri gibi onların üretim bandında sunulmayan torkları da [5] sunabilmektedirler. Endüstriyel kullanım tarafından bakacak olursak cycloid redüktörler burada da arzu edilen bazı üstünlükleri sunmaktadırlar: Yük altında duruştan kalkışa geçişte redüktörler şok yüküne maruz kalırlar ki bu da dişlere hasar vererek redüktörü çalışmaz hale getirebilmektedir. Cycloid redüktörde birçok diş ile pimin teması sürekli gerçekleştiği için yük yayılır ve tek diş temasında meydana gelebilen hasar oluşmaz. Bu yükün yayılması durumu aynı zamanda aşınmaya da olumlu katkı gösterir; diş boşluğu (backlash) artmaz ve mukavemet değerleri korunur, ayrıca redüktörün ömrü boyunca giriş ve çıkış arasındaki açısal boşluk da üretildiği andaki değerinden fazla değişmez. Giriş devri her iki yönde uygulanabilir. Tek kademe yüksek çevrim oranlarına erişilebildiği için çok kademeli redüktörlerdeki verimin çok kademe kaynaklı azalışı da yaşanmaz.

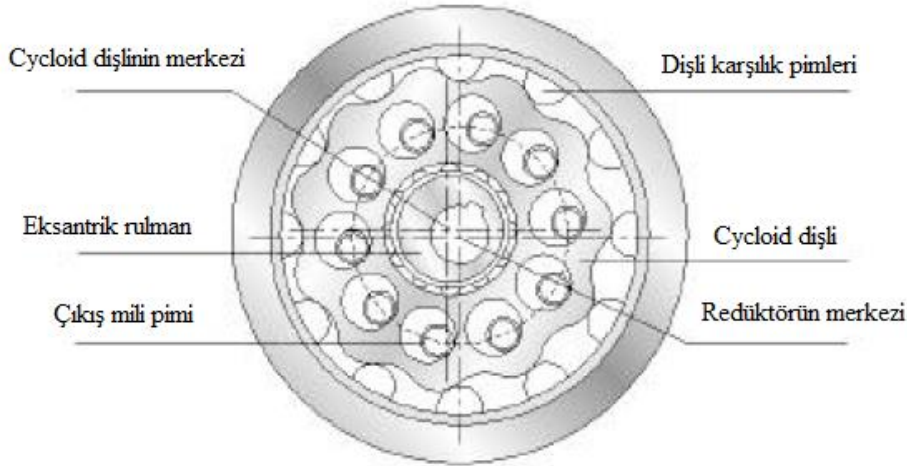
3. BİLEŞENLER



Şekil 1. Tipik bir cycloid redüktörün parçaları [6].

Şekil 1’de tipik bir endüstriyel tip çift dişlili cycloid redüktörün içerisinde bulunan parçalar görülmektedir. Cycloid dişlinin eksantrik hareketiyle oluşan merkezkaç kuvvetin ortadan kaldırılması amacıyla giriş hızı belli bir seviyenin üzerinde olan redüktörlerde, redüktör merkezinden geçen iç (pim) dişli gövdesinin ortasından geçen düşey düzleme göre simetrik konumlanmış 2 adet dişli kullanılır. Bu çalışmada program geliştirme ve sonlu elemanlar analizinde kullanılabilir model kurma amacı güdüldüğünden temel tek dişlili redüktör hedef alınmıştır. Giriş mili kamsız bir mil olup, eksantriklik çift sıralı eksantrik rulman ile sağlanmıştır.

3. ÇALIŞMA MANTIĞI



Şekil 2. Cycloid redüktör prensip bileşenleri [7].

Şekil 2’de görülen cycloid redüktör içerisinde redüktör merkezinde dönen eksantrik bir kamın ya da bir eksantrik rulmanın, bir motor mili (Planet redüktördeki güneş dişli karşılığı) ile tahriki sözkonusudur. Kam üzerindeki rulman, sabit bir iç dişli (Dişli karşılık pimlerini taşıyan halka) içinde dönen bir cycloid dişlinin (Planet redüktördeki planet dişli karşılığı) merkezindedir. Motor mili saat yönünde dönmeye başladığında temas noktası bu hareketi takip eder ve cycloid dişli, iç dişli içerisinde yuvarlanır. Yuvarlanan cycloid dişlinin yuvarlanma dairesi iç dişlininkinden daha küçük olduğu için cycloid dişli kendi merkezi etrafında dönüşe başlar; bu dönüş motor milinin dönüş yönünün tersi yöndedir (Şekil 3). Bu dönüş hareketi dişli üzerindeki deliklere giren çıkış mili pimlerine aktarılarak redüktörün çıkış miline iletilir.

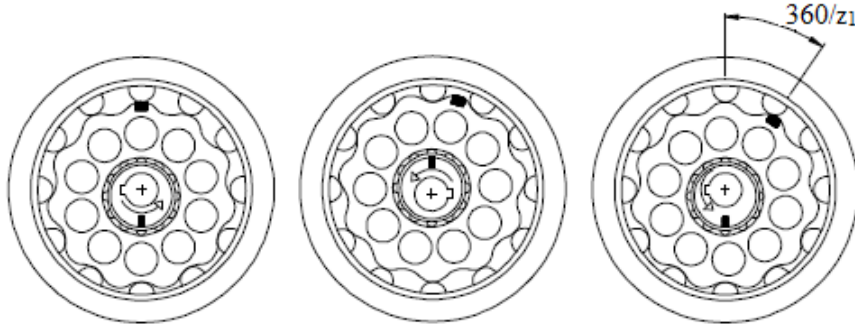
Cycloid redüktörün çevrim oranı şu şekilde bulunur:

z_1 : Cycloid dişlinin diş sayısı

$$i = \frac{z_1}{z_2 - z_1} = \frac{z_1}{z_1 + 1 - z_1} = z_1$$

z_2 : Karşılık gelen pimlerin sayısı

i : Çevrim oranı



Eksantrik rulman bir tur döndüğünde, cycloid dişli aksi yönde $360/z_1$ derece kadar döner

Şekil 3. Cycloid dişlinin hareket biçimi ve açıları [8].

4. PROGRAM

Programın yazım fikri için ABD ordusunun 1960-61 yıllarında cycloid redüktör tasarım ve üretimi için üzerinde çalıştığı bir proje [9] esin kaynağı olmuştur. Programın ürettiği temelde iki çıktı bulunur:

1) Cycloid redüktörün girilen parametrelere uygun parçalarının 2 boyutlu montaj hali görüntüsü. Tasarımcının karar vermesini kolaylaştırmak ve süreci kısaltmak amacıyla Solidworks'e veri taşımadan önce redüktörün girilen değerlere uygun boyutlandırılmış halini grafik olarak tasarımcıya sunar.

2) Solidworks'te "Equation Driven Curve" komutuna girdi olarak verilecek parametrik diş profili çizim formülleri ve diğer gerekli ölçüleri ekrana ve text dosyasına basar.

4.1 KODLAMA

Programlama dili olarak taşınabilirlik standardı yüksek ve iyi bir prototipleme dili olan QBasic seçilmiştir. Herhangi bir QBasic derleyicisi kullanılarak program çalıştırılabilir. Değişken için isimlerinin seçiminde kullanılan kaynakların [2, 3] tercih ettiği isimler tercih edilerek kodlama ve hata ayıklama kolaylaştırılmak istenmiştir.

REM 'Cycloid Reduktor Parca Boyutlandırma

OPEN "O", #1, "ylmakale3.txt"

SCREEN 12

deltax = 640 / 2

deltay = 480 / 2

dtor = (2 * 3.1415926) / 360

xmax = 0.49

rcx = 1

Zw = 6

sigmab = 70 'Malzeme mukavemet secimi (Mpa) - Kestamid

```

50 CLS
COLOR 15
INPUT "aw (mm)=", aw
INPUT "Modul (mm)=", m
xmin = 2 * ((m - 2 * aw) / m) - xmax
IF xmin <= 0 THEN PRINT "xmin=0'dan küçük olamaz": SLEEP (1): GOTO 50
IF xmin > xmax THEN PRINT "xmin, xmax'dan büyük olamaz": SLEEP (1): GOTO 50
INPUT "Giris devri(rpm)=", Ni
INPUT "Cikis devri(rpm)=", No
z1 = Ni / No
IF z1 <> INT(z1) THEN PRINT "Giris-Cikis devir sayilarini degistir, tahvil orani ondalikli sayi olamaz!":
SLEEP 1: CLS: GOTO 50
INPUT "Cser D olcusunu gir(mm)=", cser_D
INPUT "Motor gucu (kW)=", MG
INPUT "Cikis pim olcusu gir(mm)=", d_output_pin
rc = m
Ti = MG * 9548.8 / Ni
Tg = Ti * z1
r2 = m * (z1 + 1) / 2
x = (xmax + xmin) / 2
rw1 = m * z1 * (1 - x) / 2
rw2 = m * (z1 + 1) * (1 - x) / 2
df1 = m * (z1 + x - 2 * 1)
da1 = m * (z1 + 2 - x - 2 * 1)
REM -----
REM 'CIKIS PIMI OLCULENDIRMESI
Fsmax = 4.8 * Tg / (Zw * r2) * 1000
B = 0.1 * r2
delta = 2
L = 1.5 * B + delta
W = 3.1415926 * (d_output_pin ^ 3) / 32
sigmaF = Fsmax * L / W
sigmaFP = 0.43 * sigmab
Rw = r2 + aw
d_output_pin_calc_val = 36.6 * (Tg * L / (Zw * Rw * sigmaFP)) ^ (1 / 3) 'Cikis pimleri cap hesabi
'IF d_output_pin_calc_val > d_output_pin THEN PRINT "Cikis pimi capi degeri küçük girildi": SLEEP (1):
GOTO 50
xx = d_output_pin
d_output_pin_bush = _CEIL(1.2972 * xx + 3.3608)

```

```

d_hole_on_the_gear = d_output_pin_bush + 2 * aw
REM -----
PRINT ""
PRINT "x_max="; xmax; "mm"
PRINT "x_min="; xmin; "mm"
PRINT "x_ort="; x; "mm"
COLOR 15
LOCATE 19, 1
COLOR 4
PRINT "B="; B; "mm"
PRINT "d_hole_on_the_gear="; d_hole_on_the_gear; "mm"
COLOR 3
PRINT "Cikis Pimi capi="; d_output_pin; "mm"
PRINT "Hesaplanmis cikis pimi capi="; d_output_pin_calc_val; "mm"
PRINT "Cikis pimi burcu capi="; d_output_pin_bush; "mm"
PRINT "rw1="; rw1; "mm"
PRINT "rw2="; rw2; "mm"
COLOR 1
PRINT "Pim merkez dairesi yaricapi="; r2; "mm"
PRINT "Pim yaricapi="; rc; "mm"
REM -----
REM 'CIKIS PIMLERI MERKEZ DAIRESI
CIRCLE (deltax, deltay), rw2, 3
REM -----
REM 'CIKIS PIMLERI
FOR i = 0 TO 360 STEP (360 / Zw)
    fi = i * dtor
    CIRCLE ((deltax + rw2 * COS(fi)), (deltay + rw2 * SIN(fi)), (d_output_pin / 2), 3
NEXT i
REM -----
REM 'CIKIS PIMLERI BURCLARI
FOR i = 0 TO 360 STEP (360 / Zw)
    fi = i * dtor
    CIRCLE ((deltax + rw2 * COS(fi)), (deltay + rw2 * SIN(fi)), (d_output_pin_bush / 2), 3
NEXT i
REM -----
REM 'PIM MERKEZ DAIRESI
CIRCLE (deltax, deltay), r2, 1
REM -----

```


REM 'PIMLER

pin_angular_gap = 360 / (z1 + 1)

FOR i = -90 TO 270 STEP pin_angular_gap

fi = i * dtor

CIRCLE ((deltax + r2 * COS(fi)), (deltay - r2 * SIN(fi)), rc, 1

NEXT i

REM -----

REM 'DIS PROFILI

FOR T = -90 TO 270 STEP 0.0001

fi = T * dtor

xw = m / 2 * ((z1 + 1) * SIN(fi) - (1 - x) * SIN((z1 + 1) * fi) + (2 * rcx * ((1 - x) * SIN((z1 + 1) * fi) - SIN(fi)) / (SQR(1 - 2 * (1 - x) * COS(z1 * fi) + (1 - x) ^ 2))))

yw = aw + m / 2 * ((z1 + 1) * COS(fi) - (1 - x) * COS((z1 + 1) * fi) + (2 * rcx * ((1 - x) * COS((z1 + 1) * fi) - COS(fi)) / (SQR(1 - 2 * (1 - x) * COS(z1 * fi) + (1 - x) ^ 2))))

PSET (deltax - xw, deltay - yw), 4

NEXT T

REM -----

REM 'CIKIS PIMI BURCLARININ GECTIGI DELIKLER

FOR i = 0 TO 360 STEP (360 / Zw)

fi = i * dtor

CIRCLE ((deltax + rw2 * COS(fi)), (deltay - aw + rw2 * SIN(fi)), (d_hole_on_the_gear / 2), 4

NEXT i

REM 'EKSANTRIK RULMAN DIS CAP DAIRESI

CIRCLE (deltax, deltay - aw), (cser_D / 2), 14

REM -----

PRINT "Devam etmek icin herhangi bir tusa basin"

DO: K\$ = INKEY\$: LOOP UNTIL K\$ <> ""

CLS

REM 'Px HESABI

K1 = aw * (z1 + 1) / r2

Px = (z1 + 1) * (Tg * 1000) / (2 * K1 * z1 * r2)

PRINT "Px="; Px; "N"

PRINT ""

REM -----

REM 'Py ve Pymax HESABI

Py = 0

Pymax = 0

fi_max = 0

fi = 2 * 3.1415926 / z1

```

Pymax = 0
fi_max = 0
FOR i = 1 TO (z1 + 1) / 2
    gamma = fi - (2 * 3.1415926 * i / (z1 + 1))
    Py = 2 * (Tg * 1000) * (COS(gamma) - K1) * SIN(gamma) / (K1 * z1 * r2 * (1 + K1 ^ 2 - 2 * K1 *
COS(gamma)))
    IF ABS(Py) > Pymax THEN Pymax = ABS(Py)
    IF ABS(Py) = Pymax THEN fi_max = fi * i
    PRINT "Dis no="; i; " Py="; Py; "N"
NEXT
PRINT ""
PRINT "Pymax="; Pymax; "N, fi_max="; fi_max; "rad"
REM -----
REM 'Px ve Py ILE P DEGERININ BULUNMASI
P = (Px ^ 2 + Pymax ^ 2) ^ 0.5
REM -----
REM 'DISLI VE EKSANTRIK RULMAN ARASINDAKI KUVVETLER Fx, Fy ve R (bileske) HESABI
fi_max_ussu = (z1 + 1) / z1 * fi_max
Fx = 1 / n * (Px + Tg / (m * (2 * z1 + 1))) * COS(fi_max_ussu)
Fy = 1 / n * (Py - Tg / (m * (2 * z1 + 1))) * SIN(fi_max_ussu)
Rbileske = (Fx ^ 2 + Fy ^ 2) ^ 0.5
REM -----
pcc_xw$ = "Xw= " + LTRIM$(STR$(m / 2)) + "(" + LTRIM$(STR$(z1 + 1)) + "sin(t)-" +
LTRIM$(STR$(1 - x)) + "sin(" + LTRIM$(STR$(z1 + 1)) + "t))+((2*" + LTRIM$(STR$(1 - x)) + "sin("
+ LTRIM$(STR$(z1 + 1)) + "t)-sin(t)))/(sqrt(1-(2*" + LTRIM$(STR$(1 - x)) + "cos(" +
LTRIM$(STR$(z1)) + "t))+" + LTRIM$(STR$((1 - x) ^ 2)) + ")))"
pcc_xy$ = "Yw= " + LTRIM$(STR$(m / 2)) + "(" + LTRIM$(STR$(z1 + 1)) + "cos(t)-" +
LTRIM$(STR$(1 - x)) + "cos(" + LTRIM$(STR$(z1 + 1)) + "t))+((2*" + LTRIM$(STR$(1 - x)) + "cos("
+ LTRIM$(STR$(z1 + 1)) + "t)-cos(t)))/(sqrt(1-(2*" + LTRIM$(STR$(1 - x)) + "cos(" +
LTRIM$(STR$(z1)) + "t))+" + LTRIM$(STR$((1 - x) ^ 2)) + ")))"
PRINT #1, pcc_xw$
PRINT #1, ""
PRINT #1, pcc_xy$
PRINT #1, ""
PRINT #1, "B="; B; "mm"
PRINT #1, "L="; L; "mm"
PRINT #1, "Zw="; Zw; "adet delik"
PRINT #1, "aw="; aw; "mm"
PRINT #1, ""
PRINT #1, "d_output_pin_calc_val="; d_output_pin_calc_val; "mm"
PRINT #1, "d_output_pin="; d_output_pin; "mm"

```

```

PRINT #1, "d_output_pin_bush="; d_output_pin_bush; "mm"
PRINT #1, ""
PRINT #1, "rw1="; rw1; "mm"
PRINT #1, "rw2="; rw2; "mm"
PRINT #1, "d_hole_on_the_gear="; d_hole_on_the_gear; "mm"
PRINT #1, ""
PRINT #1, "pin centrode radius="; r2; "mm"
PRINT #1, "pin radius rc="; rc; "mm"
PRINT #1, ""
PRINT #1, "Px="; Px; "N"
PRINT #1, "Pymax="; Pymax; "N"
PRINT #1, "*****"
PRINT #1, ""
PRINT ""
PRINT "Spacebar'a basarak programin basina don"
DO: K$ = INKEY$: LOOP UNTIL K$ <> ""
IF K$ = CHR$(32) THEN GOTO 50
CLOSE #1
END

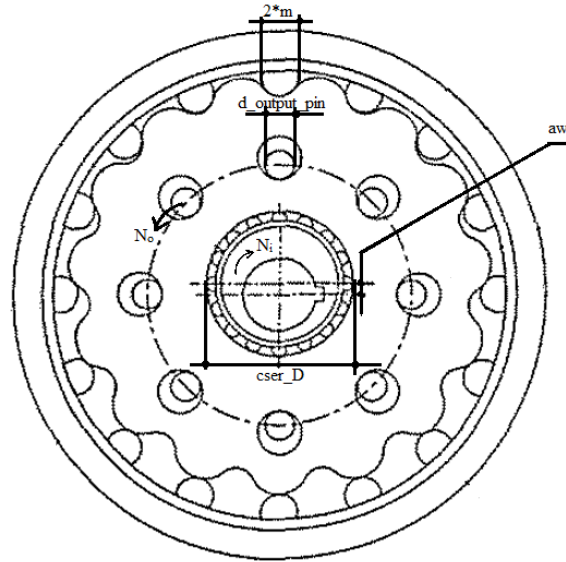
```

4.2 PARAMETRELER VE DİKKAT EDİLECEK HUSUSLAR

Örnek olarak tasarlanacak redüktörün parametreleri program kodu içerisindeki aynı adlarla Şekil 4'te gösterildiği gibi değişkenler belirtilmiş ve sayısal değerleri atanmıştır:

Eksantriklik: $a_w=1,8$ mm	Cser dış bilezik çap ölçüsü: $cser_D=20$ mm
Modül: $m=7$ mm	Motor gücü: $MG=0,12$ kW
Giriş devri: $N_i=1496$ d/d	Çıkış pim çap ölçüsü: $d_output_pin=6$ mm
Çıkış devri: $N_o=136$ d/d	

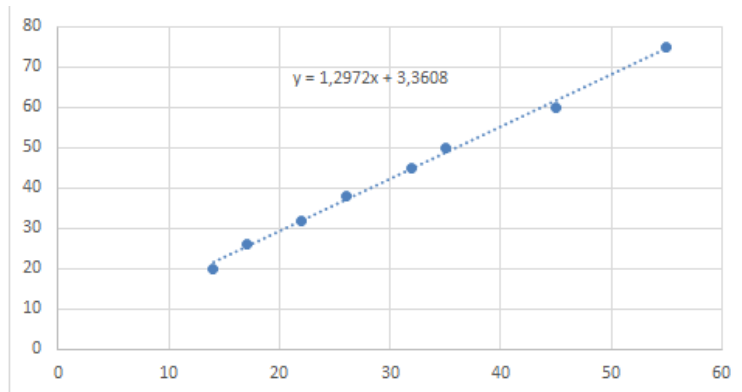
Modül değeri (m) olarak seçilen 7 mm değeri kolayca farkedileceği üzere dişliler için standart bir modül değeri değildir. Redüktörün gövde çapını olabildiği kadar küçük tutmak amacıyla böyle bir ara değer seçilmiştir. Seçilen çıkış ve giriş devirlerinin oranından (N_i/N_o) çevrim oranının $i=11$ olduğu görülür. $cser_D$ ile adlandırılan parametre redüktör dişlisinin eksantrik



Şekil 4. Örnek çalışmanın parametrelerinin gösterimi [10]

kamlı mille tahrik edilmesi yerine düz bir milin üzerindeki tek ya da çift sıralı bir eksantrik rulmanla tahriki durumuna işaret eder. Neticede ister kam üzerine rulmanla isterse kamsız mil üzerine eksantrik rulmanla eksantriklik sağlanmış olsun, cser_D ölçüsü yalnızca bir rulmanın dış bilezik çap ölçüsünü temsil etmektedir. Motor gücü (kW) de girildikten sonra geriye kalan tek parametre redüktörün çıkış tarafındaki mile hareketin aktarılmasını sağlayan pimlerin çap ölçüsüdür. Örnek çalışma için seçilen 6 mm'lik ölçü aslında program içerisinde eğilmeye karşı emniyet kontrolü yapıldıktan sonra emniyetsiz olarak çıkmakta ve program bu noktada başa dönüş yapmaktadır. Fakat montajda yer alacak pim ölçüsü bu seçilen 6 mm'lik ölçüde değil, cycloid dişli malzemesi olarak dökme polyamid (PA6G) tercihinden ötürü üzerine geçecek burcun çapında kabul edildiğinden Şekil 5'de görülen tablodaki polinom kullanılarak hesaplanır. Bu polinom, kullanılan kaynağın [2] 35. sayfasında sunulan pim çapı ile burç çapı karşılık tablosunun ölçü aralığını genişletmek için Excel ortamında doğrusal fit kullanılarak oluşturulmuştur. Burada x değeri pim çapını, y değeri ise burcun dış çapını vermektedir. Polinoma x için girilen 6 değerine karşılık gelen y=12 değeri, program içerisinde yapılan emniyet hesabında elde edilen 7,567867 değerinden büyük olduğu için çıkış pimi çap ölçüsü olarak kabul edilerek boyutlandırması tamamlanmıştır. Program içerisindeki çap ölçüsü emniyetini hesaplayan satır baş tarafına comment (') işareti konularak satırın çalışması engellenmiş olup, eğer istenirse comment kaldırılıp program yeniden derlenerek pim+burç olacak şekilde tasarımda çıkış piminin emniyeti hesaplanabilir.

Program, tasarımcının keyfi olarak atadığı eksantriklik (aw) ve modül (m) değerlerini alarak profil kaydırma faktörüne (x) uygunluk kontrolü yapar. Profil kaydırma faktörü sıfırdan büyük ve Alipiev [1, 2] tarafından belirtilen maksimum 0,49 değerleri arasında geçerli kabul edilmektedir. Bundan sonra giriş ve çıkış devirlerinin birbirine oranı kontrol edilerek çevrim oranının ondalıklı sayı olmadığı kontrolü yapılır. Bu kontrollerden geçen değerler program içerisinde metodoloji ve formüllere uygun biçimde işlenir.



Şekil 5. Çıkış pimi burç çapı hesabı eğrisi

5. PROGRAM ÇIKTILARI

Ekran görüntüsü olarak çıktılar Şekil 6 ve Şekil 7’de görülebilir.

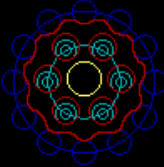
```

Untitled
aw (mm)=1.8
Modul (mm)=7
Giris devri(rpm)=1496
Cikis devri(rpm)=136
Cser D olcusunu gir(mm)=20
Motor gucu (kW)=.12
Cikis pim olcusu gir(mm)=6

x_max= .49 mm
x_min= .4814286 mm
x_ort= .4857143 mm

B= 4.2 mm
d_hole_on_the_gear= 15.6 mm
Cikis Pimi capı= 6 mm
Hesaplanmis cikis pimi capı= 7.567867 mm
Cikis pimi burcu capı= 12 mm
rw1= 19.8 mm
rw2= 21.6 mm
Pim merkez dairesi yaricapı= 42 mm
Pim yaricapı= 7 mm
Devam etmek icin herhangi bir tusa basin

```



Şekil 6. Cycloid redüktör programı veri giriş ve ilk çıktılar (1. ekran)

Şekil 6’da görülen B ölçüsü dişlinin genişlik ölçüsünü, d_hole_on_the_gear çıkış mili pimlerinin dişliye sürekli kayar temasını sağlayan 6 adet deliğin her birinin çap ölçüsünü, rw1 cycloid dişlinin anlık dönme merkezini üzerinde taşıyan daire yarıçapı ölçüsünü, rw2 çıkış pimlerinin merkez dairesi yarıçapını, pim yarıçapı da dişliye karşılık gelen pimlerin yarıçap ölçüsünü göstermektedir.

```

Untitled
Px= 212.7629 N
Dis no= 1   Py= 6.89735 N
Dis no= 2   Py=-34.75162 N
Dis no= 3   Py=-2.219662 N
Dis no= 4   Py= 27.19892 N
Dis no= 5   Py= 35.31745 N
Dis no= 6   Py= 24.404 N
Pymax= 35.31745 N,   fi_max= 2.855993 rad
Spacebar'a basarak programin basina don

```

Şekil 7. Cycloid redüktör programı kuvvet ve açı bilgileri çıktıları (2. ekran)

Şekil 7’deki ikinci ekranın görüntüsünde dişlere etkiyen yatay ve dikey kuvvetler ile maksimum kuvvete karşılık gelen süpürme açısı φ_{max} ’ın değeri görülmektedir. Bu çalışmada cycloid dişli geometrisinin

oluşturulması için yalnızca temel çalışma (Çıkış pimlerinin eğilmeye karşı emniyet hesabı hariç) yapıldığından bu değerler detaylı bir mukavemet çalışmasının girdisi olarak kullanılmayacak olup, bu konunun ileriki çalışmalarda ele alınması değerlendirilmektedir.

```

yilmakale3.txt - Not Defteri
Dosya Düzen Biçim Görünüm Yardım
Xw= 3.5*((12*sin(t)-.5142857*sin(12*t))+((2*(.5142857*sin(12*t)-sin(t)))/(sqrt(1-(2*.5142857*cos
(11*t))+.2644898))))

Yw= 3.5*((12*cos(t)-.5142857*cos(12*t))+((2*(.5142857*cos(12*t)-cos(t)))/(sqrt(1-(2*.5142857*cos
(11*t))+.2644898))))

B= 4.2 mm
Zw= 6 adet delik
aw= 1.8 mm

d_output_pin_calc_val= 7.567867 mm
d_output_pin= 6 mm
d_output_pin_bush= 12 mm

rw1= 19.8 mm
rw2= 21.6 mm
d_hole_on_the_gear= 15.6 mm

pin centrode radius= 42 mm
pin radius rc= 7 mm

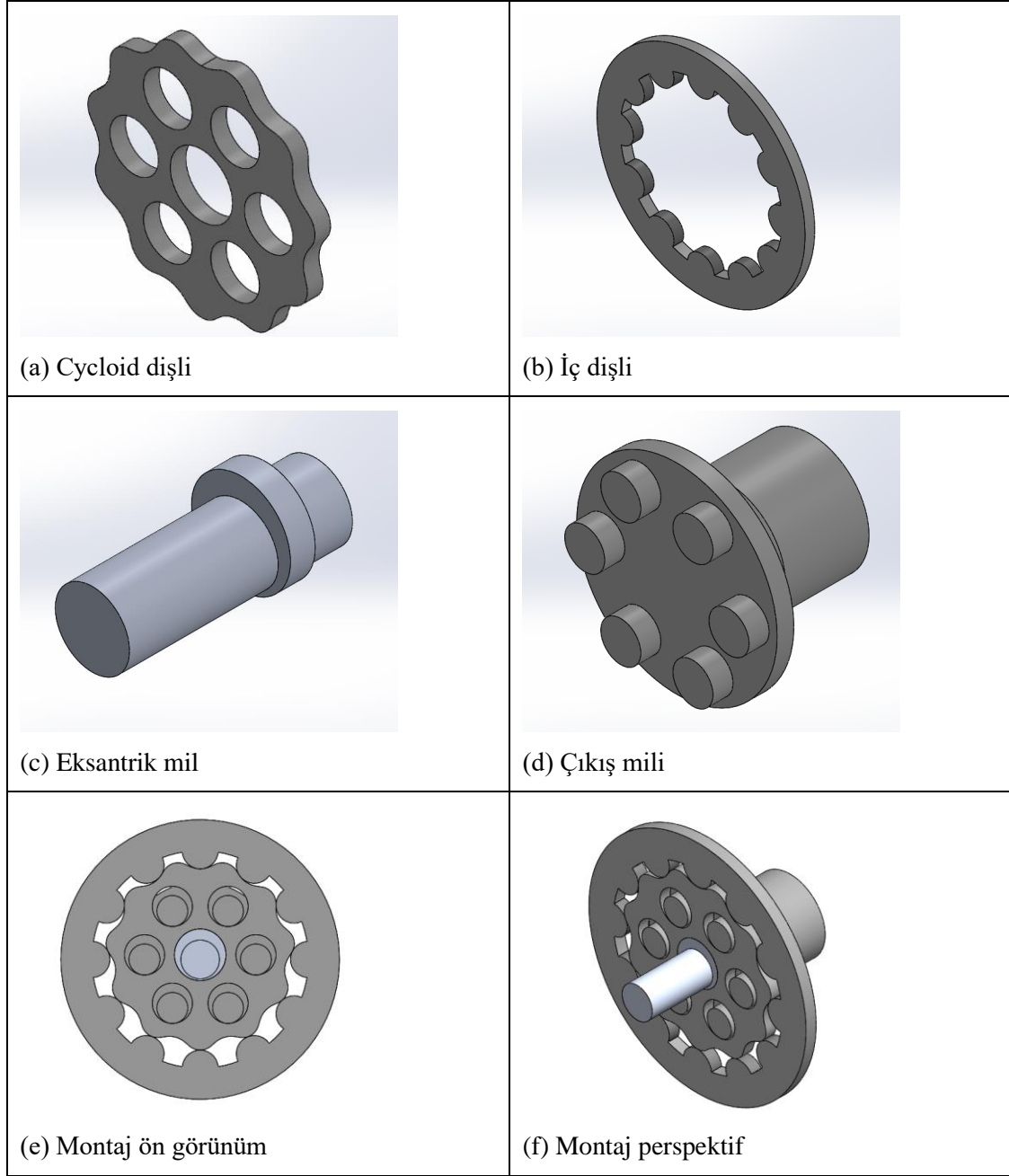
Px= 212.7629 N
Pymax= 35.31745 N
*****

```

Şekil 8. Cycloid redüktör programı sonuncu çıktıları

Programın son ürettiği bilgiler (Şekil 8) Solidworks'te parçaların çizimine temel oluşturmakta kullanılır. Xw ve Yw parametrik denklemleri kopyalanıp Solidworks'ün Equation Driven Curve komutuna girilerek cycloid dişlinin diş profili çizdirilmektedir. Yukarıda açıklaması yapılmamış olan son bir parametre olan Zw, çıkış pimlerine karşılık gelen dişli üzerindeki deliklerin sayısını vermektedir. Zw değeri programın içerisinde değiştirilebilmektedir, değeri çok sık değişmediği için dışarıdan kod harici veri girişi yapılar hale getirilmesine gerek duyulmamıştır. Bununla birlikte eğer içeriden ya da dışarıdan Zw değeri değiştirilirse yalnızca kuvvet hesabı değil, ekran grafik çıktısında delik ve pim sayısı otomatik olarak değiştirilecektir, kullanıcının müdahalesine gerek yoktur.

6. PARÇALARIN MODELLENMESİ



Şekil 9. Cycloid redüktörün temel parçalarının modelleri

Program tarafından üretilen verilerin Solidworks'te değerlendirilerek parçaların tasarımı (Şekil 9, a-b-c-d) tamamlanmıştır. İlk bakışta farkedileceği üzere tasarlanan parçalar tamamlanmış bir redüktörde yer alabilecek tarzda olmaktan çok, kritik parçaların montajda (Şekil 9, e-f) mukavemet analizini gerçekleştirmek üzere lineer statik sonlu elemanlar analizine hazırlık olarak tasarlanmıştır. Tamamlanan montajda 360 derece boyunca dişlinin dış profili ile iç dişlinin yarı silindirik pimlerinin boşluklu ya da girmeli temas oluşturup oluşturmadığının kontrolü yapılmış, gözlenen teğet temas ile durumun uygunluğu anlaşılmıştır.

7. SONUÇ

Çalışmanın sonunda başta hedeflenen amaca erişilmiş ve bir cycloid redüktörün temel parçalarının boyutlandırmasını istenen parametrelere göre hızlı bir şekilde yapabilen temel özelliklere sahip bir yazılım ortaya çıkartılmıştır. Bu çalışma, yazarların gelecek çalışmalarda cycloid redüktörler üzerinde sonlu elemanlar yöntemi ile yapacağı analizlerin yolunu açmış ve cycloid dişli diş profilinde yapılabilecek optimizasyonları da

gerçekleştirebilecek daha kapsamlı bir yazılımın da temelini oluşturmuştur. Sunduğu özelliklerle savunma ve medikal sektörlerinde de kullanım alanı bulmuş olan cycloid redüktörlerin üretiminin yapılmadığı ülkemiz dahilinde araştırma ve yayınlarla bilgi birikiminin başlatılması ve üretimi için bu tip çalışmaların gelişerek devam etmesinin faydalı olacağı değerlendirilmektedir. Dünyada bu konuda yapılan özel sektör çalışmalarının yanısıra savunma amaçlı araştırmaların da en az 60 yıllık bir geçmişi olduğu [9] düşünülürse aradaki zaman farkını kapatabilmek için gerekli gayretin gösterilmesinde daha fazla geç kalınmaması gerektiği açıktır.

KAYNAKLAR

- [1] Alipiev O., “Geometry And Forming Of Epi- And Hypo-Cycloidal Toothed Wheels In Modified Cyclo Transmission”, Publisher: Ph.D. Dissertation, University of Ruse, 1988, pp.33-99 (in Bulgarian)
- [2] Borislavov B., Borisov I., Panchev V., Hansson H., Khoshaba S., Dugic I., “Design of a Planetary-Cyclo-Drive Speed Reducer Cycloid Stage, Geometry, Element Analyses”, Linnaeus University Mechanical Engineering, SwePart Transmissions AB., 2012, Thesis nr: Tek.
- [3] Yawei L., Yuanzhe W., Khoshaba S., Dugic I., “Design of a cycloid reducer —Planetary stage design, shaft design, bearing selection design, and design of shaft related parts”, 2012, Bachelor degree project, Linnaeus University Mechanical Engineering, School of Engineering.
- [4] Onvio LLC, “Component Technology Case Studies Planetary vs. Cycloidal Technology”, http://www.motionusa.com.s3-website-us-east-1.amazonaws.com/dojen/Cyloidal_VS_Planetary.pdf, Sayfa: 18, 19
- [5] Motus Labs, “Torque Density Consequences For Robot Arm Design”, 2018, <https://motus-labs.com/torque-density-consequences-for-robot-arm-design-2/>
- [6] URL 1. Creative Engineering & Systems (M) Sdn Bhd, <http://www.gearmotor.com.my/cyclo-drive-spare-parts>
- [7] URL 2. Darali Drives, “What is a Cycloidal Speed Reducer? <https://www.darali.com/page17.html>
- [8] URL 3. Darali Drives, “What is a Cycloidal Speed Reducer? <https://www.darali.com/page18.html>
- [9] U. S. Army Transportation Research Command Fort Eustis-Virginia, “Cycloidal Cam Transmission”, 1961, Trec Technical Report 61-38.
- [10] Hwang Y., Hsieh C., “Geometry Design And Analysis For Trochoidal Type Speed Reducers: With Conjugate Envelopes”, 2006, Department of Mechanical Engineering, National Chung-Cheng University

PROCEEDINGS BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

KRONİK HASTALIKLARDA KULLANILAN İLAÇLAR İLE ANTİBİYOTİKLERİN *İN VİTRO* ETKİLEŞİMLERİ

IN VITRO INTERACTIONS OF ANTIBIOTICS WITH DRUGS USED IN CHRONIC DISEASES

Esra ERDOĞANMalatya İnönü Üniversitesi Eczacılık Fakültesi, Temel Eczacılık Bilimleri Farmasötik Mikrobiyoloji Anabilim Dalı ORCID NO:
0000-0003-1626-6033**Selami GÜNAL**Malatya İnönü Üniversitesi Eczacılık Fakültesi, Temel Eczacılık Bilimleri Farmasötik Mikrobiyoloji Anabilim Dalı ORCID NO:
0000-0002-4752-5176**ÖZET**

Yaşadığımız yüzyılda beklenen yaşam süresinin uzamasıyla dünyada ve ülkemizde kronik hastalıklar en önemli mortalite ve morbidite nedeni haline gelmiştir. Çoklu ilaç kullanımında ilaç ilaç etkileşimleri ile sıklıkla karşılaşılması ilaçların dozlarını güncellemeyi gerekli kılmıştır. Çalışmamızda hekimler tarafından kronik ve enfeksiyon hastalıklarının tedavisinde sıklıkla reçete edilen ilaçları; *in vitro* ortamda sıkça karşılaştığımız standart bakteri ve mantar suşları ile bir araya getirerek birbirlerinin etkilerini nasıl değiştirdiklerini gözlemlemeyi amaçladık.

Çalışmamızda *in vitro* ortamda besiyerinde antibiyotik disklerimiz ile kronik hastalıklarda sıklıkla kullanılan ilaçları (asetilsalisilik asit, amlodipin, atorvastatin, varfarin, metoprolol ve klopidogrel) bir araya getirerek ilaç etkileşimlerini (sinerji/antagonizma) Kirby Bauer disk difüzyon yöntemi belirledik.

İlaç emdirerek *Candida albicans* ekimi üzerine yerleştirdiğimiz disklerin büyük kısmı itrakonazol ve flukonazol ile potansiyalizasyon sinerjizmi gösterirken, diğer mikroorganizmalar farklı ilaç ve antibiyotikler ile bazen sinerjistik bazen de antagonistik etkileşime girdi. Bazı ilaçlarımız ise antibiyotik diskleri ile hiçbir etkileşim göstermedi.

İleri yaş ve reçete edilen ilaçların sayısı ile olası ilaç ilaç etkileşimlerinin sıklığı arasındaki güçlü ilişkiden dolayı özellikle yaşlılarımız bu duruma daha duyarlıdır. Dirençli bakterilerin yol açtığı enfeksiyonlar, hastalık/ölüm oranları ile tedavi maliyetlerinde artışa sebep olmaktadır. İlaç ile zehir arasındaki tek farkın doz olduğu bilinciyle başta doktor ve eczacılar olmak üzere tüm sağlık çalışanları ve hastalara akılcı ilaç kullanımı hususunda sorumlu taraflardır.

Anahtar Kelimeler: Antibiyotikler, disk difüzyon yöntemi, ilaç ilaç etkileşimleri, kronik hastalıklar**ABSTRACT**

In this century, with the prolonged life expectancy, chronic diseases have become the most important cause of mortality and morbidity in the world and in our country. Frequent drug-drug interactions have made it necessary to update the doses of drugs in multiple drug use. In our study, we aimed to observe how the drugs that are frequently prescribed by physicians in the treatment of chronic and infectious diseases, together with standard bacteria and fungi strains in *in vitro* environment, change the effects of each other.

In our study by combining antibiotic discs and drugs that are commonly used in chronic diseases (aspirin, amlodipine, atorvastatin, warfarin, metoprolol and clopidogrel) in *in vitro* environment, we determined the drug interactions (synergy/antagonism) by Kirby Bauer disc diffusion method.

While most of the discs placed on the culture of *Candida albicans* through impregnation of drugs showed potentiation synergism with *itraconazole* and *fluconazole*, other microorganisms showed sometimes synergistic and sometimes antagonistic interaction with different drugs and antibiotics. Whereas, some of our drugs showed no interaction with antibiotic discs.

Due to the strong relationship between advanced age and the number of prescribed drugs and the frequency of possible drug-drug interactions, our elderly people especially are susceptible to this situation. Infections caused by resistant bacteria cause an increase in disease/death rates and treatment costs. With the awareness that the only difference between drug and poison is the dose, all health professionals especially doctors and pharmacists and patients, must fulfill their duties and responsibilities regarding rational drug use.

Keywords: Antibiotics, disk diffusion method, drug-drug interactions, chronic diseases.

INTRODUCTION

The World Health Organization (WHO) estimates the non-contagious diseases (NCDs), including cancer, cardiovascular diseases, stroke, chronic lung diseases and diabetes to be responsible for approximately 70% of deaths worldwide (WHO, 2018). With the increase in life expectancy and the changing burden of diseases, the NCD prevalence and its share in the causes of death are increasing day by day in our country, as in the whole world (WHO, 2017).

The frequency and incidence of chronic diseases increase with old age, and this process requires the use of multiple drugs. Since geriatric patients are particularly sensitive to interactions, possible drug-drug interactions can be seen frequently in those patients. Drug-drug interactions can lead to positive or negative consequences. Unwanted drug-drug interactions ought to be considered as they cause 10-20% of drug reactions that require hospitalization and this process can be prevented (Snyder et al., 2012).

Elderly patients are at higher risk of infection compared to adults, and the rational use of antibiotics can be life-saving for them. For proper antibiotic use, correct antibiotic should be administered after correct diagnosis in the most appropriate way, at effective dose, at optimal intervals, and for the appropriate duration. The most common bacterial infections in the elderly are urinary tract infections, pneumonia, skin and soft tissue infections. Unnecessary antibiotic use may cause drug toxicity, allergic reactions, secondary infections and antibiotic resistance. Antibiotics, in terms of the problems caused by irrational drug use, not only affect the person, but they differ from other drugs by affecting the society, environment, and new generations as well (Stepanović et al., 2004).

Considering the fact that our country ranks first among 46 countries in the WHO European Region in terms of antibiotic consumption (WHO Report on Surveillance of Antibiotic Consumption 2016-2018 Early Implementation) and one third of the society is exposed to chronic diseases, it is inevitable that drug-drug interactions will occur as a result of the combined use of antibiotics and drugs that are used for chronic diseases. Drug interaction can be seen as an antagonistic as well as a synergistic interaction (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2016).

In this study, we aimed to examine the drug interactions in detail using the disk diffusion method by combining microorganisms that frequently cause infectious diseases, the antibiotics kept in *in vitro* environment and drugs used extensively in chronic diseases. By this way, we aimed to reduce the duration and costs of treatment and contribute to the rational drug use by trying to enlighten the drug-drug interactions, which are among the factors determining the effectiveness of the treatment.

MATERIAL AND METHOD

S. aureus ATCC 29213, *S. aureus* MRSA ATCC 43300, *E. faecalis* ATCC 29212, *E. coli* ATCC 25922, *P. aeruginosa* ATCC 27853, *A. baumannii* ATCC 19606, *K. pneumoniae* ATCC 700603 and *C. albicans* ATCC 10231 strains were provided by Malatya Inonu University Faculty of Pharmaceutical Microbiology laboratory. Amoxicillin-clavulanic acid (AMC 30), Sulbactam-ampicillin (SAM 20), Ciprofloxacin (CIP 5), Penicillin (P 10), Clarithromycin (CLR 15), Trimethoprim-sulfamethaxazole (SXT 25), Meropenem (MEM 10), Colistin (CT 10), Tigecycline (TGC 15), Vancomycin (VA 30), Levofloxacin (LEV 5), Tetracycline (TE 30), Ceftriaxone (CRO 30), Cefazolin (CZ 30), Cefuroxime (CXM 30), Teicoplanin (TEC 30), Linezolid (LNZ

30), Gentamicin (CN 10), Amikacin (AK 30), Amphotericin B (AMB 100), Fluconazole (FLU 25) and Itraconazole (ITR 10) discs were used in this study.

Mueller Hinton agar (MHA) dehydrated medium (Merck, Germany), Sabouraud Dextrose Agar medium (Merck, Germany), and Tryptic Soy Agar medium (Merck, Germany) were prepared as described and were sterilized at 121°C for 15 minutes in an autoclave and, thus, the petri dishes to be used in our study were prepared for the cultivation purposes.

In this study, acetylsalicylic acid (aspirin 100mg tablet/bayer), warfarin (coumadin 5mg tablet/zentiva), amlodipine (vazkor 5mg tablet/deva), atorvastatin (ator 10mg tablet/sanovel), metoprolol (beloc zok 25mg tablet/astrazeneca), clopidogrel (plavix 75mg/sanofi), as well as the dual combinations of all above-mentioned drugs, were powdered using porcelain mortar, dissolved in distilled water and were made to be absorbed into sterile blank paper discs.

The microorganisms were incubated in liquid medium for 2 hours at 37°C. A standard turbidity was prepared by adjusting the medium according to 0.5 McFarland standard (10^8 microorganisms/ml). This suspension was cultivated using a sterile swab with the spreading technique in petri dishes containing MHA prepared before hand.

Each of the bacteria was placed on the agar surface with the help of a sterile forceps, using all the antibiotic discs, in such a way that the disc which impregnated the relevant drug was in the middle of the petri dish. Then, the media were incubated for 18-24 hours at 35°C in the oven and the resulting inhibition zones were evaluated.

FINDINGS

In our study, we used acetylsalicylic acid, warfarin, amlodipine, atorvastatin, metoprolol and clopidogrel, which are commonly used in chronic diseases. We impregnated these drugs one by one and in combinations of two on our empty discs. We placed the discs on the plates we prepared and recorded the interactions seen as antagonism and synergism. The highest interaction was observed with plavix. All the interactions that took place were gathered in table 1. The photos of some interactions are as follows;

Figure 1. Synergy between TGC and Plavix in *P. aeruginosa* cultivated plate

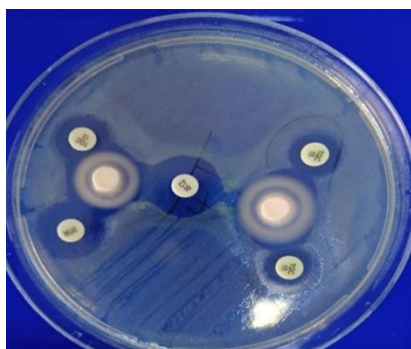


Figure 2. Antagonism between CLR and Plavix in *S. aureus* cultivated plate

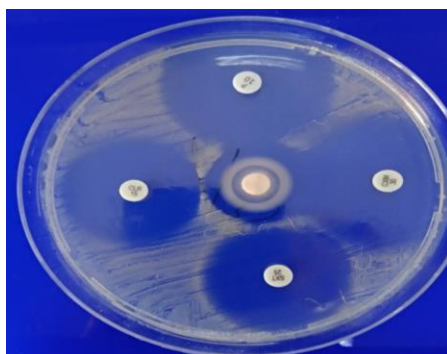


Table 1. All interactions that took place as antagonism and synergism.

	<i>S. aureus</i>	<i>E. faecalis</i>	<i>E. coli</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>C. albicans</i>	<i>A. baumannii</i>	<i>K. Pneumoniae</i>	MRSA
aspirin	TEC, TGC				FLU, İTR			
vazkor			CXM, TGC, CLR		FLU, İTR		LEV	
ator					FLU, İTR			
beloc			CT			CLR		
coumadin		CLR			FLU, İTR			
plavix	TEC, TGC, CIP, CLR	MEM, VA, TGC, P, CLR	CXM, TGC	TGC, AK	FLU, İTR	AMC, TGC, CLR	TE, CT, LEV	TEC, CXM
vazkor+aspirin				TGC	FLU, İTR	TE, CT, CLR	TE, CZ	
ator+aspirin				LEV	FLU, İTR			SXT
beloc+aspirin			CZ		FLU, İTR	TGC		
coumadin+aspirin				CT	FLU, İTR		CT	CIP
plavix+aspirin	CXM	TGC, P, SXT		CT	FLU, İTR	CT, AK, TGC, CLR		
ator+vazkor	AMC		CRO, LEV, AMC		FLU, İTR			LNZ, SXT, MEM
beloc+vazkor				CZ	FLU, İTR	TGC, LEV, TE	TE, CRO	
coumadin+vazkor		CN			FLU, İTR			
plavix+vazkor	MEM, AMC	LNZ, AMC		CZ	FLU, İTR		CT	CIP, MEM
beloc+ator	AMC			LEV	FLU, İTR			
coumadin+ator	AMC	AMC			FLU, İTR			
plavix+ator	AMC	AMC, LNZ			FLU, İTR			
coumadin+beloc	CIP, CN	LNZ, SAM			FLU, İTR			LNZ
plavix+beloc			CXM, TGC	CZ	FLU, İTR, AMB			CXM
plavix+coumadin	AMC, LNZ	AMC, SXT			FLU, İTR			

Note: Among the antibiotic symbols used in the table, black symbols show synergistic and red symbols show antagonistic interactions.

DISCUSSION

Irrational drug use is a common public health problem. According to WHO data, it is known that more than 50% of all drugs are improperly prescribed, supplied or sold worldwide. Furthermore, 50% of the patients do not use their medication correctly. Also, unfortunately one third of the world population is unable to have access to essential drugs. Due to the increase in the elderly population worldwide, the use of multiple drugs in the treatment of chronic diseases has become an important economic problem both in terms of public health and an increase in health costs (Beggi, 2018).

As people get older, the reactions and transmissions occurring in the brain and the body suffer from malfunctions due to the loss of function of the related tissues. As a result of human aging, the function of homeostasis mechanism, which is one of the most important factors affecting the pharmacokinetics of drugs and the progression of diseases, decreases and the sensitivity of the receptors towards related chemicals changes. It is the duty of clinicians to know how drug-drug interactions occur and how to manage these interactions (Köroğlu, 2018).

The search for combinations of non-antibiotic drugs with antimicrobial agents currently in clinical use has recently regained interest and is a promising approach with many advantages. Information regarding the pharmacological properties (both safety and pharmacokinetics) of non-antibiotic drugs that are approved by the Federal Drug Administration (FDA) is widely available in pre-clinical and clinical studies. Therefore, the

time loss and economic costs associated with repositioning these drugs for other therapeutic applications such as the treatment of bacterial and fungal infections are expected to be minimized (Miró-Canturri et al., 2019; Younis et al., 2015).

In such a time when new antimicrobial drugs are becoming increasingly difficult to be found, it is critical to understand the antimicrobial effects of nonantibiotic drugs and their potential clinical consequences. Antipyretic drugs in particular have been known to have direct and indirect antimicrobial effects for more than 30 years. Among these drugs, studies on the most commonly used acetylsalicylic acid (ASA) are quite abundant (Zimmermann et al., 2017).

In our study, while Aspirin often showed antibacterial activity alone, it interacted synergistically with the antibiotic discs containing teicoplanin and tigecycline in the plates where we cultivated *S. aureus*, whereas, it did not show any antifungal effect alone in the plate where we cultivated *C. albicans*. It showed potentiation synergism on *C. albicans* which are resistant to fluconazole and itraconazole. In other words, while there were no effects of individual drugs alone, they started to show antifungal effect when they came together.

Again, in our study on amlodipine, a widely used Ca channel blocker, it was found that the drug alone did not show any antimicrobial activity. However, when we placed the discs that we impregnated with vazkor on the plates where we had cultivated *E. coli*, a synergistic interaction occurred with CXM (cefuroxime), TGC (tigecycline) and CLR (clarithromycin). Vazkor showed potentiation synergism with FLU and ITR in *C. albicans* cultivated plates. Levofloxacin (LEV) and amlodipine interacted synergistically in *K. pneumoniae* cultivated plates.

In our study on atorvastatin, which is frequently used as an antihyperlipidemic, we observed that ator did not have any antimicrobial activity alone, but it created a potentiation synergism with FLU and ITR on *C. albicans* cultivations.

Another drug that we used was metoprolol, which is commonly used as a β 1-adrenergic receptor blocker. It did not show antibacterial and antifungal activity alone in different samples where we applied disk diffusion method. The discs that we impregnated with Beloc created synergism with colistin (CT) in the *E. coli* cultivated plates and with CLR (clarithromycin) in the *A. baumannii* cultivated plates.

Warfarin, an anticoagulant drug, stands out with its narrow therapeutic range. It is used with INR follow-up. In our study, coumadin impregnated discs showed synergism with CLR (clarithromycin) in *E. faecalis* cultivated plates and with FLU and ITR on *C. albicans* cultivated plates.

Among the 7 drugs we used, Plavix with clopidogrel active ingredient showed the most interaction. Plavix showed synergistic interaction with teicoplanin (TEC) and tigecycline (TGC) in *S. aureus* cultivated media, with meropenem (MEM), vancomycin (VA), tigecycline (TGC) and penicillin (P) in *E. faecalis* cultivated plates, with cefuroxime (CXM) and TGC in *E. coli* cultivated media, with TGC in *P. aeruginosa* cultivated plates, with FLU and ITR in *C. albicans* cultivated plates, with amikacin (AMC) and TGC in *A. baumannii* cultivated media, with tetracycline (TE) and colistin (CT) in media cultivated with *K. pneumoniae* and with TEC and CXM in our *S. aureus* MRSA cultivated plates. And it showed antagonistic interaction with CIP and CLR in our *S. aureus* cultivated plates, with CLR in *E. faecalis* cultivated media, with AK in *P. aeruginosa* cultivated plates, with CLR in *A. baumannii* cultivated media, and with LEV in *K. pneumoniae* cultivated media.

Aspirin has been shown to induce efflux-mediated resistance against quinolones in some *E. coli* strains (Laudy et al., 2016). High concentrations of SAL have been shown to reduce the production of flagellin, a virulence factor in *E. coli* which is responsible for motility, and alter the expression of more than 144 genes (Repaske et al., 1981).

Rosner showed that aspirin and salicylic acid reduce the susceptibility of *E. coli* to ampicillin, cephalosporin, chloramphenicol, fluoroquinolones, nalidixic acid and tetracycline antibiotics (Rosner, 1985). Aumercier et al. showed that the sensitivity of *E. coli* to aminoglycosides increased with salicylate (Aumercier et al., 1990).

P. aeruginosa is an opportunistic and hospital-acquired cause of infection, especially in immuno-compromised patients. It is associated with a high rate of antibiotic resistance and biofilm formation. In studies on *P. aeruginosa*, it has been shown that the use of SAL and ASA alters the expression of more than 331 genes, reduces the production of hemolysin, elastase, protease and pyocyanin by approximately 55%, and effectively inhibits quorum sensing, which is an important virulence factor, motility, biofilm, and toxin formation (El-Mowafy et al., 2014; Bandara et al., 2016).

Andrei Bazyleu and Ayush Kumar showed that salicylate regulates the expression of porins and efflux pumps and increases the sensitivity of *A. baumannii* to ceftriaxone, ciprofloxacin, gentamicin and imipenem antibiotics by comparing MIC values (Bazyleu et al., 2014).

In a study conducted by Domenico et al. on *Klebsiella pneumoniae*, it was found that salicylate decreased the sensitivity of *K. pneumoniae* to aztreonam, cefazolin, cefoperazone, ceftizoxime, clindamycin, doxycycline, norfloxacin, and trimethoprim-sulfamethoxazole antibiotics, whereas, it increased the sensitivity of *K. pneumoniae* to amikacin, gentamicin and tobramycin (Domenico et al., 1990).

Chan et al. showed that aspirin alone is not as effective as commonly used antibiotics. However, when it is used along with cefuroxime and chloramphenicol, it can resist more effectively against MRSA by having a synergistic interaction (Chan et al., 2017). In their study on *S. aureus* in Australia, Gustafson et al. showed that salicylate and acetylsalicylate increased the resistance of ciprofloxacin, a fluoroquinolone used in the treatment of staphylococcal infections. According to a study, *E. coli*, *K. pneumoniae*, *P. aeruginosa* and *P. cepacia* are some of the bacteria that cause increased resistance to quinolones in the presence of disalicylate (Gustafson et al., 1999).

In different studies conducted on *Candida* species, the use of aspirin alone or combined with amphotericin B and azoles in treatment has been shown to increase the activity against biofilm-related infections by showing antibiofilm properties (Stepanović et al., 2004; Alem et al., 2004; Zhou et al., 2012).

In a study conducted on calcium channel blockers called cinnarizine, verapamil, nifedipine, nimodipine and *C. albicans*, it was found that the use of drugs alone and combined with ketoconazole showed antifungal activity at high concentrations and the effect of verapamil alone was detected to be higher than the others (Krajewska-Kułał et al., 1993).

In their study, Liu et al. investigated the combined use of calcium channel blockers and fluconazole on *Candida*. They also showed that the combined use of amlodipine with fluconazole caused a synergistic interaction against resistant *C. albicans* by causing downregulation in some genes (Liu et al., 2016).

In an *in vitro* study conducted by Chao Hu et al. on *A. baumannii*, one of the common agents of nosocomial infections, it was reported that the combined treatment of amlodipine and imipenem showed synergistic antimicrobial activity against 64 strains of *Acinetobacter* by inhibiting some genes belonging to efflux pumps (Hu et al., 2018).

In another study conducted on *A. baumannii*, Yu jun Li et al. showed that the combined use of imipenem and amlodipine, which is frequently preferred in treatment, increased the antibiotic activity of carbapem in 52 strains compared to the effectiveness of the drug alone (Li et al., 2013).

Statins have been found to have bacteriostatic activity in *in vitro* studies at doses exceeding normal serum concentration levels during statin treatment against clinically important bacteria such as *S. aureus*, *E. coli* and *P. aeruginosa* (Hennessy et al., 2013).

In their studies on *S. aureus*, *E. coli*, *P. aeruginosa* and *C. albicans* in 2008, Kruszewska et al. reported that clopidogrel showed antibacterial activity against *S. aureus* (Kruszewska et al., 2008).

CONCLUSION

We may observe many interactions when we use drugs either alone or combined with other drugs. When all these interactions are evaluated, we understand that drug-drug interactions can never be ignored. Our study in particular shows that an important reason for the infection related high mortality and morbidity in more sensitive, comorbid patients who need to use more drugs, patients receiving immunosuppressive therapy etc, may be antagonisms or synergisms that may result from combined use of drugs. It is the duty of all healthcare professionals to prevent possible undesirable drug interactions from occurring. Healthcare professionals should train themselves well on this issue and they should constantly follow up-to-date information. It is desirable to prevent these interactions before they take place. The need for further studies on this issue continues to increase. This research was supported by Inonu University Scientific Research Projects Unit with the Project Number TDK-2018-1376.

REFERENCES

1. World Health Organization. Major NCDs and their risk factors 2018. <https://www.who.int/ncds/introduction/en/> 23 Mart 2019.
2. World Health Organization. Turkiye Hanehalki Saglik Arastirmasi Bulasici Olmayan Hastaliklarin Risk Faktorleri 2017. https://www.who.int/ncds/surveillance/steps/WHO_Turkey_Risk_Factors_A4_TR_19.06.2018.pdf 24 Mart 2019.
3. Snyder BD, Polasek TM, Doogue MP. Drug interactions: principles and practice. *Aust Prescr.* 2012, 35: 85-8.
4. Stepanović S, Vuković D, Ješić M, Ranin L. Influence of acetylsalicylic acid (aspirin) on biofilm production by *Candida* species. *J Chemother* 2004, 16: 134-8.
5. T.C. Saglik Bakanligi. Saglik Istatistikleri Yilligi. Ankara 2016. <https://dosyasb.saglik.gov.tr/Eklenti/13183,sy2016turkcepdf.pdf> 24 Mart 2019.
6. Beggi B. Aile Hekimliginde Akilci Ilac Kullanimi ve Polifarmasiye Yaklasim. Antalya Saglik Uygulama ve Arastirma Merkezi, Aile Hekimligi Klinigi. Doktora tezi, Antalya: Saglik Bilimleri Universitesi, 2018.
7. Koroglu AL. Geriatrik Hasta Recetelerindeki Ilac Etkilesimleri ve Doz Asimlarinin Incelenmesi. Saglik Bilimleri Enstitusu, Klinik Eczacilik Anabilim Dalı. Yuksek Lisans Tezi, Istanbul: Istanbul Medipol Universitesi, 2018.
8. Miró-Canturri A, Ayerbe-Algaba R, Smani Y. Drug repurposing for the treatment of bacterial and fungal infections. *Front Microbiol* 2019, 10: 41.
9. Younis W, Thangamani S, MN S. Repurposing non-antimicrobial drugs and clinical molecules to treat bacterial infections. *Curr Pharm Des* 2015, 21: 4106-11.
10. Zimmermann P, Curtis N. Antimicrobial effects of antipyretics. *Antimicrob Agents Chemother* 2017, 61: 1-12.
11. Laudy AE, Mrowka A, Krajewska J, Tyski S. The influence of efflux pump inhibitors on the activity of non-antibiotic NSAIDs against gram-negative rods. *PLoS One* 2016, 11: 1-16.
12. Repaske DR, Adler J. Change in intracellular pH of *Escherichia coli* mediates the chemotactic response to certain attractants and repellents. *J Bacteriol* 1981, 145: 1196-208.
13. Rosner JL. Nonheritable resistance to chloramphenicol and other antibiotics induced by salicylates and other chemotactic repellents in *Escherichia coli* K-12. *Proc Natl Acad Sci USA* 1985, 82: 8771-4.
14. Aumercier M, Murray DM, Rosner JL. Potentiation of susceptibility to aminoglycosides by salicylate in *Escherichia coli*. *Antimicrob Agents Chemother* 1990, 34: 786-91.
15. El-Mowafy SA, Abd El Galil KH, El-Messery SM, Shaaban MI. Aspirin is an efficient inhibitor of quorum sensing, virulence and toxins in *Pseudomonas aeruginosa*. *Microb pathog* 2014, 74: 25-32.
16. Bandara M, Sankaridurg P, Zhu H, Hume E, Willcox M. Effect of salicylic acid on the membrane proteome and virulence of *Pseudomonas aeruginosa*. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2016, 57: 1213-20.
17. Bazyleu A, Kumar A. Incubation temperature, osmolarity, and salicylate affect the expression of resistance–nodulation–division efflux pumps and outer membrane porins in *Acinetobacter baumannii* ATCC19606T. *FEMS Microbiol Lett* 2014, 357: 136-43.
18. Domenico P, Hopkins T, Cunha BA. The effect of sodium salicylate on antibiotic susceptibility and synergy in *Klebsiella pneumoniae*. *J Antimicrob Chemother* 1990, 26: 343-51.
19. Chan EWL, Yee ZY, Raja I, Yap JKY. Synergistic effect of non-steroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs) on antibacterial activity of cefuroxime and chloramphenicol against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *J Glob Antimicrob Resist* 2017, 10: 70-4. 20. Gustafson JE, Candelaria PV, Fisher SA, Goodridge JP, Lichocik TM, McWilliams TM, et al. Growth in the presence of salicylate increases fluoroquinolone resistance in *Staphylococcus aureus*. *Antimicrob Agents Chemother* 1999, 43: 990-2.

21. Alem MA, Douglas LJ. Effects of aspirin and other nonsteroidal anti-inflammatory drugs on biofilms and planktonic cells of *Candida albicans*. *Antimicrob Agents Chemother* 2004, 48: 41-7.
22. Zhou Y, Wang G, Li Y, Liu Y, Song Y, Zheng W, et al. In vitro interactions between aspirin and amphotericin B against planktonic cells and biofilm cells of *Candida albicans* and *C. parapsilosis*. *Antimicrob Agents Chemother* 2012, 56: 3250-60.
23. Krajewska-Kułak E, Niczyporuk W. Effects of the combination of ketoconazole and calcium channel antagonists against *Candida albicans* in vitro. *Arzneimittel-Forschung* 1993, 43: 782-3.
24. Liu S, Yue L, Gu W, Li X, Zhang L, Sun S. Synergistic effect of fluconazole and calcium channel blockers against resistant *Candida albicans*. *PLoS One* 2016, 11: 1-12.
25. Hu C, Li Y, Zhao Z, Wei S, Zhao Z, Chen H, et al. In vitro synergistic effect of amlodipine and imipenem on the expression of the AdeABC efflux pump in multidrug-resistant *Acinetobacter baumannii*. *PloS One* 2018, 13: 1-11.
26. Li Yj, Pan Cz, Zhao Zw, Zhao Zx, Chen Hl, Lu Wb. Effects of a combination of amlodipine and imipenem on 42 clinical isolates of *Acinetobacter baumannii* obtained from a teaching hospital in Guangzhou, China. *BMC Infect Dis* 2013, 13: 1-9.
27. Hennessy E, Mooij MJ, Legendre C, Reen FJ, O'Callaghan J, Adams C, et al. Statins inhibit in vitro virulence phenotypes of *Pseudomonas aeruginosa*. *J Antibiot (Tokyo)* 2013, 66: 99-101.
28. Kruszewska H, Zareba T, Tyski S. Examination of antibacterial and antifungal activity of selected non-antibiotic products. *Act Pol Pharm Drug Res* 2008, 65: 779-82.

PROCEEDINGS BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

ERİŞKİN YOĞUN BAKIM ÜNİTELERİNDE KANDİDEMİ: TÜRKİYE'DE BİR ÜÇÜNCÜ BASAMAK HASTANESİNDE 4 YILLIK SÜRECİN ANALİZİ**CANDIDEMIA IN ADULT INTENSIVE CARE UNITS: ANALYSIS OF A 4-YEAR PROCESS IN A TERTIARY HOSPITAL IN TURKEY****Esra ERDOĞAN**

Malatya İnönü Üniversitesi Eczacılık Fakültesi, Temel Eczacılık Bilimleri Farmasötik Mikrobiyoloji Anabilim Dalı (ORCID NO: 0000-0003-1626-6033)

Leman ACUN DELEN

Malatya Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Anestezi ve Reanimasyon Kliniği ORCID NO: 0000-0001-9441-6979

Mehmet Mustafa ERDOĞAN

Malatya Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Histoloji ve Embriyoloji ORCID NO: 0000-0002-2794-6002

ÖZET

Kandidemiler, hastanede yatan hastalarda mortalite ve morbiditeye artıran en önemli nedenlerden biri olup son yıllarda immünsüprese hastaların artması, invazif prosedürlerin ve geniş spektrumlu antibiyotik kullanımının yaygınlaşması ile önemleri gittikçe artmaktadır. Çalışmamızda; Temmuz 2015-Temmuz 2019 tarihleri arasında, Türkiye'nin doğusunda üçüncü basamak hizmet veren bir hastane olan Malatya Eğitim ve Araştırma Hastanesi Yoğun Bakım Üniteleri'nde (YBÜ) yatmış ve en az bir kan kültüründe kandida üremesi olmuş erişkin yaş grubundaki hastaların kan kültürlerinden izole edilen *Candida* türlerinin tanımlanması ve antifungal duyarlılık oranlarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

Dört yıllık süreçte hastanemiz yetişkin YBÜ'nde yatan hastalardan izole edilerek Mikrobiyoloji Laboratuvarı'na gönderilen kan kültürleri retrospektif olarak incelenmiştir. Tür dağılımı ve antifungal duyarlılık VITEK 2 Compact Sistem (BioMerieux, Fransa) ile belirlenmiştir.

123 klinik örneğin 59'u (%48) *C. albicans*, 21'i (%17,1) *C. parapsilosis*, 18'i (%14,6) *C. tropicalis*, 12'si (%9,8) *C. glabrata*, 5'i (%4,1) *C. kefyr*, ikişer tanesi *C. krusei*, *C. lipolytica*, *C. lusitaniae* ve birer tanesi ise *C. dubliniensis* ile *C. pelliculosa* olarak tanımlanmıştır. *C. albicans* suşlarının %96,5'u amfoterisin B'ye, %93,1'i flukonazole, %98,3'ü vorikonazole, %93,5'i kaspofungine, %91,4'ü mikafungine ve %96,7'si flusitozine duyarlı olarak bulunmuştur. *C. albicans* dışı *Candida* (NAC) suşlarının %98,1'i amfoterisin B'ye, %74,6'sı flukonazole, %90,7'si vorikonazole, %78,4'ü kaspofungine, %80'i mikafungine duyarlı bulunmuştur. En yüksek duyarlılık flusitozinde, en düşük duyarlılık ise flukonazolde tespit edilmiştir. Mevcut antifungallere karşı en yüksek direnç oranı *C. glabrata*'da en yüksek duyarlılık ise *C. tropicalis*'de gözlenmiştir.

Özellikle yoğun bakım ünitelerinde yatan kritik hastalarda, etkin ve doğru enfeksiyon kontrol stratejileri geliştirebilmek, mortalite ve morbiditeyi azaltabilmek için, enfeksiyon etkenlerinin dağılımının ve duyarlılıklarının bilinmesi önemlidir.

Anahtar Kelimeler: *Candida albicans*, Non-albicans *Candida* (NAC), kandidemi, yoğun bakım ünitesi, antifungal direnç

NOT: Çalışmamız Annals of Medical Research dergisinde yayınlanmak üzere 20.08.2020 tarihinde kabul edilmiştir.

ABSTRACT

Candidemia are one of the most important causes of mortality and morbidity in inpatients, and their importance is increasing with the increasing number of immunosuppressive patients and the widespread use of invasive procedures and broad spectrum antibiotics in recent years. In our study, we aimed to identify *Candida* species isolated from blood cultures and to determine the antifungal susceptibility rates of adult patients who were hospitalized in Malatya Education and Research Hospital Intensive Care Units between July 2015 and July 2019, and had *Candida* growth in at least one of their blood cultures.

The blood cultures isolated from adult intensive care units patients and sent to the Microbiology Laboratory of our hospital over the four years, were examined retrospectively. Species distribution and antifungal susceptibility were determined using VITEK 2 Compact System (BioMerieux, France).

Of the 123 clinical samples, 59 (48%) were *C. albicans*, 21 (17.1%) were *C. parapsilosis*, 18 (14.6%) were *C. tropicalis*, 12 (9.8%) were *C. glabrata*, 5 (4.1%) were *C. kefyr*, 2 (1.6%) were *C. krusei*, 2 (1.6%) were *C. lipolytica*, 2 (1.6%) were *C. lusitaniae*, 1 (0.8%) was *C. dubliniensis* and 1 (0.8%) was *C. pelliculosa*. 96.5% of *C. albicans* strains were found to be susceptible to amphotericin-B, 93.1% to fluconazole, 98.3% to voriconazole, 93.5% to caspofungin, 91.4% to micafungin and 96.7% to flucytosine. 98.1% of non-*albicans* *Candida* (NAC) strains were found to be susceptible to amphotericin-B, 74.6% to fluconazole, 90.7% to voriconazole, 78.4% to caspofungin, 80% to micafungin and 100% to flucytosine.

The highest resistance to antifungals was found in *C. glabrata* and the highest susceptibility was observed in *C. tropicalis*.

In order to develop effective and accurate infection control strategies and reduce mortality and morbidity, it is important to know the distribution and susceptibility of infectious agents, especially in critical patients in intensive care units.

Keywords: *Candida albicans*, Non-*albicans Candida* (NAC), candidemia, intensive care unit; antifungal resistance.

INTRODUCTION

Although 5 million species of fungi have been identified in nature, only about 300 are responsible for fungal infections in mammals. In most cases, *Candida* is opportunistic pathogen found as common organisms in the endogenous microbiome of the body. It is estimated that fungal infections cause 1.5 million deaths each year in the world. Nosocomial infections due to fungi are always important due to their high mortality and morbidity, prolonged hospital stay and serious economic burden. Infections due to *Candida* species are reported to be 80% among all nosocomial fungal infections (1-3).

While *Candida albicans* is the most important causative agent of invasive *Candida* infections, infections caused by non-*albicans Candida* (NAC) species have also been increasing rapidly in recent years. *C. albicans*, *C. glabrata*, *C. parapsilosis*, *C. tropicalis* and *C. krusei* are the five most common causative agents in 90% of cases. However, the incidence of these agents varies depending on the concerned population, geographical region, previous antifungal exposure, and age of the patient. The increase in NAC brings antifungal resistance and increased complications and mortality with it, and the most important reason for this increase is the previously used antifungals (2, 4-7).

Nosocomial candidemia is more commonly observed in patients with severe chronic disease, intensive invasive intervention exposure, long-term and broad-spectrum antimicrobial usage, immunosuppression due to diseases such as cancer or AIDS, a long stay in intensive care, abdominal or transplant surgery, and in the elderly. Candidemia is a clinical condition with difficult diagnosis and treatment and it is more severe than sepsis due to other agents. Therefore, rapid diagnosis and treatment is important (8-10).

Especially, due to prolonged hospital stay and increased invasive interventions in intensive care units (ICUs) of patients, natural barriers are broken thereby providing a basis for infection formation. In candidemia, inappropriate diagnosis and treatment increases mortality and morbidity and leads to serious economic losses. Due to the differences in antifungal use and infection control strategies, the distribution of *Candida spp.* and their antifungal susceptibility varies according to years, countries and centers. For these infections to be

detected and treated correctly, the centers must conduct surveillance studies at regular intervals and review the given treatment and prophylaxis preferences (4, 8, 11).

Resistance rates need to be known before effective treatments can be started. Therefore, comprehensive studies are needed. The aim of our study was to explore the epidemiologic data about distribution of *Candida spp.* isolated from blood cultures at the species level, to find their in vitro susceptibility to antifungal agents and to shed light on empirical and specific treatment plans in our hospital and region.

MATERIALS AND METHOD

Between July 2015 and July 2019, 123 candidemia agents isolated over the 4 years from blood culture samples sent from adult intensive care unit to Education and Research Hospital Microbiology Laboratory with a capacity of 1040 beds located in Malatya, which is a city in eastern Turkey, were retrospectively included in the study. All blood cultures sent to the hospital laboratory were incubated in the BACTEC (Becton Dickinson, Maryland, USA) automated system. After identification of yeast isolates at species level, Vitek 2.0 Compact automated system (BioMérieux, France) was used for in-vitro antifungal susceptibility to fluconazole, voriconazole, caspofungin, micafungin, amphotericin-B and flucytosine drugs.

The study was started on July 30, 2019 with the permission of the Scientific Committee of our hospital. All necessary data were obtained from hospital information system. In blood samples, in the presence of clinical findings, *Candida spp.* growth in at least one blood culture was defined as candidemia. However, samples isolated from the same patient in a single hospitalization period and having the same antifungal resistance profile were excluded from the study.

RESULTS

Candida spp. was detected in 123 patients from blood cultures in the ICUs of our hospital over the four years. 110 (89.4%) patients out of 123 candidemia strains were isolated in reanimation ICUs, 12 (9.8%) in internal ICUs and 1 (0.8%) in coronary ICU respectively. Approximately six thousands patients have been followed in intensive care units of our hospital annually (Beginning with second half of the year 2015, including entire 2016, 2017, 2018 and first half of the year 2019, 3143, 5695, 6074, 5996 and 3158 patients have been monitored).

Candidemia patients with an average age of 71 years were adults aged between 18 and 101. 71 (57.7%) of the patients in candidemia cases were male and 52 (42.3%) were female. Gender distribution of patients with candidemia was made according to the age groups. And, the rates of patients were seen to be increased with age in both genders (Table 1).

Table 1: Gender distribution of patients with candidemia according to age groups

Age range	Female	Male	Total
0-20	0	3	3
21-40	5	6	11
41-60	7	7	14
61-70	10	16	26
71 and above	30	39	69
Total n (%)	52 (%42.30)	71 (%57.70)	123 (%100)

Of the 123 clinical samples, 59 (48%) were *C. albicans*, 21 (17.1%) were *C. parapsilosis*, 18 (14.6%) were *C. tropicalis*, 12 (9.8%) were *C. glabrata*, 5 (4.1%) were *C. kefyr*, 2 (1.6%) were *C. krusei*, 2 (1.6%) were *C. lipolytica*, 2 (1.6%) were *C. lusitaniae*, 1 (0.8%) was *C. dubliniensis* and 1 (0.8%) was *C. pelliculosa*.

The distribution of *Candida* species isolated from blood culture was examined by years. When each year was evaluated separately, *C. albicans* was found to be the most frequently isolated species. In addition, although the number of patients admitted to our hospital was increased each year, the number of candidemia patients associated with ICUs did not increase over the years (Table 2).

Table 2: *Candida* species isolated from blood culture and their distribution by years (n%)

Year	<i>C. albicans</i>	<i>C. parapsilosis</i>	<i>C. tropicalis</i>	<i>C. glabrata</i>	<i>C. kefyr</i>	Total NAC
2015 (13)	7/53.8	3/23.1	2/15.4	0	0	6/46.2
2016 (25)	11/44	3/12	6/24	2/8	2/8	14/56
2017 (40)	21/52.5	6/15	6/15	2/5	1/2.5	19/47.5
2018 (27)	12/44.4	5/18.5	2/7.4	6/22.2	1/3.7	15/55.6
2019 (18)	8/44.4	4/22.2	2/11.1	2/11.1	1/5.5	10/55.6
Total	59/48	21/17.1	18/14.6	12/9.8	5/4.1	64/52

The distribution of *Candida* spp. isolated from blood cultures, in different age groups was examined in Table 3. When *Candida* isolated in different age groups were evaluated, *C. albicans* were found to be prominent in each age distribution.

Table 3: Distribution of *Candida* species isolated from blood cultures in different age groups (%)

AGE (n%)	<i>C. albicans</i>	<i>C. parapsilosis</i>	<i>C. tropicalis</i>	<i>C. glabrata</i>	<i>C. kefyr</i>	Total NAC
0-20 (3)	1 (%33.3)	1 (%33.3)	1 (%33.3)	0	0	2 (%66.6)
21-40 (11)	8 (%72.7)	1 (%9.1)	0	0	0	3 (%27.3)
41-60 (14)	7 (%50)	4 (%28.6)	1 (%4.2)	1 (%4.2)	1 (%4.2)	7 (%50)
61-70 (26)	9 (%34.6)	7 (%26.9)	5 (%19.2)	0	2 (%7.7)	17 (%65.4)
70 and above (69)	34 (%49.3)	8 (%11.6)	11 (%15.9)	11 (%15.9)	2 (%2.9)	35 (%50.7)
Total (123)	59 (%48)	21 (%17.1)	18 (%14.6)	12 (%9.8)	5 (%4.1)	64 (%52)

In our study 96.5% of *C. albicans* strains were found to be susceptible to amphotericin-B, 93.1% to fluconazole, 98.3% to voriconazole, 93.5% to caspofungin, 91.4% to micafungin and 96.7% to flucytosine. 98.1% of NAC strains were found to be susceptible to amphotericin-B, 74.6% to fluconazole, 90.7% to voriconazole, 78.4% to caspofungin, 80% to micafungin and 100% to flucytosine. Antifungal susceptibility rates of all isolates were determined as; amphotericin-B 97.3%, fluconazole 83.7%, voriconazole 95%, caspofungin 85.3%, micafungin 86.4% and flucytosine 98.5%. In vitro antifungal susceptibility was detected to be the highest in flucytosine and lowest in fluconazole (Table 4).

Table 4: Antifungal susceptibility of *Candida* strains isolated from blood cultures according to species

	Amphotericin-B	Fluconazole	Voriconazole	Caspofungin	Micafungin	Flucytosine
<i>C. albicans</i> (59)	58/56 (%96.5)	58/54 (%93.1)	58/57 (%98.3)	31/29 (%93.5)	58/53 (%91.4)	30/29 (%96.7)
<i>C. parapsilosis</i> (21)	20/19 (%95)	21/15 (%71.4)	20/16 (%80)	12/11 (%91.6)	21/12 (%57.1)	12/12 (%100)
<i>C. tropicalis</i> (18)	17/17 (%100)	18/18 (%100)	17/17 (%100)	9/7 (%77.8)	7/7 (%100)	8/8 (%100)
<i>C. glabrata</i> (12)	11/11 (%100)	9/1 (%11.1)	1/1 (%100)	9/4 (%44.4)	12/12 (%100)	9/9 (%100)
Total Candidemia (123)	111/56 (%97.3)	117/98 (%83.7)	101/96 (%95)	68/58 (%85.3)	103/89 (%86.4)	65/64 (%98.5)

Among the five most common species of *Candida* which are *C. albicans*, *C. parapsilosis*, *C. tropicalis*, *C. glabrata* and *C. kefyr*, the highest resistance to antifungals was found in *C. glabrata* and the highest susceptibility was observed in *C. tropicalis*. In our study, flucytosine, amphotericin-B, voriconazole, micafungin, caspofungin and fluconazole were determined to be the most effective antifungal drugs, respectively. The effect of fluconazole against *C. glabrata* is known to be limited. In our study, *C. glabrata* was found to have the lowest susceptibility against fluconazole.

DISCUSSION

In recent years, along with the increase in infections caused by *Candida* spp., there are also changes observed in the diversity of the species causing these infections. *Candida* species are one of the most important causes of invasive fungal infections in inpatients. There are at least 15 different types of *Candida* that cause human disease. However, more than 90% of invasive diseases are caused by the 5 most common pathogens known as *C. albicans*, *C. glabrata*, *C. tropicalis*, *C. parapsilosis* and *C. krusei*. Each of these *Candida* species has its own virulence potential, antifungal susceptibility and epidemiology (11, 12).

Antifungal susceptibility tests are used to determine regional resistance, in the follow-up of empirically initiated treatment of patients to be treated for a long time such as candidemia and other invasive fungal infections, in cases of non-responsiveness to treatment, and to determine the resistance in individuals with the recurrent mucosal disease and to select an alternative treatment. The main goal of antifungal susceptibility test is to predict the clinical success rate of the drug that is used to treat the infection.

The frequency of *Candida* infections, isolated species and antifungal resistance patterns vary according to years, hospitals and different study periods.

In a multicenter study conducted in Europe, *C. albicans* species are reported to be the most common isolate in candidemias with 49.5%. In our study, when all age groups and years were evaluated, it was found that the most frequently isolated *Candida* spp. was *C. albicans*. In addition, *C. parapsilosis* (17.1%) was the most frequently isolated agent after *C. albicans*. The results that we had obtained, were consistent with the results of surveillance studies conducted in Europe (6).

In a study conducted by Xiao et al. in China in 2019, it was found that *C. albicans* was the most common causative agent and all *Candida* spp. were susceptible to amphotericin-B. The susceptibility of fluconazole for *C. albicans*, *C. parapsilosis*, *C. glabrata* and *C. tropicalis* was 100%, 75%, 69.2% and 83.3%, respectively. In our study, although *C. tropicalis* strains were found to be 100% susceptible to other drugs except caspofungin, fluconazole susceptibility rates were found to be lower in our other *Candida* isolates. Similar to our study, resistance rates for flucytosine were quite low and antifungal efficacy was high (13).

In a 12-year national fungemia surveillance study conducted in Denmark, it was observed that the rate of *C. albicans* decreased over the years and that *C. glabrata* was isolated more frequently. According to the antifungal susceptibility results, fluconazole susceptibility rates decreased over the years and amphotericin-B susceptibility remained to be high (14). In our study, amphotericin-B susceptibility was found to be high.

Within the scope of the international SENTRY Antimicrobial Surveillance Program, in which 135 health centers and 39 countries participated and 20-year data were evaluated, the micafungin resistance rate was reported to be 2.8% in *C. glabrata* strains and 1.3% in *C. tropicalis* strains in 15.308 *Candida* isolates. In the United States, a steady increase was observed in the isolation of *C. glabrata* and the resistance of fluconazole for 20 years (15). In our study, there was no significant increase found in NAC species and resistance levels over the years.

Antifungal susceptibility rates of all isolates in our study were; amphotericin-B 97.3%, fluconazole 83.7%, voriconazole 95%, caspofungin 85.3%, micafungin 86.4% and flucytosine 98.5%. The highest susceptibility was found to be in flucytosine, whereas the lowest susceptibility was found to be in fluconazole. Among the most common species of *Candida*, which are *C. albicans*, *C. parapsilosis*, *C. tropicalis*, *C. glabrata* and *C. kefyr*, the highest resistance to antifungals was found to be in *C. glabrata* and the highest susceptibility was observed to be in *C. tropicalis*.

In a study conducted in our province by Akdogan et al. in the reanimation intensive care units of Malatya Turgut Ozal Medical Center in 2013, unlike our study 91.6% of the causative agents of candidemia were found to be NAC (16). In our study, *C. albicans* was found to be the most common causative agent of candidemia.

In a study conducted by Hanci et al. with *Candida* isolates isolated from blood cultures of cases over 65 years of age in Izmir Tepecik Education and Research Hospital in 2015, it was reported that the frequency of *C. parapsilosis* increased in blood cultures with age. They found the susceptibility rates to be 95.8% for amphotericin-B, 82.5% for fluconazole, 77.5% for voriconazole, 97.5% for flucytosine and 91.7% for itraconazole. In this study conducted with geriatric patients, antifungal susceptibilities were found to be lower compared to our study. This condition was an indication that antifungal susceptibility decreased with increasing age in elderly patients (17).

In a study conducted in Kahramanmaraş in 2016, Ozkaya et al. found 93 *Candida* spp., and that *C. parapsilosis* constituted 62% of candidemia isolates. The second most common causative agent was detected to be *C. albicans* (34.0%). Antifungal susceptibility tests showed no resistance to flucytosine. The lowest susceptibility rate (74.2%) was observed against voriconazole in *C. parapsilosis* isolates. Susceptibility rate observed in *C. albicans* isolates to amphotericin-B was 94.1%, whereas there was no resistance found to other tested antifungal agents (18). In our study, the lowest susceptibility was observed in *C. glabrata* isolates against fluconazole. The susceptibility of *C. albicans* to amphotericin-B was calculated as 96.5%.

In a study conducted by Hazirolan et al. in Ankara in 2014, 30.4% of the 187 isolates obtained were identified as *C. glabrata* and 29.9% as *C. albicans*. In all *Candida* species, the susceptibility rates obtained for fluconazole, voriconazole, amphotericin-B, flucytosine, and caspofungin were 92.52%, 98.85%, 95.97%, 91.95% and 100%, respectively (19). Compared to this study, in-vitro susceptibility rates were higher to amphotericin-B and flucytosine drugs in our study. The susceptibilities of fluconazole and caspofungin determined in our study were considerably lower than the susceptibility rates in this study.

In a retrospective study conducted in Ankara, Yesilkaya et al. investigated the distribution of *Candida* isolates isolated from blood cultures between January 2007 and August 2014, and similar to our study, *C. albicans* was found to be the leading cause of candidemia (20).

In a multicenter study conducted across Turkey, Arikan-Akdagli et al. investigated the antifungal resistance rates of *Candida* isolates isolated from patients with candidemia. They generally found low resistance rates in all drug groups as compared to our study. They found different rates of azole resistance in different *Candida* isolates in different centers, but they did not determine the echinocandin resistance (21). *Candida* species isolated over 4 years showed a low susceptibility to caspofungin and micafungine, which are the echinocandins that we used in our study. In our study, especially susceptibility to caspofungin was found to be quite low against the four most common *Candida* species.

In the study of distribution and antifungal susceptibility of yeast species isolated from various postmortem samples conducted by Ziyade et al., *C. albicans* was the most frequently isolated species among 176 strains in all sample groups. The in vitro (84.6%) susceptibility of fluconazole to *C. tropicalis* isolates was found. No resistance to amphotericin-B was observed (22). In our study, fluconazole resistance was not detected in *C. tropicalis* strains.

In our study, flucytosine, amphotericin-B, voriconazole, micafungin, caspofungin and fluconazole were found to be the most effective drugs in terms of in-vitro susceptibility rates. Among the antifungal drugs, the use of amphotericin-B is limited due to its frequency of toxicity and side effects, and azole group drugs are frequently preferred due to their high bioavailability and good safety profiles. However, widespread and repeated use of fluconazole has led to the resistance problem resulting in clinical unresponsiveness.

Although candidemia treatment has been greatly facilitated by the discovery of azoles, frequent use of fluconazole has led to the development of resistance. There are multi-factor complex mechanisms related to host, agent and drug in the development of resistance. The high fluconazole resistance that we found in our study, can be considered as an indicator of the inappropriate use of azoles in the clinic. Also, high resistance rates may occur since we made the patient selection among adult patients in intensive care unit and the average age of our patients was high.

CONCLUSION

As a result, *C. albicans* was the most frequently isolated species in blood culture samples. NAC isolation rates were also extremely high. Isolated *Candida* species were found to be resistant to many antifungals. This condition has shown that identification of the *Candida* at the species level and reporting their antifungal susceptibility is critical in the diagnosis and planning of appropriate treatment, especially in critical patients receiving ICUs treatment. It is, therefore, important periodically to determine the distribution of *Candida* spp. in each institution, especially when empirical therapy is common practice.

REFERENCE

1. Sharma J, Rosiana S, Razzaq I, et al. Linking Cellular Morphogenesis with Antifungal Treatment and Susceptibility in *Candida* Pathogens. *Journal of Fungi* 2019;5:17.

- 2.Mermutluoglu C, Deveci O, Dayan S, et al. Antifungal susceptibility and risk factors in patients with candidemia. *The Eurasian journal of medicine* 2016;48:199-203.
- 3.Kazak E, Akın H, Ener B, et al. An investigation of Candida species isolated from blood cultures during 17 years in a university hospital. *Mycoses* 2014;57:623-9.
- 4.Eggimann P, Garbino J, Pittet D. Epidemiology of Candida species infections in critically ill non-immunosuppressed patients. *The Lancet infectious diseases* 2003;3:685-702.
- 5.Mutlu Sariguzel F, Berk E, Koc AN, et al. Antifungal activity of propolis against yeasts isolated from blood culture: In Vitro evaluation. *Journal of clinical laboratory analysis* 2016;30:513-6.
- 6.Montagna M, Lovero G, Borghi E, et al. Candidemia in intensive care unit: a nationwide prospective observational survey (GISIA-3 study) and review of the European literature from 2000 through 2013. *2014;18 (5): 661-74.*
- 7.Antinori S, Milazzo L, Sollima S, et al. Candidemia and invasive candidiasis in adults: A narrative review. *European journal of internal medicine* 2016;34:21-8.
- 8.Çiçek B, Yılmaz H, Mutlu EY, et al. Investigation of the changes in Candida epidemiology. *Mikrobiyoloji bulteni* 2015;49:423-31.
- 9.Ulu Kilic A, Alp E, Cevahir F, et al. Epidemiology and cost implications of candidemia, a 6-year analysis from a developing country. *Mycoses* 2017;60:198-203.
- 10.Alp S, Arikan-Akdagli S, Gulmez D, et al. Epidemiology of candidaemia in a tertiary care university hospital: 10-year experience with 381 candidaemia episodes between 2001 and 2010. *Mycoses* 2015;58:498-505.
- 11.Erdem F, Tuncer Erdem G, Oral B, et al. Candida türlerine bağlı nozokomiyal enfeksiyonların epidemiyolojik ve mikrobiyolojik açıdan değerlendirilmesi. *Mikrobiyol Bul* 2012;46:637-48.
- 12.von Lilienfeld-Toal M, Wagener J, Einsele H, et al. Invasive Fungal Infection: New Treatments to Meet New Challenges. *Deutsches Ärzteblatt International* 2019;116:271.
- 13.Xiao Z, Wang Q, Zhu F, et al. Epidemiology, species distribution, antifungal susceptibility and mortality risk factors of candidemia among critically ill patients: a retrospective study from 2011 to 2017 in a teaching hospital in China. *Antimicrobial Resistance & Infection Control* 2019;8:89.
- 14.Astvad K, Johansen H, Røder B, et al. Update from a 12-year nationwide fungemia surveillance: increasing intrinsic and acquired resistance causes concern. *Journal of clinical microbiology* 2018;56:e01564-17.
- 15.Pfaller MA, Diekema DJ, Turnidge JD, et al. Twenty years of the SENTRY antifungal surveillance program: results for Candida species from 1997–2016, In *Open forum infectious diseases*, Oxford University Press US, 2019. (6 Supplement 1):S79-S94.
- 16.Akdoğan Ö, Ersoy Y, Kuzucu Ç, et al. Reanimasyon Yoğun Bakım Ünitesinde Gelişen Kandidemi Olgularının Klinik Özellikleri ve Risk Faktörlerinin Araştırılması. *Journal of Turgut Ozal Medical Center* 2013;20(3):215-9.
- 17.Hancı S, Derici Y, Şirin M, et al. Typing and antifungal susceptibility of the Candida species isolated in geriatric patients at a tertiary care center. *Dicle Tıp Dergisi* 2015;42:438-44.
- 18.Özkaya E, Çalışkan A, Kirişçi Ö, et al. Son üç yılda Kahramanmaraş Necip Fazıl Şehir Hastanesinde kan kültürlerinden izole edilen Candida türlerinin dağılımı ve antifungal duyarlılıkları. *Türk Mikrobiyol Cem Derg* 2016;46:63-8.
- 19.Hazırolan G, Yıldırım D, Baran I, et al. Yatan hasta örneklerinden izole edilen Candida izolatlarının tür dağılımlarının ve antifungal duyarlılık profillerinin değerlendirilmesi. *Türk Hij Den Biyol Derg* 2015;72:17-26.
- 20.Yeşilkaya A, Azap Ö, Aydın M, et al. Epidemiology, species distribution, clinical characteristics and mortality of candidaemia in a tertiary care university hospital in Turkey, 2007-2014. *Mycoses* 2017;60:433-9.
- 21.Arikan-Akdagli S, Gülmez D, Doğan Ö, et al. First multicentre report of in vitro resistance rates in candidaemia isolates in Turkey. *Journal of global antimicrobial resistance* 2019;18:230-4.

22.Ziyade N, Elgörmüş N, Arslan MN. Çeşitli Postmortem Örneklerden İzole Edilen Maya Türlerinin Dağılımı ve Antifungal Duyarlılıkları. 2019;49(3):147-53.

**PROCEEDINGS BOOK**by ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

SCHIFF BASE-POLOXAMER P85 COMBINATION DEMONSTRATES ANTI-PROLIFERATIVE EFFECT ON PROSTATE CANCER CELLS *IN VITRO***Taha Bartu HAYAL**

Yeditepe University, Department of Genetics and Bioengineering, Faculty of Engineering, ORCID: 0000-0003-1369-2715

Ayşegül DOĞAN

Yeditepe University, Department of Genetics and Bioengineering, Faculty of Engineering, ORCID: 0000-0003-4160-2270

Fikrettin ŞAHİN

Yeditepe University, Department of Genetics and Bioengineering, Faculty of Engineering, ORCID: 0000-0003-1503-5567

ABSTRACT

Prostate cancer which is a complicated and multistage type of cancer, is the second most frequent cause of death among men. Prostate cancer is highly regulated at cellular level by androgens. The development of less toxic chemotherapeutic agents is necessity since death in healthy tissue cause various and arduous side-effects even if it kills the tumor cells. In the current study, the possible anti-cancer activity of a novel heterodinuclear copper(II)Mn(II) complex (Schiff base) was evaluated in combination with poly(ethylene oxide) and poly(propylene oxide) block copolymer (Pluronic) P85. Cell proliferation assay was performed to identify toxicity of both Schiff base and P85 on prostate cancer cell lines, DU145, LNCap, PC-3 and Tramp-C1. Additionally, PNT1A, HF and L-929 cell lines were used to identify toxicity of Schiff Base and P85 combination on healthy cells. Moreover, the effect of Schiff base-P85 treatment on migration was examined by trans-well migration assay. Determined dose of Schiff base-P85 treatment showed a significant anti-cancer activity on prostate cancer cell lines. Proliferation of prostate cancer cell lines were inhibited by Schiff base-P85 treatment. Also, migration capacity of all prostate cancer cell lines was decreased after Schiff base- P85 treatment. This study identifies Schiff base and P85 and their combination as a novel chemotherapeutic agent for prostate cancer treatment in vitro.

Keywords: Prostate cancer, Schiff base, Poloxamer, P85, Chemotherapy

PROCEEDINGS BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

ACTIVATION OF WNT PATHWAY REPRESS PROLIFERATION AND INVASIVENESS OF CHORDOMA CELLS**Hatice Burcu ŞİŞLI**

Yeditepe University, Genetic and Bioengineering Department, ORCID:0000-0001-6528-8365

Selinay ŞENKAL

Yeditepe University, Genetic and Bioengineering Department, ORCID:0000-0002-6897-7307

Taha Bartu HAYAL

Yeditepe University, Genetic and Bioengineering Department ORCID:0000-0003-1369-2715

Derya SAĞRAÇ

Yeditepe University, Genetic and Bioengineering Department ORCID:0000-0002-3582-110

Binnur KIRATLI

Yeditepe University, Genetic and Bioengineering Department ORCID:0000-0002-5234-5911

Ayşegül DOĞAN

Yeditepe University, Genetic and Bioengineering Department ORCID:0000-0003-4160-2270

ABSTRACT

Chordoma, which is a malignant tumor occurring along the spine, arises from the remnants of notochord (Chugh et al., 2007; Di Maio et al., 2012). Understanding the underlying molecular mechanism is required for identification of successful and permanent treatment strategies in the clinics. Brachyury, which is a vital player of mesoderm differentiation during gastrulation and formation of early embryonic notochord, is abundantly found in both sporadic and familial chordoma (Shah et al., 2017; Yang et al., 2009). Furthermore, Wnt pathway was reported to regulate expression of Brachyury during embryonic development (Yamaguchi et al., 1999). In the present study, we investigated the role of Wnt signaling in human chordoma cell line in terms of proliferation, survival and invasiveness and tried to shed light to the molecular mechanism regulating Chordoma. In this regard, knockdown, knockout and overexpression of Wnt pathway components, GSK3 β , β -catenin ve Brachyury, as well as small molecule inhibitors and activators of Wnt signaling pathway were used for proliferation, colony forming unit, cell cycle, RNA expression, protein expression and migration experiments. The results revealed that activation of Wnt pathway suppressed proliferation of the chordoma cells and led them to apoptosis. Also, migration capacity of the cells reduced after the activation of Wnt pathway. Likewise, when the pathway was repressed by knockout, knockdown or inhibitors, proliferation and migration potential of the cells were enhanced. In conclusion, the present study suggest that Wnt pathway is a key signaling in chordoma and its activity suppress proliferation and invasive character of human chordoma cells.

Keywords: Wnt, GSK3 β , Brachury, β -catenin, Chordoma

PROCEEDINGS BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

CHLOROQUINE ACTIVATES CUL3-P62 MEDIATED AUTOPHAGY IN A549 LUNG CANCER CELLS**Elif Burcu BALI**

Dr. Öğr. Üye Gazi University, Vocational School of Health Services, Department of Medical Services and Techniques, Programme of Medical Laboratory Techniques, ORCID ID: 0000-0002-8797-0573

Gulsah ALBAYRAK

Ufuk University, Faculty of Medicine, Department of Medical Biology, ORCID ID: 0000-0001-9106-5798

ABSTRACT

Introduction: Chloroquine (CQ) is firstly developed for the treatment of malaria. CQ recently gained interest for COVID-19 treatment in the first months of the pandemic with a well-established safety profile and availability to be distributed rapidly. However, due to the lack of efficacy related concerns, it had lost interest. In this study we aimed to use CQ in order to investigate its effect on cell death processes like apoptosis and autophagy in A549 lung cancer cells.

Methods: We treated the cells with 10 μ M CQ for 48h. Then we measured mRNA expression levels of *p53*, *p21*, *CUL3*, *LKB1*, *AMPKA1*, *AMPKA2*, *NOXA*, *PUMA*, *BAD*, *BAK*, *BCLXS*, *BCLXL* genes by real time-PCR (RT-PCR). We investigated autophagy related P62 (SQSTM1), LC3BI and LC3BII protein expression levels by western blotting. We also performed protein-protein interaction analysis in silico by using an online database named STRING (Search Tool for the Retrieval of Interacting Genes).

Results: We found that CQ downregulated *p53*, *p21* and their downstream effector pro-apoptotic genes (*PUMA*, *NOXA*, *BAD*, *BAK*). CQ increased SQSTM1 and LC3B-II protein expressions significantly. Our results revealed that CQ increased CUL3 mRNA expression significantly as well.

Conclusion: SQSTM1 and LC3B-II protein expression increase upon CQ treatment might be due to the accumulation of autophagosomes in the cells. Protein-protein interaction analysis results also show that CUL3 and P62 are co-regulated. Therefore our results demonstrate that CQ activates CUL3-P62 pathway *in vitro*. To further explore the possible usages of CQ in cancer treatment, more detailed mechanistic studies about cellular death processes are required.

Keywords: Chloroquine, CUL3-P62 pathway, lung cancer, autophagy

**PROCEEDINGS BOOK**by ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

**DIFFERENTIATED PREADIPOCYTES PROMOTE PROSTATE CANCER PROGRESSION IN
INDIRECT CO-CULTURE MODEL IN VITRO****Hüseyin ABDİK**Asst. Prof. Department of Molecular Biology and Genetics, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Istanbul Sabahattin Zaim
orcid.0000-0003-3756-0645**Fikrettin ŞAHİN**Prof. Dr. Department of Genetics and Bioengineering, Faculty of Engineering and Architecture, Yeditepe University, orcid 0000
0002-7208-8967**ABSTRACT**

Obesity is a common disease in worldwide and has a relation to many other diseases like cancer. Besides, advanced prostate cancer that is the second most frequent cancer in men, has been shown to be associated with obesity in overweight/obese people. Therefore, we aimed to investigate prostate cancer-obesity relation with indirect co-culture technique as a new perspective. In this study, condition media (CM) of the differentiated preadipocytes into adipocytes at different concentrations including 50%, 40%, 30%, 20% and 10% were applied onto prostate cancer cell line PC3 in cell viability assay during 24, 48 and 72 hours. 20% CM administration significantly increased cell viability of the PC3 cells at 48 and 72 hours and were selected for next experiments. While the 20% CM administration did not cause apoptosis according to Annexin V assay, cell cycle analysis indicated that the cells were accumulated in G2/M phase after the 20% CM administration. Then scratch assay was performed to evaluate the effects of the 20% CM on migration capacity of the PC3 cells. As result, the administration elevated migration capacity of the PC3 cells. Besides, the proliferation related gene expression profile of the PC3 cells were increased via the 20% CM administration compared to control group. To sum up, obtained results shown that fat accumulation may trigger PC3 progression. In light of these results, the progression of obesity-related prostate cancer can be understood with more detailed studies.

Keywords: Obesity, preadipocyte, prostate cancer, indirect co-culture

PROCEEDINGS BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

PALMAR CREASE VARIATION AMONG THE ANIOMA PEOPLE OF NIGERIA**Jaiyeoba-Ojigho JENNIFER EFE**Delta State University, Faculty of Basic Medical Sciences, Department of Human Anatomy, Abraka, Delta State, Nigeria, Orcid ID:
0000-0002-5921-0876**Omotoso Dayo ROTIMI**

Redeemer's University, Faculty of Basic Medical Sciences, Department of Human Anatomy, Ede, Osun State, Nigeria

Odah DAVID

Delta State University, Faculty of Basic Medical Sciences, Department of Human Anatomy, Abraka, Delta State, Nigeria

ABSTRACT

Palmar creases which are referred to the lines on the palm can be used as biomarkers for the survey of congenital abnormalities. Unusual patterns such as Simian, Sydney and, Suwon creases have been strongly linked with mental retardation, trisomy, chromosomal aberrations, Down and, Cri-du-chat syndrome. These patterns have been studied among the Caucasians and the Europeans but there is limited information among the Africans, hence, this study investigated palmar creases among the Anioma people of Nigeria. The study was cross-sectional comprising of 45 males and, females each respectively and, were 18+. Palmar creases were obtained with an enhanced technique through a Hewlett placard G4010 scanner. They were classified according to Adetona *et al.* into Line A to O. Statistical Package for Social Science (Version 23; IBM® Armonk, New York), Minitab®2017 (version 18.1)and R Programming (version 3.1.2) was used for data analysis. All inferential statistical analysis was carried out at 95% confidence level, with $P < 0.05$ as the significant values. Chi-Square analysis which is an association test determined the relationship of variables in columns to those in rows. The result showed that Line A, B, C were common while the frequency distribution of Line D to O varied from 84.4% to absence in the studied population. There was no sexual dimorphism observed for all Lines among participants at $p < 0.05$. Simian crease was represented on the right and, left hands of 4.4% participants each respectively. Simian crease present among healthy Aniomans' suggest that, it may not be an indicator for some congenital conditions like Down's syndrome.

Keywords : Palmar creases, Simian crease, Anioma, Nigeria

PROCEEDINGS BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

KURŞUN İÇEREN SU SÜMBÜLÜ BİTKİSİNİN *Clostridium acetobutylicum* DSM 1732 İLE BİYOBÜTANOL FERMANTASYONUNDA KULLANILMASI**USE OF LEAD CONTAMINATED WATER HYACINTH PLANT IN BIOBUTANOL FERMENTATION BY *Clostridium acetobutylicum* DSM 1732****Esra MEŞE ERDOĞAN**

Yüksek Lisans Öğrencisi, Gebze Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, ORCID No: 0000-0001-7425-2399

Melek ÖZKAN

Prof. Dr., Gebze Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, ORCID No: 0000-0001-9017-5389

ÖZET

Son yıllarda üstün yakıt özellikleri sebebiyle aseton- bütanol- etanol (ABE) fermantasyonu ile biyobütanol üretimine olan ilgi artmaktadır. Ancak diğer biyoyakıtların üretiminde olduğu gibi petrokimyasal üretim ile kıyaslandığında bütanolün fermantasyon ile üretimi daha maliyetli bir yatırımdır. Biyobütanol üretiminde kolay kullanılabilir şekerler içeren ve gıda olarak kullanılan tarım ürünlerinin kullanımı gıda temini tehlikesini gündeme getirdiği için biyoyakıt üretiminde lignoselülozik atıkların veya gıda olarak kullanılmayan kolay üretilebilir bitkilerin hammadde olarak kullanımı gündemdedir. Gelecekte yaşanabilecek gıda sıkıntısının yanı sıra, artan sanayii ve petrol bazlı yakıt ve ürünlerin kullanımı nedeniyle alıcı ortamların toksik kimyasallar ile kirlenmesi önemli bir çevresel problemdir. Bu alanların fitoremediasyon ile temizlenmesi aktif araştırma konusudur. Fitoremediasyonda kullanılan bitkilerin biyoyakıt üretiminde kullanımına dair çalışmalar atık olarak nitelendirilebilecek bu bitkilerin değerlendirilmesi sayesinde sürdürülebilir bir çevrenin oluşturulmasına katkı sağlayacaktır. Bu çalışmada su sümbülü bitkisinin Pb (II) fitoremediasyon potansiyeli biyokonsantrasyon (BCF) ve translokasyon (TF) (kök/gövde metal konsantrasyonu) faktörleri hesaplanarak belirlenmiştir. Yapılan çalışma sonucunda su sümbülü bitkisinin kök kısmının gövdesine göre daha fazla Pb (II) biriktirdiği ve çözültüde 85% Pb (II) giderim verimi elde edildiği görülmüştür. Ayrıca BCF ve TF sırasıyla 2187,53 ve 34,42 olarak hesaplanmıştır. 20 günlük fitoremediasyondan sonra su sümbülü gövdesi asit hidrolizi ve enzimatik hidroliz ile muamele edilerek *Clostridium acetobutylicum* DSM 1732 ile ABE fermantasyonunda bütanol üretimi HPLC ile ölçülmüştür. Yapılan ABE fermantasyonu çalışmaları sonucunda 50 g.l⁻¹ katı besleme oranında fermantasyon verimi 4,75 g bütanol.kg⁻¹ kuru su sümbülü ve 9 g ABE. kg⁻¹ kuru su sümbülü olarak tespit edilmiş, bütanol konsantrasyonu ise 0,24 g.l⁻¹ olarak hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: ABE Fermantasyonu, Fitoremediasyon, Biobütanol, Su Sümbülü**ABSTRACT**

In recent years, due to its superior fuel properties, interest in acetone-butanol-ethanol (ABE) fermentation and biobutanol production has increased. However, the production of butanol by fermentation, as in the production of other biofuels, is a more expensive investment than petrochemical butanol production. Since the use of edible and simple sugar containing agricultural products in biobutanol production brings the danger of food supply shortage, the usage of lignocellulosic wastes or easily produced and nonedible plants in biofuel production is a topical issue. In addition to the food shortage that may be experienced in the future, contamination of the receiving environment with toxic chemicals, due to the increasing industrialization and utilization of petrochemical fuels and products, is one of the important environmental problems. Remediation of these areas with phytoremediation technologies is an active research subject. Studies focused on the production of biofuel from plants harvested from phytoremediation process, which can be considered as waste,

will contribute to the creation of a sustainable environment. In this study, Pb (II) phytoremediation potential of water hyacinth (WH) was determined by the calculation of bioconcentration (BCF) (ratio of the conc. of chemical in plant to surrounding) and translocation (TF) (ratio of the conc. of chemical in root to stem parts) factors. As a result of the study, it was seen that the root part of the water hyacinth plant accumulates more Pb (II) than its stem and 85% Pb (II) removal efficiency in solution was achieved. In addition, BCF and TF are calculated as 2187.53 and 34.42, respectively. After 20 days of phytoremediation, stem of water hyacinth plant was treated with acid hydrolysis and enzymatic hydrolysis and used in ABE fermentation by *Clostridium acetobutylicum* DSM-1732. As a result of the ABE fermentation studies, the fermentation efficiency according to 50 g.l⁻¹ solid loading was 4.75 g butanol per kg dry WH and 9 g ABE per kg dry WH, and the butanol concentration was calculated as 0.24 g.l⁻¹.

Keywords: ABE Fermentation, Phytoremediation, Biobutanol, Water Hyacinth

1. GİRİŞ

Fosil yakıtların sebep oldukları çevre sorunları ve sürdürülebilir olmamaları sebebiyle biyoyakıt üretiminin ve kullanımının önemi artmıştır. Biyoyakıtlar bitkisel yağlar, şeker pancarı, tahıllar, organik atıklar gibi çeşitli biokütlelerden üretilmektedirler gibi melas, odun ve bitki sapları gibi lignoselülozik bitkilerden de üretilmektedir[1]. Bütanol petrokimyasal proseslerle üretilen yüksek enerji içeriği olan alternatif bir enerji kaynağıdır. Biyobütanol ise ABE fermantasyonu ile çeşitli biyokütlelerden solventojenik Clostridia suşları ile üretilmektedir. Clostridium suşları; şekerler (pentoz ve heksozlar), amino ve organik asitler ve diğer organik bileşikler metabolize ederek bütanol ve diğer solventleri üretirler. *Clostridium acetobutylicum* biyobütanol üretiminde en çok kullanılan suşlardan biridir[2].

Yakın zamanda Asi Nehri'nde de görülmeye başlayan su sümbülü (*Eichhornia crassipes* Mart. Solms (Pontederiaceae)) Amazon ve Afrika gibi tropikal ve subtropikal bölgelerde doğal olarak yetişen üretim hızı en yüksek bitkiler arasında olan, istilacı sucul bir bitki türüdür[3]. Su sümbülü yaşadığı su kütleindeki oksijen ve nütrientleri tükettiği için aynı alanda yaşayan bitki ve hayvanların ölümüne sebep olabilmektedir[4]. Yüksek selüloz içeriği ile biyoyakıt üretimi konusunda uygun bir karbon kaynağı olarak görülmektedir[1].

Literatürde farklı karbon kaynaklarının biyobütanol üretiminde kullanımı ile ilgili birçok çalışma bulunmaktadır [1], [5]–[8]. Ancak fitoremediasyon amacıyla kullanılan su sümbülünün biyobütanol üretiminde kullanılabilirliği üzerine çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmada su sümbülü bitkisinin Pb⁺² fitoremediasyon potansiyeli ve biyobütanol üretim verimliliği incelenmiştir.

2. ARAŞTIRMA ve BULGULAR

2.1 Kullanılan Kimyasallar

Su sümbülü İstanbul'da yerel bir yetiştiriciden temin edilmiş olup distile su ile yıkanarak 20 gün laboratuvar koşullarına alışması için distile suda günışığı floresan (Rich Virtue-YZ 10W) altında, oda sıcaklığında bekletilmiştir. Cellic CTEC2 (Novozymes) enzimatik hidroliz amacıyla kullanılmıştır. P2 stok solüsyonunda kullanılan K₂HPO₄, KH₂PO₄, Tiamin, Biotin, MgSO₄, MnSO₄.H₂O, FeSO₄.7H₂O ve NaCl Sigma-Aldrich'ten ve C₂H₇NO₂ Rokim'den temin edilmiş olup analitik saflıktadır.

2.2 Su sümbülü Pb⁺² fitoremediasyonu

Su sümbülü bitkisi 10 mg/L Pb⁺² çözeltisi içerisinde 15 gün süreyle floresan ışık altında tutularak sudaki ve bitki kısımlarındaki Pb⁺² konsantrasyonu 5 gün arayla ICP (Perkin Elmer, Optima 7000DV) cihazı ile ölçülerek biyokonsantrasyon (eşitlik 1) ve translokasyon faktörleri (eşitlik 2) belirlenmiştir.

$$BCF = \frac{\text{Elementin bitkideki konsantrasyonu} \left(\frac{mg}{kg}\right)}{\text{elementin sudaki başlangıç konsantrasyonu} \left(\frac{mg}{L}\right)} \quad (\text{Eşitlik 1})$$

$$TF = \frac{\text{Elementin kökteki konsantrasyonu} \left(\frac{mg}{kg}\right)}{\text{Elementin gövdedeki konsantrasyonu} \left(\frac{mg}{kg}\right)} \quad (\text{Eşitlik 2})$$

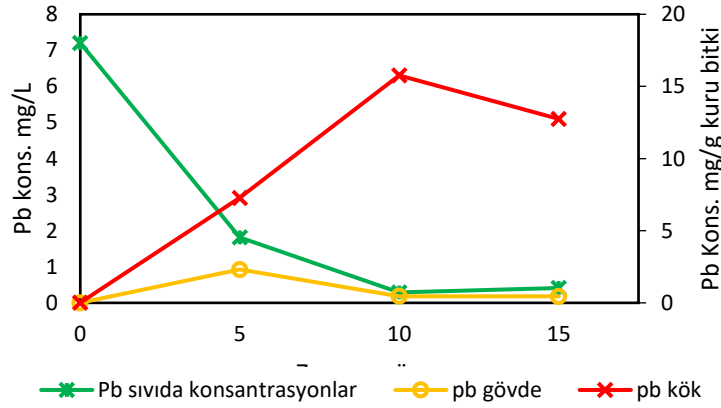
2.3 Enzimatik hidroliz ve ABE fermantasyonu

Su sümbülü bitkisi fitoremediasyonun ardından distile su ile yıkanmış ve kök-gövde kısımları birbirinden ayrılarak 105°C'de 1 gün kurutulmuştur. Su sümbülü bitkisinin karbonhidrat içeriğinin tayini Sluiter metoduna[9] göre gerçekleştirilmiştir. 15.gün sonunda alınan biyokütle kurutulup öğütüldükten sonra %1 H₂SO₄ ile %5 katı oranı ile asit hidrolizi gerçekleştirilerek sıvıda şeker konsantrasyonu HPLC (Lab Alliance) ile ölçülmüştür. Katı biyokütle distile su ile yıkandıktan sonra sitrat tamponu ile pH=6'ya ayarlanıp 50 FPU/gr biyokütle konsantrasyonunda Cellic CTEC2 enzimi ile muamele edilmiştir. 48 saat 37°C'de gerçekleştirilen enzimatik hidroliz sonrası ortama N₂ verilerek anaerobik şartların oluşması sağlanmış, %10 aşısı, P2 stok solüsyonu ve 1 g/L maya özütü eklenerek 37°C, 150 rpm şartlarında fermantasyon başlatılmıştır. 24 saatte 1 örnek alınarak şekerler, ara ürünler ve solventler HPLC cihazında ölçülmüştür.

3. SONUÇ

3.1 Su sümbülünün Pb⁺² fitoremediasyon verimi

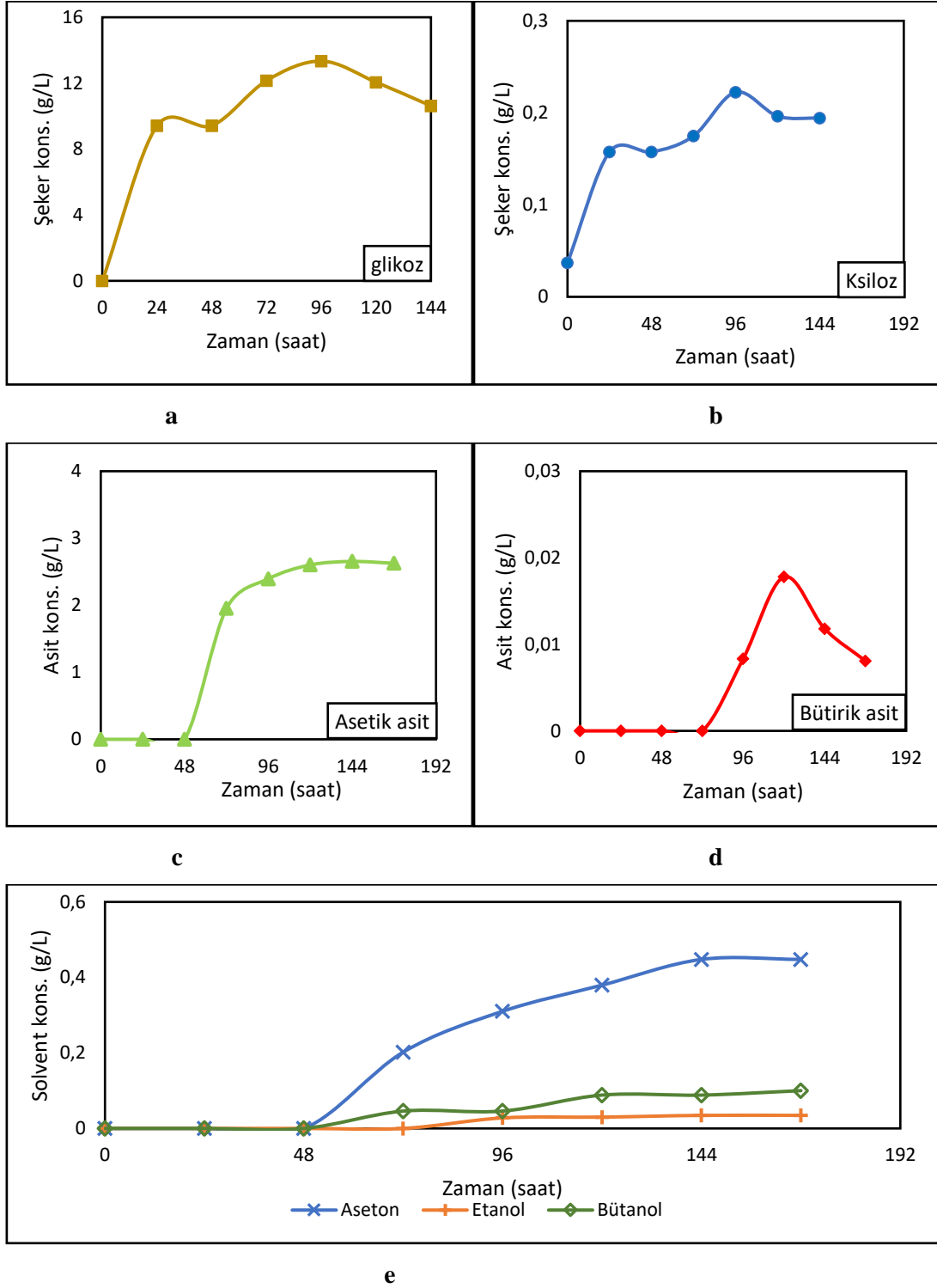
Su sümbülü bitkisinin kök ve gövde kısımlarında Pb⁺² konsantrasyonunun zamanla değişimi incelendiğinde gövde kısmında ilk 5 günde Pb⁺² konsantrasyonunun arttığı ancak 5. günden sonra konsantrasyonun düştüğü görülmüştür (Şekil 1). Kök kısmında ise 10. güne kadar konsantrasyon hızla artmış ve 15. günde ise 85% Pb⁺² giderim verimi elde edilmiştir. Ayrıca BCF ve TF sırasıyla 2187,53 ve 34,42 olarak hesaplanmıştır. Bitkide Pb⁺² birikimi kök kısmında gövde kısmına göre daha yüksek olduğu belirlenmiş, sırasıyla Pb⁺² konsantrasyonu kök ve gövdede 12,75 mg Pb⁺²/g, 0,45 mg Pb⁺²/g kuru biyokütle olduğu görülmüştür. Kök kısmında Pb⁺² konsantrasyonunun yüksek olması sebebiyle fermantasyon çalışmalarında bitkinin gövde kısmı kullanılmıştır.



Şekil 1: Su sümbülü bitkisinde ve çözeltide Pb⁺² konsantrasyonu değişimi

3.2 Su sümbülü ile ABE fermantasyonu

Fitoremediasyondan sonra bitkinin gövde kısmındaki selüloz ve hemiselüloz asit hidrolizi ve enzimatik hidrolizi ile parçalanmış ve 80% şeker verimliliği elde edilmiştir. Enzimatik hidroliz ve ABE fermantasyonu sonrası elde edilen glikoz, ksiloz, asetik asit, bütirik asit, aseton, bütanol ve etanol konsantrasyonlarındaki değişimler şekil 2'de görülmektedir. Glikoz ve ksilozun 70%'i 24 saat içerisinde üretilmiş olup fermantasyon sırasında enzimatik hidrolizin devam ettiği görülmüştür. Ksilozun önemli bir kısmının (73,6%) ise asit hidrolizinde ayrılması sebebiyle ksiloz üretiminin düşük olduğu belirlenmiştir (Şekil 2b). Ara ürünler olan asetik asit ve bütirik asit aşılardan itibaren sırasıyla 48 ve 72. saatten itibaren üretilmeye başladığı görülmüştür (şekil 2c ve şekil 2d). Fermantasyon verimi 4,75 g bütanol.kg⁻¹ su sümbülü ve 9 g ABE.kg⁻¹ kuru su sümbülü olarak tespit edilmiş, bütanol konsantrasyonu ise 0,24 g.l⁻¹ olarak hesaplanmıştır (Şekil 2)



Şekil 2: Enzimatik hidroliz ve ABE fermantasyonunda glikoz (a), ksiloz(b), asetik asit(c), bütirik asit(d) ve solvent (e) konsantrasyonlarının zamanla değişimi

Literatürde biyobütanol üretiminde çeşitli biyokütlenin substrat olarak kullanıldığı çalışmalar bulunmaktadır ve bu çalışmalarda farklı Clostridium suşları, substrat kaynakları, reaksiyon koşullarının biyobütanol üretim verimliliği üzerine etkileri incelenmiştir. Moradi ve arkadaşları (2013) tarafından yapılan çalışmada pirinç sapı substrat olarak kullanılmış, 1 kg biyokütleden 44 gr biyobütanol verimi ve 2 g/L biyobütanol ürün konsantrasyonu elde edilmiştir[10]. Park ve arkadaşları (2016) tarafından yapılan çalışmada ise su sümbülü substrat olarak kullanılmış ve 4 g biyobütanol/L bütanol ürün konsantrasyonu elde edilmiştir[8]. Biyobütanolün mikroorganizma üzerine toksik etkisi ürün ABE fermantasyon verimliliğinin düşük olmasına sebep olmaktadır. Bu çalışmada ise su sümbülü bitkisinin fitoremediasyon potansiyeli ve biyobütanol üretim

verimliliği incelenmiştir. Su sümbülü lignoselülozik bir biyokütle olup yüksek oranda selüloz ve hemiselüloz (%49,6) içeriği sebebiyle biyoyakıt üretiminde kullanılabilecek önemli bir biyokütledir. Ancak fitoremediasyon sonrası biyokütle içerisinde kalan Pb^{+2} 'nin (12,75 mg Pb^{+2} /g biyokütle) fermantasyon verimliliğini önemli oranda düşürdüğü görülmektedir (Tablo 1). Fermantasyon öncesi biyokütlerde Pb^{+2} gideriminin uygulanması biyobütanol üretim verimliliğini arttıracakı düşünülmektedir.

Tablo 1: Çeşitli biyokütlerle ABE fermantasyonunda biyobütanol üretiminin kıyaslanması

Biyokütle	Önartım	Mikroorganizm a	Bütanol verimi (g BüOH/kg biyokütle)	Bütanol kons. (g/L)	Ref.
Pirinç sapı	Organosolvent+Enzim	<i>C. acetobutylicum</i>	80	8,3	[11]
Pirinç sapı	Alkali+Enzim	<i>C. acetobutylicum</i>	44	2	[10]
Mısır püskülü	Seyreltik asit+Enzim	<i>C. beijerinckii</i> BA101	-	1,6	[7]
Buğday sapı	Alkali peroksit+Enzim	<i>C. beijerinckii</i> P260	-	1,26	[12]
Su sümbülü	Asit+Enzim	<i>C. beijerinckii</i> NCIMB 8052	-	4,5	[8]
Su sümbülü- Pb	Asit+Enzim	<i>C. acetobutylicum</i> 1732	4,75	0,24	Bu çalışma

4. KAYNAKÇA

- [1] A. Verardi, C. G. Lopresto, A. Blasi, S. Chakraborty, and V. Calabrò, “Bioconversion of lignocellulosic biomass to bioethanol and biobutanol,” in *Lignocellulosic Biomass to Liquid Biofuels*, Elsevier, 2020, pp. 67–125.
- [2] C. Y. Lin and C. Lu, “Development perspectives of promising lignocellulose feedstocks for production of advanced generation biofuels: A review,” *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 136. Elsevier Ltd, p. 110445, 01-Feb-2021, doi: 10.1016/j.rser.2020.110445.
- [3] M. Hilooğlu and E. Sözen, “Distribution patterns and ISSR PCR optimisation of invasive plant *Eichhornia crassipes* in Asi River/Turkey,” 2008.
- [4] N. M. M. Mitan, “Water hyacinth: Potential and Threat | Elsevier Enhanced Reader,” *Materials Today: Proceedings* 19, 2019. [Online]. Available: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2214785319338453?token=8F9A0C2654CC7C8D1F8448C124486D84DE74649FAB6022B5AF96E1D38F4738210251AE9EB2071E786C55A2E2E5808057>. [Accessed: 14-Oct-2020].
- [5] M. Yang, S. Kuittinen, J. Vepsäläinen, J. Zhang, and A. Pappinen, “Enhanced acetone-butanol-ethanol production from lignocellulosic hydrolysates by using starchy slurry as supplement,” *Bioresour. Technol.*, vol. 243, pp. 126–134, 2017, doi: 10.1016/j.biortech.2017.06.021.
- [6] N. M. Huzir et al., “Agro-industrial waste to biobutanol production: Eco-friendly biofuels for next generation,” *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 94. Elsevier Ltd, pp. 476–485, 01-Oct-2018, doi: 10.1016/j.rser.2018.06.036.
- [7] N. Qureshi, T. C. Ezeji, J. Ebener, B. S. Dien, M. A. Cotta, and H. P. Blaschek, “Butanol production by *Clostridium beijerinckii*. Part I: Use of acid and enzyme hydrolyzed corn fiber,” *Bioresour. Technol.*, vol. 99, no. 13, pp. 5915–5922, Sep. 2008, doi: 10.1016/j.biortech.2007.09.087.
- [8] B.-J. Park, H. M. Park, and H. S. Yun, “Production of Biobutanol by *Clostridium beijerinckii* from Water Hyacinth,” *KSBB J.*, vol. 31, no. 1, pp. 79–84, Mar. 2016, doi: 10.7841/ksbbj.2016.31.1.79.
- [9] A. Sluiter et al., “Determination of Structural Carbohydrates and Lignin in Biomass: Laboratory Analytical Procedure (LAP) (Revised July 2011),” 2008.

- [10] F. Moradi, H. Amiri, S. Soleimanian-Zad, M. R. Ehsani, and K. Karimi, "Improvement of acetone, butanol and ethanol production from rice straw by acid and alkaline pretreatments," *Fuel*, vol. 112, pp. 8–13, Oct. 2013, doi: 10.1016/j.fuel.2013.05.011.
- [11] H. Amiri, K. Karimi, and H. Zilouei, "Organosolv pretreatment of rice straw for efficient acetone, butanol, and ethanol production," *Bioresour. Technol.*, vol. 152, pp. 450–456, Jan. 2014, doi: 10.1016/j.biortech.2013.11.038.
- [12] N. Qureshi, B. C. Saha, R. E. Hector, and M. A. Cotta, "Removal of fermentation inhibitors from alkaline peroxide pretreated and enzymatically hydrolyzed wheat straw: Production of butanol from hydrolysate using *Clostridium beijerinckii* in batch reactors," *Biomass and Bioenergy*, vol. 32, no. 12, pp. 1353–1358, Dec. 2008, doi: 10.1016/j.biombioe.2008.04.009.

PROCEEDINGS BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

DERİN ÖĞRENME İLE YEŞİL ALANLARIN ÇIKARIMI**EXTRACTION OF GREEN AREAS WITH DEEP LEARNING****Yusuf Yekta GÜZEL**

Yüksek Lisans Öğrencisi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Harita Mühendisliği Anabilim Dalı, ORCID No: 0000-0002-2630-397X

Melis UZAR

Dr. Öğr. Üyesi, Yıldız Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi Harita Mühendisliği Bölümü, ORCID No: 0000-0003-0873-3797

Nursu TUNALIOĞLU

Doç. Dr., Yıldız Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi Harita Mühendisliği Bölümü, ORCID No: 0000-0001-9345-5220

ÖZET

Dünyada, doğal habitat ve sağlıklı çevreler oluşturmaları nedeniyle yeşil alanlar küresel iklim değişikliklerinin izlenmesi, hava tahminleri gibi konularda önemli bir yerdedir. Ayrıca, kentsel ve kırsal alanların dönüşümü, afet ve kriz yönetimi gibi konularda zamansal değişim analizi yapılması, ormanlık alan çıkarımı gibi sürdürülebilir kaynakların takibi ve envanter oluşturulması açısından önem teşkil etmektedir. Son yıllarda, küresel iklim değişikliği açısından önemli olan bu alanların izlenmelerine yönelik yürütülen çalışmalarda, mevcut yöntemler ile derin öğrenme yöntemlerinin entegrasyonu gündeme gelmektedir. Bilgisayarla görü metodu olan derin öğrenme, temelinde yapay sinir ağı prensibini kullanarak, tek katmanlı sinir ağlarından çok katmanlı sinir ağlarına geliştirilen ve evrilerek yöntemin temellerini oluşturan bir mimariye sahiptir. Bu yöntem, günümüzde bilgisayar mühendisliği, elektrik ve makina mühendisliği disiplinlerine ait konuları kapsayan uygulama alanlarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Son yıllardaki derin öğrenmeye dair bu ivmelenme, derin öğrenme yöntemlerinin sunduğu avantajların Harita Mühendisliği'nin çalışma konularında da uygulanmasını sağlamıştır. Uzaktan algılama ve fotogrametrik verilerin derin öğrenme yöntemi ile entegrasyonu birçok çalışma alanında hız ve doğruluk bakımından avantaj sağlamaktadır. Özellikle obje çıkarımı konusunda derin öğrenme algoritmalarının kullanımı ve makine eğitimi ile operatör müdahalesine ihtiyaç duymadan otomatik çıkarım gerçekleştirilmektedir. Böylece objeyi en iyi şekilde temsil edebilecek hiyerarşik bir yapı oluşturulabilmektedir. Bu çalışmada, Yıldız Teknik Üniversitesi Davutpaşa Kampüs alanında, derin öğrenme yöntemi kullanılarak otomatik sınıflandırma ile yeşil alanların çıkarımı hedeflenmektedir. Bu amaçla, İnsansız Hava Aracı (İHA) ile elde edilen 182 adet görüntüden üretilmiş ortofoto ve sayısal yükseklik modeli kullanılarak derin öğrenmenin Evrişimli Sinir Ağı algoritmaları ile yeşil alanların çıkarımında doğruluk analizi gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Derin Öğrenme, Yeşil Alanların Çıkarımı, Otomatik Sınıflandırma, İHA**ABSTRACT**

Green areas have an important place in the world in terms of monitoring global climate changes and weather forecasts, since they provide natural habitats and healthy environments. In addition, conducting temporal change analysis in subjects such as transformation of urban and rural areas, disaster and crisis management is important in terms of monitoring the sustainable resources and creating inventory such as forestry extraction. In recent years, the integration of existing methods and deep learning methods has come to the fore in studies conducted to monitor the areas mentioned that are important for global climate change. Deep learning, which is a method of computer vision, has an architecture that is developed from single-layer neural networks to multi-layer neural networks using the artificial neural network principle, and evolves to form the basis of the

method. This method is widely used today in application areas covering subjects belonging to computer engineering, electrical and mechanical engineering disciplines. This acceleration of deep learning in recent years has enabled the advantages of deep learning methods to be applied in the study areas of Geomatics Engineering. Integration of remote sensing and photogrammetric data with deep learning method provides advantages in terms of speed and accuracy in many study areas. With the use of deep learning algorithms and machine training, especially in object extraction, automatic extraction is performed without the need for operator intervention. Thus, a hierarchical structure can be created that can best represent the object. In this study, it is aimed to extract green areas in Yıldız Technical University Davutpaşa Campus area by automatic classification using deep learning method. For this purpose, accuracy analysis was performed in the extraction of green areas with Convolutional Neural Network algorithms of deep learning by using orthophoto and digital elevation model produced from 182 images obtained by Unmanned Aerial Vehicle (UAV).

Keywords: Deep Learning, Extraction of green areas, Automatic classification, UAV

PROCEEDINGS BOOK

by ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

**AÇIK MADEN İŞLETMELERİNDE İHA-FOTOGRAMETRİSİ İLE ÜRETİLEN
ORTOFOTOLARIN DOĞRULUK ANALİZİ****ACCURACY ANALYSIS OF ORTHOPHOTOS PRODUCED BY UAV-PHOTOGRAMMETRY AT
OPEN-CAST MINING AREAS****Mehmet Fatih GÖKÇEN**

Yüksek Lisans Öğrencisi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Harita Mühendisliği Anabilim Dalı, ORCID No: 0000-0002-0219-4801

Melis UZAR

Dr. Öğr. Üyesi, Yıldız Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi Harita Mühendisliği Bölümü, ORCID No: 0000-0003-0873-3797

Nursu TUNALIOĞLU

Doç. Dr., Yıldız Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi Harita Mühendisliği Bölümü, ORCID No: 0000-0001-9345-5220

ÖZET

Günümüzde İnsansız Hava Aracı (İHA) sistemleri, birçok disiplinde farklı amaç ve uygulamalar için yaygın kullanılırken, ülkemizde ve dünyada askeri, sivil ve bilimsel çalışmalarda İHA'ların kullanımı hızla artmaktadır. Harita Mühendisliği uygulamalarında ise zaman, maliyet ve işgücü açısından optimal çözüm sağlamanın yanında, elde edilen fotogrametrik ürünlerin yüksek çözünürlük ve doğruluğa sahip olması İHA-Fotogrametrisi tekniğini ön plana çıkarmaktadır. İHA sistemlerinin büyük avantaj sağladığı çalışma alanlarından birisi de maden işletmelerinde yürütülen faaliyetlerdir. İHA-Fotogrametrisi ile özellikle açık maden işletmelerinde birçok önemli faaliyetlerin (halihazır harita üretimi, jeolojik haritalama, dik ve erişilemeyen bölgelerdeki yüzeylere ait konumsal bilgilerin alınması, üç boyutlu (3B) modelleme, kazı planlaması, üretim ve dekapaj miktarının belirlenmesi, kübaj hesapları vb.) hızlı ve yüksek doğrulukta yürütülmesi sağlanabilmektedir. Açık maden işletmelerinin geniş alanları kapsaması ve erişilebilirlik gibi nedenlerle zorlu arazi koşullarında yer alması, İHA kullanımını klasik yersel haritalama yöntemlerine göre özellikle zaman, maliyet ve işgücü açısından önemli bir alternatif haline getirmiştir. İHA'lardan elde edilen hava fotoğraflarının işlenmesi sonucunda yoğun nokta bulutu, ortofoto, sayısal yükseklik modeli ve sayısal arazi modeli gibi fotogrametrik ürünler elde edilmektedir. Bu ürünlerin doğruluğunu etkileyen birçok faktör mevcuttur. Doğruluğu etkileyen önemli faktörlerden biri de Yer Kontrol Noktaları (YKN)'nin dağılımı ve sayısıdır. Bu çalışmada, İsviçre'nin Vaud Kanton'unda, Eclepens bölgesinde yer alan 90ha taş ocağında, Sensefly SODA kamerasına sahip Ebee Classic İHA ile elde edilen 347 adet hava fotoğrafı, yersel ölçümle elde edilmiş 9 adet YKN kullanılarak, Pix4d Mapper yazılımı ile değerlendirilmiştir. Farklı YKN dağılımı ve sayısı kullanılarak, yapılan analizlerde elde edilen ortofotoların doğruluk analizi için farklı stratejiler kullanılmıştır. YKN'lerin sayısına ve dağılımına göre 2 farklı koşul altında ve her koşul için 5 farklı senaryo kullanılarak oluşturulan stratejide ortofotoların doğruluk analizleri istatistiksel olarak karesel ortalama hata ile belirlenmiştir. Sonuçta, bu tip çalışma alanlarında en elverişsiz koşul ve senaryonun olduğu durum ile beklenen en yüksek doğruluklu çözümle sağlanan (YKN'lerin çalışma alanına homojen olarak dağılması) ortofotoların karşılaştırmalı analizleri gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak, açık maden işletmeleri gibi arazi koşullarının homojen YKN dağılımına elverişli olmadığı alanlarda, İHA-Fotogrametrisi tekniği ile elde edilen ürünlerin yüksek doğruluk sağladığı ve bu bağlamda etkin kullanımının mevcut olduğu değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: İHA, Açık Maden İşletmesi, Yer Kontrol Noktası (YKN), Ortofoto, Karesel Ortalama Hata (KOH)

ABSTRACT

While Unmanned Aerial Vehicle (UAV) systems are prevalently used for different purposes and applications in several disciplines today, the use of UAVs in military, civilian and scientific studies in Turkey and the world is increasing fast. In Geomatics Engineering applications, in addition to serving optimal solutions in terms of time, cost and labor, the high resolution and accuracy of the obtained photogrammetric products make the UAV-Photogrammetry technique prominent. One of the study areas, where UAV systems provide great advantages involves activities carried out at mining areas. UAV-Photogrammetry allows fast and high-accuracy conduct of many important activities especially at open-cast mining areas (base map production, geological mapping, obtaining positional information on surfaces at steep and inaccessible terrains, three-dimensional (3D) modelling, excavation planning, determination of production and stripping quantity, volume calculations, etc.). The fact that open-cast mining areas cover large areas and are in difficult terrain conditions due to causes like accessibility has made the use of UAVs an important alternative against classical topographic mapping methods especially in terms of time, cost and labor. As a result of processing of aerial images obtained from UAVs, photogrammetric products such as dense point clouds, orthophotos, digital elevation models and digital terrain models are obtained. There are several factors that affect the accuracy of these products. Some of the significant factors that affect accuracy are the distribution and number of Ground Control Points (GCP). In this study, 347 aerial images obtained with an Ebee Classic UAV equipped with a Sensefly SODA camera at a 90-ha area located in the Eclepens region of the Canton of Vaud in Switzerland were analyzed by using 9 GCPs obtained by topographical measurements with the Pix4d Mapper software. By using different GCP distributions and numbers, different strategies were used in the accuracy analysis of the orthophotos obtained in the conducted analyses. In the strategy established under 2 different conditions and using 5 different scenarios for each condition based on the number and distribution of the GCPs, the accuracy analyses of the orthophotos were determined statistically by using root-mean-square error. As a result, comparative analyses of the situation where the most undesired conditions and scenarios in such working areas were formed and the orthophotos obtained with the highest-accuracy solution (homogenous distribution of GCPs in the working area) were realized. Consequently, it was determined that, in areas where the terrain conditions are not desired for homogenous GCP distribution like open-cast mining areas, the products obtained by the UAV-Photogrammetry technique provided high accuracy, and their effective usage in this context was possible.

Keywords: UAV, Open-Cast Mining Areas, Ground Control Points(GCP), Orthophoto, Root-Mean-Square Error

PROCEEDINGS BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

**PANORAMİK ALGILAMADA KULLANILAN BALIKGÖZÜ KAMERALARIN DLT
KALİBRASYONU****DLT CALIBRATION OF FISH EYE CAMERAS USED IN PANORAMIC SENSING****Cumhur ŞAHİN**

Doç. Dr, Gebze Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Harita Mühendisliği Bölümü, ORCID No: 0000-0003-1960-1992

İlkay Murat ERTEKİN

Yüksek Lisans Öğrencisi, Gebze Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Harita Mühendisliği Anabilim Dalı, ORCID No: 0000-0002-1011-0284

ÖZET

Fotogrametri çalışmalarında kullanılan geleneksel kameralar genellikle kısıtlı görüş alanına sahip, merkezi izdüşüm projeksiyonuna uyan kameralardır. Daha geniş görüş alanına sahip panoramik kameralar merkezi izdüşüm projeksiyonuna uymazlar. Bu nedenle uzun süre fotogrametri çalışmalarında kullanılmamışlardır. Panoramik görüntü elde etme yöntemlerinden çoklu kamera sistemleri, geleneksel kameraların aksine, tek bir görüntü ile çok geniş bir alanı kapsadıkları için; yersel fotogrametri, araç navigasyonu, robotik, kültürel miras dökümantasyonu, 3 boyutlu modelleme ve bilgisayar görüşü gibi alanlarda günümüzde yaygın kullanılmaktadır.

Kalibre edilmemiş kameralarda görüntü bozukluğuna herhangi bir düzeltme getirilmediği için yapılan çalışmalarda görüntü bozulması bir sonraki aşamaya doğrudan taşınır. Bu yüzden yapılan çalışmalarda kamera kalibrasyonu en önemli adımlardan biridir. Literatüre bakıldığında panoramik kameralar için birçok kalibrasyon metodu önerilse de bunların büyük çoğunluğu katadiptirik sistemler ya da balıkgözü lensler ile sınırlıdır ve doğrudan çoklu kamera sistemleri için uygulanamazlar. Bu çalışmanın ana amacı çoklu kamera sistemlerinin kalibrasyonunda karşılaşılan sorunlara çözüm önerisinde bulunmak ve kalibrasyon yazılımı geliştirmektir. Çoklu kamera sistemlerinde kalibrasyon: her bir kamera için görüntü oluşum geometrisi, yani iç yöneltme elemanları ve kameralar arası göreceli konum ve dönüklük yani dış yöneltme elemanları olmak üzere iki veri setinden oluşur. Birden fazla kamera içeren bir sistemin geometrik kalibrasyonu iki bileşene sahiptir: sistemde ki her bir kameranın kalibrasyonu ve sistemdeki her bir kameranın öteleme ve dönüklük kestirimidir. Bu çalışmada kullanılan çoklu kamera sistemi Ladybug2 kamerasıdır. Ladybug2 balıkgözü lenslere sahip altı kameradan oluşmaktadır.

Çalışma sürecinde altı kameradan görüntü alınıp bu görüntüler üzerinden çalışılmıştır. Python dilinde geliştirilen yazılım ile, altı kameradan da alınan görüntüler için afin dönüşümü kullanılarak piksel koordinat sisteminden resim koordinat sistemine geçilmiştir.

Resim koordinatları ve minimum altı kontrol noktası (üç boyutlu cisim koordinatları bilinen noktalar) ile Direkt Lineer Transformasyon (DLT) methodu kullanılarak L transformasyon parametreleri ve yine L transformasyon parametrelerinden türetilen iç ve dış yöneltme elemanları ile her bir görüntü için cisim noktaları kestirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Panoramik görüntü, Çoklu kamera sistemi, Kalibrasyon, Balıkgözü mercek, Direkt Lineer Transformation (DLT)

ABSTRACT

Conventional cameras used in photogrammetry studies are generally cameras with limited field of view and fit in central projection projection. Panoramic cameras with a wider field of view do not fit in the central projection projection. For this reason, they have not been used in photogrammetry studies for a long time. Since multi-camera systems, one of the methods of obtaining panoramic images, cover a very wide area with a single image, unlike conventional cameras; It is widely used today in areas such as terrestrial photogrammetry, vehicle navigation, robotics, cultural heritage documentation, 3D modeling and computer vision.

Since there is no correction for image distortion in uncalibrated cameras, image distortion is directly carried to the next stage in studies. Therefore, camera calibration is one of the most important steps in the studies. When looking at the literature, many calibration methods are recommended for panoramic cameras, but most of them are limited to catadioptric systems or fisheye lenses and cannot be directly applied to multi-camera systems.

The main purpose of this study is to offer solutions to problems encountered in the calibration of multi-camera systems and to develop calibration software. Calibration in multi-camera systems: consists of two data sets, namely the image formation geometry for each camera, namely the internal orientation elements and the relative position and rotation between the cameras, that is, the external orientation elements. The geometric calibration of a system with more than one camera has two components: the calibration of each camera in the system and the offset and rotation estimation of each camera in the system. The multi-camera system used in this study is the Ladybug2 camera. Ladybug2 consists of six cameras with fisheye lenses.

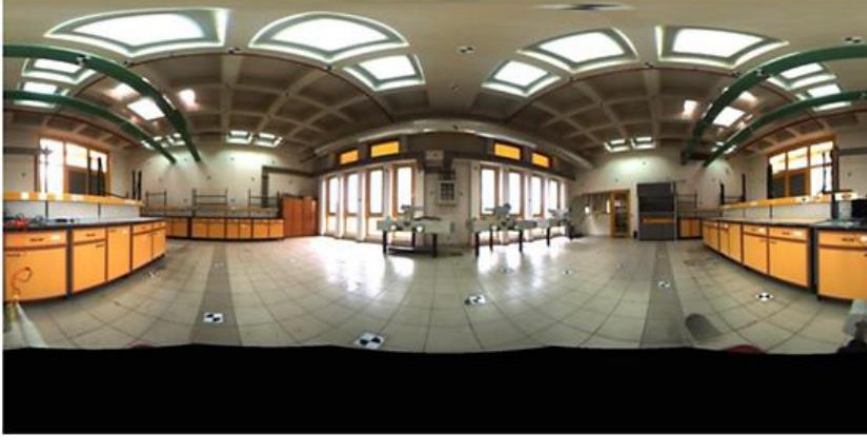
During the study, images were taken from six cameras and these images were studied. With the software developed in Python language, affine transformation was used for images taken from all six cameras, and a transition from pixel coordinate system to image coordinate system. Image coordinates and minimum six control points (three-dimensional object coordinates of which are known), using the Direct Lineaer Transformation (DLT) method, object points for each image are estimated using L transformation parameters and internal and external orientation elements derived from L transformation parameters. Keywords: Panoramic view, Multi camera system, Calibration, Fisheye lens, Direct Lineaer Transformation (DLT)

1.GİRİŞ

Fotogrametrik çalışmalar, gelişen kamera teknolojileri ve bilgisayar sistemleri ile günümüzde yoğun olarak kullanılmaktadır. Fotogrametri de, obje görüntüleri üzerinden objelere dair çeşitli bilgiler elde ederiz. Kraus, fotogrametriyi objelere temas etmeksizin obje görüntüleri ile objeler hakkında metrik bilgi elde edilmesi olarak tanımlamaktadır (Kraus vd., 2007). Fotogrametriyi hava fotogrametrisi ve yersel fotogrametri olmak üzere iki ana başlık altında toplayabiliriz. Hava fotogrametrisinde obje fotoğrafları uçak, ve insansız hava aracı gibi araçlarla gökyüzünden çekilirken, yersel fotogrametri de obje fotoğrafları direkt olarak yeryüzünden çekilir. Klasik fotogrametrik çalışmalar incelendiğinde kullanılan kameraların merkezi iz düşüm projeksiyonuna uyan, kısıtlı görüş alanına sahip geleneksel kameralar olduğu görülmektedir. Yersel fotogrametrinin özel bir kolu olan panoramik fotogrametride ise panoramik görüntüler kullanılır. Panoramik görüntüler merkezi iz düşüm projeksiyonuna uymazlar ama geniş görüş alanına sahiptirler. Panoramik görüntülerin az sayıda görüntü ile çok geniş bir alanı kapsamaları sebebiyle kullanımları günümüzde giderek artmaktadır. Panoramik algılayıcıların kullanıldığı çalışmaya bakıldığında; bilgisayar görüşü, üç boyutlu modelleme, araç navigasyonu, kültürel miras dökümantasyonu ve robotik gibi alanlar olduğunu görebiliriz.

2.PANORAMİK GÖRÜNTÜLEME

Panoramik algılayıcılar katadioptik ve dioptik olmak üzere iki ana başlık altında toplanır. Katadioptik sistemler ayna yardımı ile elde edilen panoramik görüntülerdir. Dioptik sistemlerde ayna kullanılmaz. Katadioptik sistemler kendi içinde dört gruba ayrılırlar. Bunlar birden fazla kameranın kullanıldığı çok algılayıcı sistemler, balıkgözü mercekler, doğrudan tarama ve birleştirme yöntemleridir. Bu çalışmada çok algılayıcı kamera sistemleri ile elde edilen panoramik görüntüler üzerine çalışılmıştır. Şekil 1' panoramik görüntü örneği gösterilmektedir.



Şekil 1. Panoramik Görüntü Örneği

2.1. Çok Algılayıcı Sistemler

Panoramik görüntü elde etme yöntemlerinden dioptik sistemlerin bir kolu olan çok algılayıcı sistemler, birden fazla kameranın aynı anda görüntü alıp otomatik olarak tek bir panoramik görüntü oluşturmasıdır. Sistem birden çok kamera içerdiği için görüntüler yüksek çözünürlüklü olarak oluşur. Çok algılayıcı sistemler ile kamera çiftleri arasında stereo görüntüler de elde edilir. Çok algılayıcı sistemlerde aynı zamanda görüş alanını arttırmak için balıkgözü lensler kullanılır. Balıkgözü lensler düşük odak uzaklığına sahip geniş açılı merceklerdir. Balıkgözü lensler çok algılayıcı değilde tek başlarında kullanıldıklarında düşük çözünürlüğe sahiptirler. (Schneider vd, 2009). Balıkgözü lenslerde bozulma miktarı daha fazla olduğu için kalibrasyon işleminin yapılması önemlidir.

2.2. Kamera Kalibrasyonu

Fotogrametrik işlemlerin temel adımı kamera kalibrasyonudur. Kalibre edilmemiş kameralar görüntü bozulmasına herhangi bir düzeltme getirmediği için, görüntü üzerinde ki bozulma son adıma kadar taşınır. Kamera kalibrasyonu kameranın iç geometrisine dair bilgiler verir. Kamera kalibrasyonu sonucunda iç yönelme elemanları bulunur. İç yönelme elemanları kamera odak uzaklığı c , resim ana noktaları $O(x_0, y_0)$ ile distorsiyon parametreleridir. Çoklu kamera sistemlerinde, iç yönelme elemanlarına ek olarak kameraların merkez kameraya göre öteleme ve dönüklükleri yani dış yönelmeleri de hesaplanır.

3. UYGULAMA

3.1. Çalışmanın Amacı

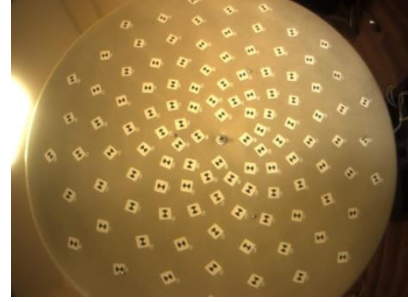
Panoramik kameralar merkezi iz düşüm projeksiyonuna uymamalarına rağmen geleneksel kameraların aksine daha az görüntü ile geniş bir alanı kapsadıkları için günümüzde giderek kullanımı artmıştır (Khoramshahi, Honkavaara, 2018). Literatüre bakıldığında panoramik kameralar için çeşitli kalibrasyon yöntemleri önerilse de bu yöntemlerin büyük bir çoğunluğu katadiptik ve balıkgözü kameralar içindir. Bu kalibrasyon yöntemleri direkt olarak çok algılayıcı kamera sistemlerinde kullanılamaz. Bu çalışmada Direkt Lineer Transformasyon (DLT) yöntemini kullanarak çok algılayıcı kamera sistemleri için bir kalibrasyon yazılımı geliştirilmesi hedeflenmiştir.

3.2. Çalışmanın Yürütülmesi

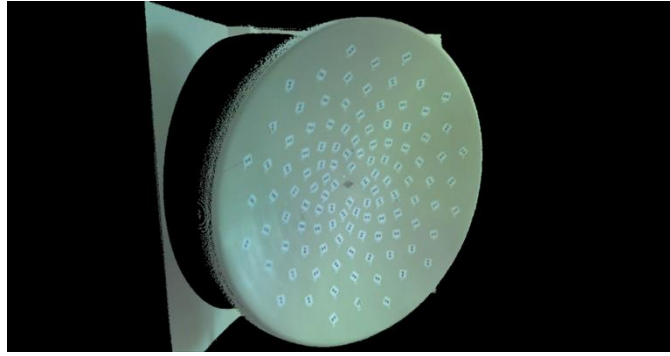
Bu çalışma da altı özdeş balıkgözü kameraya sahip ladybug2 kamerası kullanılmıştır (Şekil 2). Ladybug2 çok algılayıcısında beş kamera yatay çevreyi tararken altıncı kameraya tavan kamerasıdır. Kalibrasyon için bir kalibrasyon alanı kullanılmıştır (Şekil3). Kalibrasyon alanına ait lazer taraması Şekil 4'te verilmektedir. Yazılım olarak Python dili tercih edilmiştir.



Şekil 2. Ladybug2
Çoklu Algılayıcısı

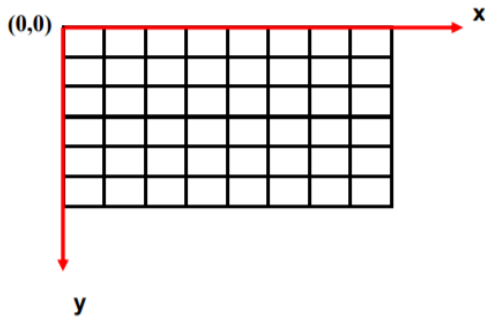


Şekil 3. Kalibrasyon Alanı

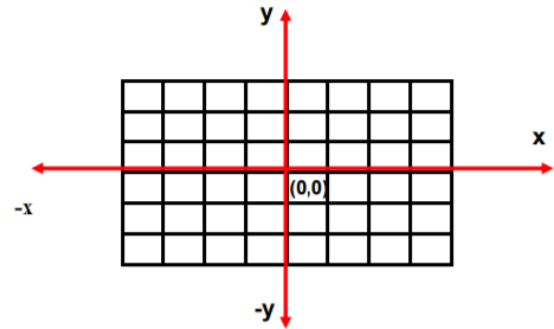


Şekil 4. Kalibrasyon Alanına Ait Lazer Tarama Verisi

Çok algılayıcılı sistemdeki altı özdeş kameranın herbirinin ayrı ayrı kalibrasyon alanı görüntüleri alınmıştır. Çekilen görüntüler bilgisayar ortamına aktarıldıktan sonra, afin dönüşümü uygulanarak piksel koordinatlarından resim koordinatlarına geçilmiştir. Şekil 5'te Piksel Koordinat Sistemi, Şekil 6'da Resim Koordinat Sistemi gösterilmektedir.



Şekil 5. Piksel Koordinat Sistemi



Şekil 6. Resim Koordinat Sistemi

Elde edilen resim koordinatları ve cisim koordinatları ile Direkt Lineer Transformasyon (DLT) yöntemi kullanılarak resim koordinatlarına düzeltmeler getirilmiştir. Düzeltilmiş resim koordinatları ile DLT yönteminin 11 parametresi hesaplanmıştır.

$$x = \frac{L_1X + L_2Y + L_3Z + L_4}{L_9X + L_{10}Y + L_{11}Z + 1}$$

$$y = \frac{L_5X + L_6Y + L_7Z + L_8}{L_9X + L_{10}Y + L_{11}Z + 1}$$

$$L_1X + L_2Y + L_3Z + L_4 - xL_9X - xL_{10}Y - xL_{11}Z - x = 0$$

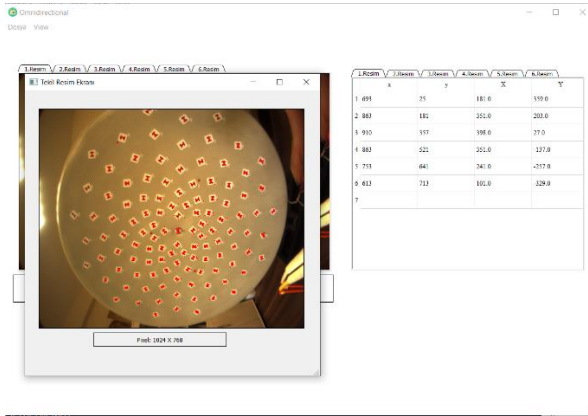
$$L_5X + L_6Y + L_7Z + L_8 - yL_9X - yL_{10}Y - yL_{11}Z - y = 0$$

Direkt Linear Transformasyon denklemleri (Abdel-Aziz, Karara, 2015).

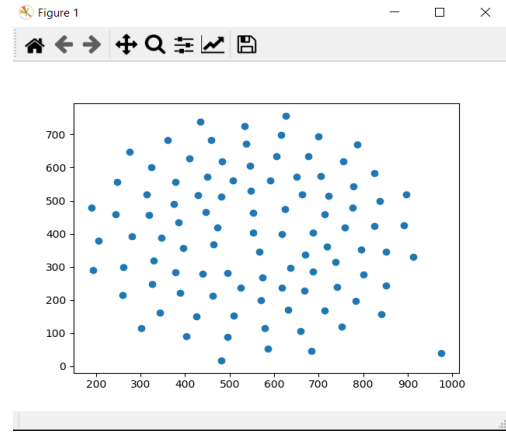
Elde edilen 11 DLT parametresiyle yöneltme elemanları kestirilmiştir.

4. SONUÇLAR

Geliştirilen yazılım ile kalibrasyon alanının resim koordinatları Şekil 7’ de gösterildiği gibi SHIFT algoritması ile otomatik olarak ölçülmüştür. Tespit edilen resim noktaları Şekil 8’ de gösterilmiştir.



Şekil 7. Yazılım arayüzü ve kalibrasyon alanı



Şekil 8. Tespit edilen kontrol noktaları

DLT nin 11 parametresi hesaplandıktan sonra c_x, c_y, x_0, y_0 iç yöneltme ve $X_0, Y_0, Z_0, \omega, \phi, \kappa$ dış yöneltme elemanları elde edilmiştir. Bu çalışma bize göstermiştir ki çok algılayıcı kamera sistemlerinde DLT yöntemi kullanılarak kalibrasyon işlemi uygulanabilmektedir. Şekil 9’de Direkt Linear Transformasyon parametreleri, Şekil 10’de c_x, c_y, x_0, y_0 değerleri gösterilmektedir.

Index	1
L1	-0.08289
L2	-0.06089
L3	1.01661
L4	551.683
L5	-0.02986
L6	-0.08015
L7	0.76679
L8	487.966
L9	-0.00011
L1	-0.00014
L11	

Şekil 9. DLT nin 11 Parametresi

Index	1
Cx	15.2477
Cy	15.4657
X0	438.728
Y0	331.116

Şekil 10. c_x, c_y, x_0, y_0 Değerleri

Rdönme matrisi

$$\begin{bmatrix} 0,998034457971366 & 0,0417058587320628 & 0,0467743738517426 \\ -0,10976301534478 & 0,992642102001238 & 0,0511247278426499 \\ -0,04439409560263 & -0,056280145196889 & 0,997427546006346 \end{bmatrix}$$

X_0, Y_0, Z_0 koordinatları ise

$$\begin{bmatrix} 3005,70737529797 \\ 5020,22913931947 \\ 2,01373471304396 \end{bmatrix}$$

olarak bulunmuştur.

İlerleyen aşamalarda düzeltilmiş resim görüntüleri, equidistant projeksiyonuna aktarılıp teğetsel ve radyal distorsiyon parametrelerinin de kestirilmesi hedeflenmektedir.

Fisheye lenslere ait equidistant projeksiyon eşitlikleri aşağıda verilmektedir.

$$x' = c \cdot \frac{\tan^{-1} \sqrt{x^2 + y^2}}{\sqrt{\left(\frac{y}{x}\right)^2 + 1}} + x'_0 + \Delta x'$$

$$y' = c \cdot \frac{\tan^{-1} \sqrt{x^2 + y^2}}{\sqrt{\left(\frac{x}{y}\right)^2 + 1}} + y'_0 + \Delta y'$$

$$\Delta x' = x' \cdot (A_1 r'^2 + A_2 r'^4 + A_3 r'^6) + B_1 \cdot (r'^2 + 2x'^2) + 2B_2 x' y' + C_1 \cdot x' + C_2 \cdot y'$$

$$\Delta y' = y' \cdot (A_1 r'^2 + A_2 r'^4 + A_3 r'^6) + 2B_1 x' y' + B_2 \cdot (r'^2 + 2y'^2)$$

Üretilen distorsiyon parametreleri ile distorsiyon sorunu modellenip, giderilmesi hedeflenmektedir.

KAYNAKLAR

- Abdel-Aziz, Y.I. and H.M. Karara (1971). Direct linear transformation from comparator coordinates into object space coordinates in close-range photogrammetry, *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*. 81(2): 103-107.
- Detchev, I., Habib, A., Mazaheri, M., Lichti, D. (2018). Practical in situ implementation of a multicamera multisystem calibration, *Journal of Sensors*, Vol. 2018, 5351863.
- Khoramshahi, E., Honkavaara, E. (2018) Modelling and automated calibration of a general multi-projective camera, *Photogrammetric Record*. 33 (161): 86-112.
- Kraus, K., Harley I., and Kyle S. (2007) Photogrammetry: Geometry from Images and Laser Scans. *Walter De Gruyter*.
- Schneider, D., Schwalbe, E., Mass, H. G., 2009, Validation of Geometric models for fisheye lenses. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, Article in Press

PROCEEDINGS BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

INVESTIGATION OF WATER SOLUBLE IONS IN HIGH TIME RESOLVED PM_{2.5} IN BEŞİKTAŞ/ISTANBUL**Hanny Dwiyan AMANTHA**

Yüksek Lisans Öğrencisi, Marmara Üniversitesi FEN Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği, ORCID No: 0000-0001-9984-2627

Rosa Maria FLORES RANGEL

Dr. Öğr. Üyesi, Marmara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Bilimleri Anabilim Dalı, ORCID No: 0000-0002-0323-4043

ABSTRACT

Water soluble ions (WSI) present in fine atmospheric particles (PM_{2.5}) predominantly influence the cloud droplet's distribution size and concentration. Furthermore, they also cause a decrease in atmospheric visibility and harmful to human health. The importance of this study is to understand the seasonal variation of WSI in PM_{2.5} particles by considering the meteorological conditions which include temperature, dew points, humidity, wind directions, and other factors. In one of the busiest streets in Beşiktaş, Istanbul, the concentration of water-soluble ions in PM_{2.5} such as NH₄⁺, SO₄²⁻, PO₄³⁻ and NO₃⁻ were taken within six periods of times between 1 January 2017 to 11 January 2018. To attain it, samples were collected every two hours from 7:00 am to 7:00 pm and every 12 hours from 7:00 pm to 7:00 am by using a high-volume sampler. Total samples a day were 7 samples (6 day-time samples and 1 night-time sample) then brought to be analyzed by using ion chromatography device to determine the particulate matter composition. The average concentration of water-soluble ions in winter and summer time were respectively in decreasing orders SO₄²⁻ (224.2 ng.m⁻³) > NH₄⁺ (68.8 ng.m⁻³) > PO₄³⁻ (55.9 ng.m⁻³) > NO₃⁻ (42.5 ng.m⁻³) and SO₄²⁻ (122.0 ng.m⁻³) > PO₄³⁻ (49.2 ng.m⁻³) > NH₄⁺ (15.5 ng.m⁻³) > NO₃⁻ (14.5 ng.m⁻³). The result indicates SO₄²⁻ was dominant both in winter and summer which mostly comes from man-made activities. The highest NH₄⁺ concentration was found in winter day due to high contribution in biomass burning and also ambient temperature. Long-distance transport also contributes in high number of N that leads to increase in the concentration of NO₃⁻ and NH₄⁺ in winter. The seasonal variability of all water-soluble ion concentration is highly influenced by human activities and meteorological factors. Furthermore, the influence of meteorological factors will be individually discussed in more detail for heating and non-heating season. The result of this study will be helpful to give additional knowledge of PM_{2.5} composition in urban areas to help control and mitigation of urban aerosol phenomena.

Keywords: Air quality, Istanbul, PM_{2.5}, Seasonal variation, Urban aerosol, Water-soluble ions

PROCEEDINGS BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

24 OCAK 2020 ELAZIĞ DEPREMİ ÖNCÜL İŞARETLERİNE YÖNELİK BİR ANKET ÇALIŞMASI**Seval GÜRBÜZ**

ÇOMÜ, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Doğal Afetlerin Risk Yönetimi Anabilim Dalı, ORCID: 0000-0001-8032-7895

Yusuf Arif KUTLU

ÇOMÜ, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, ORCID: 0000-0002-9393-7710

ÖZET

Deprem öncesi biriken enerjinin fay hattı civarında oluşturduğu fiziksel değişikliklerin doğa ve canlılar üzerindeki etkileri depremlerin birkaç saat veya birkaç gün öncesinde tahmin edilebilmesine olanak sağlayabilir. Bu zaman dilimi ise can ve mal kayıplarının en aza indirgenmesi için yeterli olabilir. Deprem tahmini çalışmaları; zaman, konum ve büyüklük ile ilişkilidir. Deprem öncül işaretlerine yönelik yapılan tahmin çalışmaları yeterli düzeyde değildir. Buna karşın, bazı bilimsel araştırmalar bu tür bulguların gerçekliğini kanıtlar niteliktedir. Bu gözlemlere dayalı çalışmalar 1960 yıllardan sonra gelişen teknolojiyle birlikte yeniden gündeme gelmiştir. Öncül işaretler; atmosferik değişiklikler, sıra dışı canlı davranışları ve deprem ışıkları gibi normalin dışında gelişen olaylar olarak ifade edilebilir. Bu çalışmada, yıkıcı depremler meydana gelmeden önce doğa ve canlılar üzerinde meydana gelen anormal değişimler; gözlem yapan afetzedelerin katılımı ile yüz-yüze anket tekniği kullanılarak öncül işaretlerin istatistiki açıdan anlamlı olabilecek şekilde derlenmesi amaçlanmıştır. 24 Ocak 2020 Elazığ Depremine maruz kalan afetzedelerin katılımı ile yapılan saha çalışmasında güvenilirlik ilkesi göz önünde bulundurularak 89 anket değerlendirmeye alınmıştır. Ayrıca, elde edilen sonuçlar; önceki bilimsel araştırmalarla da desteklenerek deprem öncesinde gözlemlenen anormalliklerin deprem ile ilişkisi kanıtlanmaya çalışılmıştır. Anket sonuçlarına göre doğada, canlılarda ve elektronik cihazlarda gözlemlenen sıra dışı bulgular; insanlarda sinir bozukluğu ve sıkıntı 23 vaka, her an bir şey olacaktıymış hissi 17 vaka, uyku problemleri 17 vaka, kuş bağırması 31 vaka, köpek havlaması 21 vaka, puslu gün batımı 61 vaka, gökyüzünde normalden farklı renk değişiklikleri 35 vaka, sisli ve puslu bir hava 64 vaka, ani sıcaklık değişimleri 47 vaka, şebeke sorunları 27 vaka ve elektronik cihazlarda sebepsiz bozulmalar 20 vaka olarak sıralanabilir. Sonuç olarak; Elazığ Depreminden yaklaşık bir ay önce başlayarak canlıların, doğanın ve elektronik sistemlerin gözlemlenebilecek şekilde uyarılar verdiği söylenebilir. Bu doğrultuda yerel ölçekte gözlemlenebilen anormalliklerin öncül işaretler olarak kayda geçirilmesi; küresel ölçekte deprem tahmin çalışmalarına ve erken uyarı sistemlerinin geliştirilmesine katkı sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Fay Hattı, Deprem Öncül İşaretleri, Afetzede, Yüz-Yüze Anket Tekniği**ABSTRACT**

The effects of physical changes on the nature of the accumulated tension around the fault lines may allow us to forecast the destructive earthquakes a few hours or a few days before. The short time before an earthquake is enough to minimize the loss of life and property. The earthquake prediction studies are related to the time, the location and the magnitude. The forecasting studies on the earthquake precursors signs are not also sufficient. In contrast, some scientific studies have proven the authenticity of the such findings. The observations about the unusual behaviors of the nature shortly before the earthquake came back to reconsider with the developing technology after the 1960s. The signs are such as atmospheric changes, unusual living creatures' behaviors, earthquake lights etc. In this study, it is to compile statistically data set about the early signs, which are the abnormal changes on the nature and living things before destructive earthquakes, using

the face-to-face questionnaire technique on subjects. In the survey study conducted with the disaster victims of 24 January 2020 Elazig Earthquake, 89 questionnaires within the limits of reliability are evaluated. Also, the relations between the precursors signs and the anomalies observed before the earthquake have been tried to prove using data-set from the previous studies. According to the survey results, the extraordinary observations about the nature, local creatures and electronic devices, which are 23 cases of nervousness, 17 cases of anxiety, 17 cases of insomnia among to disaster victims, 31 cases of bird screaming, 21 cases of dog barking, 61 cases of misty setting sun, 35 cases of abnormal color changes in the sky, 64 cases of foggy weather, 47 cases of sudden temperature changes, 27 cases of electricity grid problems and 20 cases of breakdowns in electronic devices for no reason, respectively. As a result, it seems that the nature alerts to us in many ways in a few weeks or a few days before the earthquakes as in Elazig. Accordingly, to record the abnormalities observed on a local scale as early signs of earthquakes is going to contribute to the earthquake prediction studies and the development of early warning systems on a global scale.

Keywords: Fault Line, Earthquake Precursor Signs, Disaster Victim, Face-to-Face Questionnaire Technique

PROCEEDINGS BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

REMOVAL OF REACTIVE RED 239 DYE WITH FENTON AND PHOTO-FENTON OXIDATION**Deniz İzlen ÇİFÇİ**

Tekirdağ Namık Kemal University, Çorlu Faculty of Engineering, ORCID No: 0000-0001-7527-6130

ABSTRACT

In this study, removal of RR239 dye used in the textile industry was investigated by Fenton and Photo-Fenton oxidation processes. In Fenton oxidation, the effect of Fe^{2+} and H_2O_2 concentration on RR239 dye removal was investigated and the optimal $\text{Fe}^{2+}/\text{H}_2\text{O}_2$ ratio was determined. In Fenton oxidation studies, Jar Test was used and RR239 dye removal experiments were carried out by placing 200 mL of sample in a 600 mL beaker. Photo-Fenton oxidation studies were carried out with an 11 W UV-C (254 nm) lamp by placing 200 mL of sample in a 250 mL cylinder. When the two oxidation processes were compared, RR239 dye removal was 99.0% in 30 minutes at 10/125 $\text{Fe}^{2+}/\text{H}_2\text{O}_2$ ratio and Photo-Fenton oxidation achieved 99.4% in 10 minutes. As a result of the study and kinetic evaluation, dye removal can be achieved in a shorter time with Photo-Fenton oxidation with UV-C light. In addition, when less amounts of Fe^{2+} and H_2O_2 were used ($\text{Fe}^{2+}/\text{H}_2\text{O}_2$ ratio: 1.25/15.625), RR239 dye removal was increased to 90.5% with Photo-Fenton when comparing 48.4% with Fenton oxidation at the end of 60 minutes of oxidation. The RR239 dye removal by Fenton and Photo-Fenton oxidation was found to be more suitable for second order kinetics, and at 200 mg/L dye concentrations, 10 mg/L Fe^{2+} and 125 mg/L H_2O_2 , the k_2 rate constant were 0.0144, and 0.0184 ($(\text{mg/L})^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$), respectively. As a result, it was seen that the RR239 dye removal used in the textile industry was possible with Fenton and Photo-Fenton oxidation processes.

Keywords: Dye removal, Fenton oxidation process, Photo-Fenton oxidation process

1. INTRODUCTION

Azo dyes are widely used in various industries, especially the textile industry, and classical aerobic biological treatment is insufficient to remove the azo dye from wastewater due to their azo bond (Eren and Acar, 2004; Ertugay and Acar, 2013). Azo dyes have the carcinogenic and mutagenic effects on aquatic organisms by being discharged into receiving environments (Ertuğrul and Dönmez, 2009). Therefore, advanced oxidation processes such as Fenton and Photo-Fenton are needed for color removal from wastewater (Tarkwa et al., 2019; Ay et al., 2009). Fenton oxidation is based on the reaction of Fe^{2+} and H_2O_2 in an acidic environment to produce hydroxyl (OH) radicals, and this hydroxyl radical breaks down the resistant organic compounds due to its non-selective and highly oxidizing properties (Gürtekin and Şekerdağ, 2008; Cüce et al., 2018). In the Photo-Fenton oxidation process, Fenton oxidation is performed under UV light, and more hydroxyl radicals are produced with iron ion complexes of UV light (Torrades and García-Montaña, 2014).

The aim of this study is to investigate the color removal, which is a major problem in textile and dye processing industry wastewater using Fenton and Photo-Fenton processes as an advanced oxidation process. For this purpose, the RR239 dye, which is widely used in various industries, was selected and the treatment of RR239 dye using Fenton and Photo-Fenton oxidation was investigated. The effect of Fe^{2+} and H_2O_2 concentration on RR239 dye removal were evaluated in this study and the optimum $\text{Fe}^{2+}/\text{H}_2\text{O}_2$ ratio was determined in Fenton process. Also, kinetic constants in RR239 dye removal were determined in Fenton and Photo-Fenton oxidation studies by reducing the Fe^{2+} and H_2O_2 concentrations in the determined $\text{Fe}^{2+}/\text{H}_2\text{O}_2$ ratio.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. Chemicals

Reactive Red 239 (RR239, Remazol Brilliant Red BS, 150%) dye used in experimental studies was obtained from DyStar. The stock dye solution was prepared as 1 g/L with distilled water and used in the experiments by making the necessary dilution. FeSO₄·7H₂O (Sigma Aldrich Catalog No: 12354) and H₂O₂ (30%, Merck Catalog No: 1.08597) used in Fenton oxidation and Photo-Fenton oxidation studies and H₂SO₄ and NaOH were used to adjust the solution pH.

2.2. Fenton Oxidation Experiments

Fenton oxidation studies were carried out with Jar Test, and studies were performed by placing 200 mL of sample in a 600 mL beaker. In experimental studies, the initial RR239 dye concentration was chosen as 200 mg/L. Fe²⁺ was added into 200 mL dye sample at the desired concentration and pH was adjusted to 3 by using H₂SO₄ with pH meter. After adding the H₂O₂ concentration, the samples are put into Jar Test and It was mixed at a speed of 90 rpm. 2 min. and after 45 rpm 60 min. At the end of the Fenton oxidation, the sample was adjusted to pH 7-8 with NaOH. Fe-containing sludge precipitation was achieved after 30 minutes. After 30 min precipitation, 5 mL of sample was taken, centrifuged at 4000 rpm for 5 minutes and the dye concentration measured with a UV-Vis spectrophotometer.

In the Fenton oxidation studies, the effect of Fe²⁺ concentration on dye removal was investigated by adding different Fe²⁺ concentrations by keeping the H₂O₂ concentration constant. Then, the optimum H₂O₂ concentration was determined by adding different H₂O₂ concentrations at the optimum Fe + 2 concentration. Finally, experimental studies were conducted at the optimum Fe₂₊/H₂O₂ ratio, samples were taken at different oxidation times (0-5-10-15-20-30-40-50-60 minutes) and optimum time was determined and kinetic evaluation was calculated in the study.

2.3. Photo-Fenton Oxidation Experiments

Photo-Fenton oxidation studies were carried out by placing 200 mL of sample in a 250 mL cylinder. After the required Fe²⁺ was added into 200 mL sample, the pH was adjusted to 3. By adding the necessary H₂O₂, the sample was placed in a 250 mL cylinder. Photo-Fenton oxidation studies were carried out at the optimum Fe²⁺/H₂O₂ ratio obtained in the Fenton oxidation study, and samples were taken at different times (0-5-10-15-20-30-40-50-60 min). The samples were adjusted to pH 7-8 with NaOH. Fe-containing sludge precipitation was achieved after 30 minutes. After 30 min precipitation, 5 mL of sample was taken, centrifuged at 4000 rpm for 5 minutes and the dye concentration measured with a UV-Vis spectrophotometer.

2.4. RR239 Dye Concentration and Kinetic Evaluation

The concentration of RR239 dye was determined by UV-Vis Spectrophotometer (Shimadzu UV-2401). The maximum wavelength (λ_{max}) of the dye was 540 nm and the dye removal efficiency was determined by the following expression (Kartal, 2018):

$$\text{Dye Removal Efficiency (\%)} = \frac{C_0 - C_t}{C_0} * 100 \quad (1)$$

Here, C₀ and C_t was initial dye concentrations (mg/L) and dye concentration (mg/L) at the time t. The 1st and 2nd order kinetic expressions used to determine the dye removal kinetics are given below (Karataş et al., 2012):

$$\ln C_t = \ln C_0 - k_1 \cdot t \quad (2)$$

$$\frac{1}{C_t} = \frac{1}{C_0} + k_2 \cdot t \quad (3)$$

Here, k₁ first order kinetic rate constant (min⁻¹) and k₂ second order kinetic rate constant ((mg/L)⁻¹dak⁻¹).

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. RR239 Dye Removal using Fenton Oxidation

In order to determine the effect of Fe^{2+} concentration on RR239 dye removal in Fenton oxidation, studies were performed at different Fe^{2+} concentrations between 0-15 mg/L. RR239 dye removal obtained in experimental studies was given in Figure 1. As can be seen in the figure, as the Fe^{2+} concentration was increased, RR239 dye removal was improved. While RR239 dye removal was 66.2% at 1.25 mg/L Fe^{2+} concentration, when Fe^{2+} concentration was increased to 2.5 mg/L Fe^{2+} concentration, RR239 dye removal enhanced to 88.2%. When the Fe^{2+} concentration was increased from 2.5 mg/L to 10 mg/L, RR239 dye removal continued to increase gradually, reaching the highest RR239 dye removal (99.4%) at 10 mg/L Fe^{2+} concentration. In the study, in the range of 10-15 mg/L Fe^{2+} concentration, RR239 dye removal was achieved around 99%. Therefore, 10 mg/L Fe^{2+} concentration with the highest RR239 dye removal was selected as the most appropriate concentration.

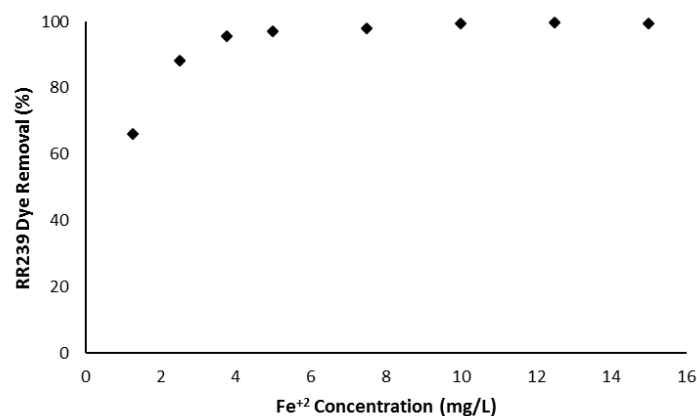


Figure 1. Effect of different Fe^{2+} concentrations on RR239 dye removal in Fenton oxidation (Initial RR239 dye concentration: 200 mg/L, pH: 3, H_2O_2 concentration: 200 mg/L, oxidation time: 60 min)

In order to determine the effect of H_2O_2 concentration on RR239 dye removal in Fenton oxidation, experiments were carried out at different H_2O_2 concentrations between 0-200 mg/L. RR239 dye removal obtained in experimental studies was given in Figure 2. As seen in Figure 2, while RR239 dye removal was 35.7% at 5 mg/L H_2O_2 concentration, RR239 dye removal increased rapidly as the H_2O_2 concentration enhanced. While 98.9% RR239 dye removal was achieved at a H_2O_2 concentration of 125 mg/L, no significant change was observed in dye removal after this value. While the H_2O_2 concentration was 150, 175 and 200 mg/L, RR239 dye removal was 98.8%, 99.2% and 99.4%, respectively. Therefore, 125 mg/L H_2O_2 concentration is considered to be the most appropriate concentration.

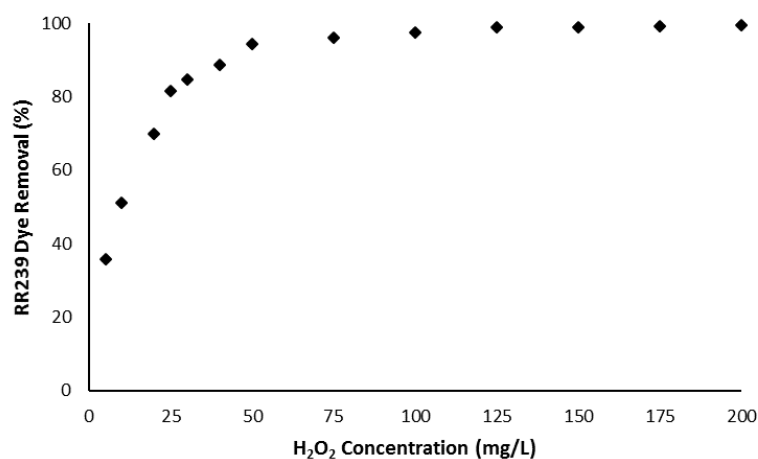


Figure 2. The effect of different H_2O_2 concentrations on RR239 dye removal in Fenton oxidation (Initial RR239 dye concentration: 200 mg/L, pH: 3, Fe^{2+} concentration: 10 mg/L, oxidation time: 60 min)

In studies conducted with different Fe^{2+} and H_2O_2 concentrations, it is seen that the optimal $\text{Fe}^{2+}/\text{H}_2\text{O}_2$ ratio is 10/125 (on concentration basis, mg/L). By keeping this ratio constant, the results of the study were given in Figure 3 by taking samples with different Fe^{2+} and H_2O_2 concentrations at different times. As can be seen in the figure, 98.3% RR239 dye removal was achieved at the end of 20 minutes of oxidation time in $\text{Fe}^{2+}/\text{H}_2\text{O}_2$: 10/125 ratio, while 98.1% RR239 dye was reached after 50 minutes in $\text{Fe}^{2+}/\text{H}_2\text{O}_2$: 7.5/93.75 ratio. A decrease in RR239 dye removal was observed at the ratio of $\text{Fe}^{2+}/\text{H}_2\text{O}_2$: 5/62.5, and after 60 minutes of oxidation, 94.5% RR239 dye removal was achieved at this rate. At the rates of $\text{Fe}^{2+}/\text{H}_2\text{O}_2$: 2.5/31.25 and 1.25/15.625, 74.8% and 48.9% RR239 dye removal was observed at the end of 60 minutes, respectively

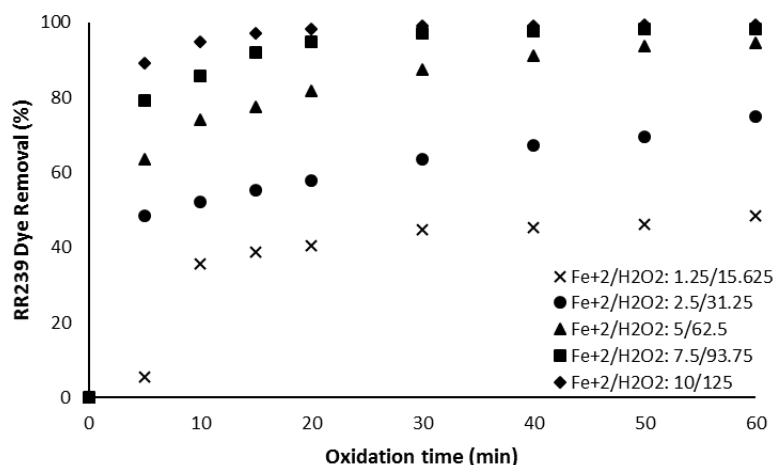


Figure 3. Effect of different H_2O_2 concentrations on RR239 dye removal in Fenton oxidation (Initial RR239 dye concentration: 200 mg/L, pH: 3)

3.2. RR239 Dye Removal using Photo-Fenton Oxidation

Photo-Fenton studies were performed by comparing the best $\text{Fe}^{2+}/\text{H}_2\text{O}_2$ ratio obtained in Fenton studies. RR239 dye removals obtained with 10/125, 5/62.5, 2.5/31.25 and 1.25/15.625 $\text{Fe}^{2+}/\text{H}_2\text{O}_2$ ratios in Photo-Fenton studies were given in Figure 4. As can be seen in the figure, 99.4% RR239 dye removal was achieved in 10 minutes under conditions where $\text{Fe}^{2+}/\text{H}_2\text{O}_2$ ratio was 10/125. In conditions where the $\text{Fe}^{2+}/\text{H}_2\text{O}_2$ ratio were 7.5/93.75, 2.5/31.25 and 1.25/15.625, RR239 dye removal was obtained above 90% at the end of 15 min, 30 min and 40 min oxidation time, respectively. In conditions where the $\text{Fe}^{2+}/\text{H}_2\text{O}_2$ ratio were 7.5/93.75, 2.5/31.25 and 1.25/15.625, RR239 dye removals were 97.4%, 94.0% and 90.5% at 60 minutes oxidation time, respectively.

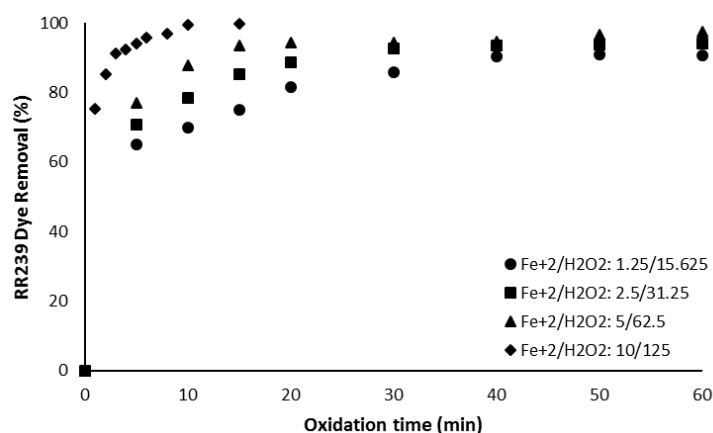


Figure 4. Effect of different $\text{Fe}^{2+}/\text{H}_2\text{O}_2$ ratios on RR239 dye removal in Photo-Fenton oxidation (Initial RR239 dye concentration: 200 mg/L, pH: 3)

3.3. Kinetic Evaluation

RR239 dye removal kinetics were given in Table 1. Kinetic evaluation was made according to the determined $\text{Fe}^{2+}/\text{H}_2\text{O}_2$ ratio. When 1st and 2nd order kinetics were compared, it was seen that RR239 dye removal was more suitable for 2nd order kinetics due to the higher R^2 values.

Table 1. Kinetics constants of RR239 dye removal by Fenton and Photo-Fenton oxidation process

$\text{Fe}^{2+}/\text{H}_2\text{O}_2$	RR239 Dye Removal (%)	k_1 (min^{-1})	R^2	k_2 ($(\text{mg/L})^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$)	R^2
<i>Fenton Oxidation Process</i>					
1,25/15,625	48,4	0,036	0,5404	0,0001	0,5146
2,5/31,25	74,8	0,053	0,5152	0,0003	0,7847
5,0/62,5	94,5	0,100	0,7410	0,0014	0,9785
10/125	99,4	0,234	0,8138	0,0144	0,9858
<i>Photo-Fenton Oxidation Process</i>					
1,25/15,625	90,5	0,096	0,7342	0,001	0,9249
2,5/31,25	94,0	0,125	0,8111	0,0016	0,9040
5,0/62,5	97,4	0,168	0,8403	0,0029	0,9134
10/125	99,4	0,527	0,8088	0,0184	0,9707

$\text{Fe}^{2+}/\text{H}_2\text{O}_2$ 10/125 ratio was the same RR239 dye removal efficiency (99.4%) with Fenton and Photo-Fenton oxidation processes, while k_2 rate constant was increased from $0.0144 (\text{mg/L})^{-1} \cdot \text{day}^{-1}$ to $0.0184 (\text{mg/L})^{-1} \cdot \text{day}^{-1}$ value with UV light. While Fenton oxidation can achieve 99.0% dye removal efficiency in 30 minutes, Photo-Fenton oxidation can achieve 99.4% dye removal efficiency in 10 minutes. While Fenton oxidation could achieved 99.0% dye removal efficiency in 30 minutes, Photo-Fenton oxidation was 99.4% dye removal efficiency in 10 minutes. The difference between the kinetic rate constants obtained by Fenton and Photo-Fenton oxidation was increased with the reduction of Fe^{2+} and H_2O_2 concentration depending on the ratio. The highest difference was $\text{Fe}^{2+}/\text{H}_2\text{O}_2$ at the ratio of 1.25/15.625, and k_2 rate constants obtained by Fenton and Photo-Fenton oxidation were calculated as 0.0001 and 0.001 $(\text{mg/L})^{-1} \cdot \text{day}^{-1}$, respectively. In addition, after 60 minutes of oxidation, RR239 dye removal was reached to 90.5% with Photo-Fenton oxidation, while RR239 dye removal decreased to 48.4% with Fenton oxidation.

4. CONCLUSION

In this study, the treatment of RR239 dye, which is widely used in the dye and textile industry and is difficult to biologically degradable, was investigated by Fenton and Photo-Fenton oxidation processes. In the study, it was determined that the optimal $\text{Fe}^{2+}/\text{H}_2\text{O}_2$ 10/125 for 200 mg/L dye concentration in Fenton oxidation. With this ratio, 99.0% RR239 dye removal can be achieved in 30 minutes of oxidation time. When Photo-Fenton oxidation was performed with UVC light, compared to Fenton oxidation, the oxidation time was decreased from 30 minutes to 10 minutes at high Fe^{2+} and H_2O_2 concentrations ($\text{Fe}^{2+}/\text{H}_2\text{O}_2$ ratio: 10/125), while at low Fe^{2+} and H_2O_2 concentrations ($\text{Fe}^{2+}/\text{H}_2\text{O}_2$ ratio: 1.25/15.625), RR239 dye removal could increased from 48.4% to 90.5%. Studies show that dyes that are difficult to biologically treat can be treated with Fenton and Photo-Fenton oxidation processes.

REFERENCES

- Ay, F., Çokay Çatalkaya, E., Kargı, F., (2009). A Statistical Experiment Design Approach for Advanced Oxidation of Direct Red Azo-dye by Photo-Fenton Treatment. *Journal of Hazardous Materials*, 162: 230-236.
- Cüce, H., Yakut, Ş.M., Özak, E., (2018). Halı Yıkama Atıksularının İleri Oksidasyon Prosesi İle Arıtımı, *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 7(2): 339-348.
- Eren, Z., Acar, F.N., (2004). Uçucu Kül Adsorpsiyonu ile Reaktif Boya Giderimi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 10(2): 253-258.

- Ertuğrul, S., Dönmez, G., (2009). Tekstil Atıksuyu Kaynaklı Bakterilerin Boya ve Boyar Madde Arıtımında Kullanımı. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 2(1): 75-82.
- Ertugay, N., Acar, F.N., (2013). Sonokatalitik Oksidasyon ile Direct Blue 71 Azo Boyasının Renk Giderimi. *İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 3(1): 55-60.
- Gürtekin, E., Şekerdağ, N., Fenton Prosesi ile Tekstil Atıksularından Renk Giderimi. *Sigma Journal of Engineering and Natural Sciences*, 26(3): 216-226.
- Karataş, M., Argun, Y.A., Argun, M.E., (2012). Decolorization of Antraquinonic Dye, Reactive Blue 114 from Synthetic Wastewater by Fenton Process: Kinetics and Thermodynamics. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 18: 1058-1062.
- Kartal, Ö.E., (2018). Decolorization of Reactive Red 239 Via Heat Activated Persulfate. *American Journal of Physical Chemistry*, 7(3): 45-49.
- Tarkwa, J.-B., Oturan, N., Acayanka, E., Laminsi, S., Oturan, M.A., (2019). Photo-Fenton Oxidation of Orange G Azo Dye: Process Optimization and Mineralization Mechanism. *Environmental Chemistry Letters*, 17: 473-479.
- Torrades, F., García-Montaño, J., (2014). Using Central Composite Experimental Design to Optimize the Degradation of Real Dye Wastewater by Fenton and Photo-Fenton Reactions. *Dyes and Pigments*, 100: 184-189.

PROCEEDINGS BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

INVESTIGATION OF THE FILTER COFFEE WASTE USABILITY AS AN ADSORBENT FOR DYE REMOVAL**Deniz İzlen ÇİFÇİ**

Tekirdağ Namık Kemal University, Çorlu Faculty of Engineering, ORCID No: 0000-0001-7527-6130

ABSTRACT

Today, with the increase in filter coffee consumption, the amount of used filter coffee waste also increases. Therefore, the use of these filter coffee wastes for different purposes becomes important. In this study, the usability of used filter coffee waste as an adsorbent material in the adsorption process was investigated and for this purpose, the removal of methylene blue dye by adsorption was investigated. The coffee waste used in the study was of Kenya origin and was collected from a boutique cafe located in the Çorlu/Tekirdağ. The used filter coffee wastes were washed with distilled water before being used in adsorption studies and then they were decolorized by boiling in water. Then, the filter coffee wastes were dried at 105 °C for about 1 day. Adsorption experiments were performed with a shaker (Nüve SL350) with a speed of 150 rpm by placing 100 mL of dye solution into a 250 mL flask. Experimental studies have 6 different pH (3, 4, 5, 6, 7 and 9) values and 5 different adsorbent amounts (0.1 g, 0.2 g, 0.4 g, 0.5 g and 0.6 g of coffee waste) and the effect of pH and the amount of adsorbent on methylene blue dye removal was determined. As a result of the studies, it has been observed that when the pH value was increased from 3 to pH 7, the removal of methylene blue dye gradually increased and it partially decreases at pH 9. It was determined that when the amount of adsorbent was increased from 0.1 g to 0.2 g, the methylene blue removal increased from 83.0% to 89.8% (at pH 7). As a result of the examination of Langmuir and Freundlich adsorption isotherms, it was determined that methylene blue dye adsorption with used filter coffee waste were more suitable for Freundlich isotherm and the adsorption was multi-layered and heterogeneous. As a result, it has been found that it is appropriate to use the used coffee waste as adsorbent material for methylene blue dye removal.

Keywords: Dye removal, Fenton oxidation process, Photo-Fenton oxidation process**1. INTRODUCTION**

The adsorption process is a widely used method in dye removal due to the economical and simple process (Ceyhan and Baytar, 2018). It is important that the adsorbent used in the adsorption process should be an economical, easily obtained, non-toxic material, and therefore the use of various waste and cheap materials as adsorbents are investigated in lots of studies (Bayar, 2018; Gürkan and Çoruh, 2012).

Coffee, one of the products with the largest trade share, is also increasing in consumption (Kaya ve Toker, 2019). It is important to evaluate the coffee waste since it is stated that approximately 700 tons of filter coffee is consumed annually in our country, (Karaman et al., 2019). Studies have revealed that various coffee wastes are used as adsorbent material in the adsorption process to provide dye removal (Franca et al., 2009; Lafi et al., 2014; Nitayaphat et al., 2015).

The aim of this study is to investigate the use of filter coffee wastes as an adsorbent material for dye removal in wastewater. For this purpose, the basic dye methylene blue dye was selected and dye removal was investigated. The effect of pH and amount of adsorbent on methylene blue removal was investigated by using filter coffee waste as adsorbent in the adsorption process

2. MATERIAL AND METHODS

2.1. Chemicals

The methylene blue (MB) dye (Cat No: 1.05045.0100) used in the experimental studies was obtained from Merck. The dye stock dye solution was prepared as 100 mg/L with distilled water and used in the experiments by making the necessary dilution. In the studies, H₂SO₄ and NaOH were used to adjust the solution pH.

2.2. Preparation of Coffee Waste

The coffee waste used in the study was collected from a boutique cafe located in the Çorlu/Tekirdağ. The used filter coffee wastes were washed with distilled water before being used in adsorption studies and then they were decolorized by boiling in water. Then, the filter coffee wastes were kept at 105 °C for about 1 day and dried.

2.3. Adsorption Experiments

Adsorption experiments were performed with a shaker (Nüve SL350) with a speed of 150 rpm by placing 100 mL of dye solution into a 250 mL flask. The initial methylene blue concentration was adjusted to 50 mg/L. Adsorption studies were carried out at 6 different pH values (3, 4, 5, 6, 7 and 9) by keeping the amount of adsorbent constant. After 5 different adsorbent amount as 0.1 g, 0.2 g, 0.4 g, 0.5 g and 0.6 g of coffee waste were used for determining the effect of the amount of adsorbent. The pH values were adjusted with H₂SO₄ and NaOH solution. The adsorption time was selected for 1 hour and the samples taken after the adsorption experiment were centrifuged at 4000 rpm for 5 minutes and then measured by UV-VIS spectrophotometer (Shimadzu UV2401). The maximum wavelength (λ_{max}) of the methylene blue dye was 664 nm and the dye removal efficiency was determined by the following expression:

$$Dye\ Removal\ (\%) = \frac{C_0 - C_t}{C_0} * 100 \quad (1)$$

Here C₀ and C_t are the dye concentrations (mg/L) at initial and t time.

3. RESULTS AND DISCUSSIONS

3.1. MB Removal using Filter Coffee Waste

In the adsorption process, pH is important as it changes the surface charges of the adsorbent, and it is stated that ion exchange can be effective in the adsorption of methylene blue a cationic dye (Kaykıoğlu ve Dalmış, 2020). The MB removal using adsorption process with filter coffee waste was given in Figure 1. As the solution pH increased, MB dye removal increased and the highest MB removal was achieved at pH 7. When the solution pH was increased from 7 to 9, a decrease in the MB dye removal was observed. In the adsorption studies when 0.1 g of coffee waste was used, 35.34%, 55.31%, 69.68%, 74.55%, 82.96% and 75.39% MB removal was obtained at pH 3, 4, 5, 6, 7 and 9, respectively. When coffee waste was increased to 0.6 g, MB removal was enhanced to 58.08%, 83.02%, 89.58%, 91.36%, 92.22% and 91.66% at pH 3, 4, 5, 6, 7 and 9, respectively. When the effect of the adsorbent amount on methylene blue dye removal in adsorption studies with coffee waste was examined, an increase in MB dye removal was observed as the adsorbent amount increased from 0.1 g to 0.6 g under acidic conditions (pH 3-5). Although MB dye removal increased with increasing the amount of coffee waste from 0.1 g to 0.5 g, , no significant change was observed in MB dye removal at 0.6 g of adsorbent at pH 7. When the solution pH was 7, MB dye removal obtained as 82.96%, 89.79%, and 90,09, 92,93% and 92,22% at the adsorbent amounts of 0.1 g, 0.2 g, 0.4 g, 0.5 g and 0.6 g of coffee waste, respectively.

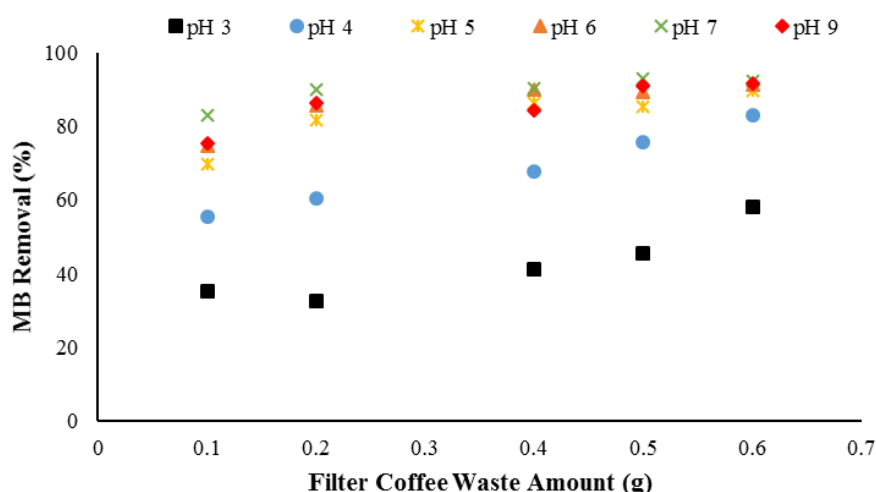


Figure 1. The effect of pH and coffee waste adsorbent amounts on MB dye removal (Initial MB dye concentration: 50 mg/L, adsorption time: 60 min)

When the effect of pH on MB dye removal was examined in adsorption studies using coffee waste, it was seen that the lowest dye removal was in acidic conditions (pH 3). It was observed that as the pH value of the solution increased from pH 3 to pH 4 and pH 5, the dye removal of MB increased. The pH_{pzc} of filter coffee waste was calculated to be 4.8 in this study. When $pH > pH_{pzc}$, the surface of the filter coffee waste was negatively charged and it was stated that it was suitable for the removal of positively charged i.e. cationic dyes (Jawad et al., 2018). Since MB dye was cationic, MB dye removal will be high at pH values above pH 4.8. This was also compatible with methylene blue adsorption studies, methylene blue dye removal is lower than at pH 3 and pH 4.

Methylene blue adsorption capacities (q , mg/g) obtained at different pH values and adsorbent amounts are given in Table 1. In the studies, the highest methylene blue removal was obtained at pH 7 and the amount of 0.5 g filter coffee waste (for 100 mL solution). From the Table 1, it was seen that the highest methylene blue adsorption capacity was 9.29 mg/g at pH 7 and 0.5 g coffee waste.

Table 1. Methylene blue adsorption capacities (mg/g) obtained at different solution pH and coffee waste amounts (Initial methylene blue dye concentration: 50 mg/L, adsorption time: 60 min)

pH	Coffee Waste Amount				
	0,1 g	0,2 g	0,4 g	0,5 g	0,6 g
3	3,53	3,25	4,12	4,55	5,81
4	5,53	6,03	6,77	7,55	8,30
5	6,97	8,16	8,64	8,53	8,96
6	7,46	8,55	8,99	8,92	9,14
7	8,30	8,98	9,01	9,29	9,22
9	7,54	8,61	8,42	9,10	9,17

3.2. Adsorption Isotherms

Langmuir and Freundlich Isotherm were used as adsorption isotherms and were calculated according to the formulas below (Çelik Okumuş and Doğan, 2019):

$$\text{Langmuir Isotherm: } \frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{k_L q_m} + \frac{C_e}{q_m}$$

$$\text{Freundlich Isotherm: } \ln q_e = \ln K_F + \frac{1}{n} \ln C_e$$

In Langmuir Isotherm, q_m was the maximum adsorption capacity (mg/g), C_e was the equilibrium concentration of the methylene blue dye (mg/L), q_e was the adsorption capacity at equilibrium (mg/g), K_L was the Langmuir constant. In Freundlich Isotherm, K_F was the adsorption capacity and n was the density constant.

The adsorption isotherms were calculated at pH 7 and 0.5 g filter coffee waste (for 100 mL solution) between 10, 20, 30, 40, 50, 60. and 70 mg/L initial MB concentration. Langmuir Isotherm was given in Figure 2 and Freundlich Isotherm was given in Figure 3. As can be seen from the figures, the correlation coefficient (R^2) of the Langmuir Isotherm was 0.9674 and the correlation coefficient (R^2) of the Freundlich Isotherm was 0.9917. Since the correlation coefficient (R^2) of the Freundlich Isotherm curve was higher than the correlation coefficient (R^2) of the Langmuir Isotherm, it was observed that the adsorption of MB dye with filter coffee waste was more suitable for Freundlich Isotherm.

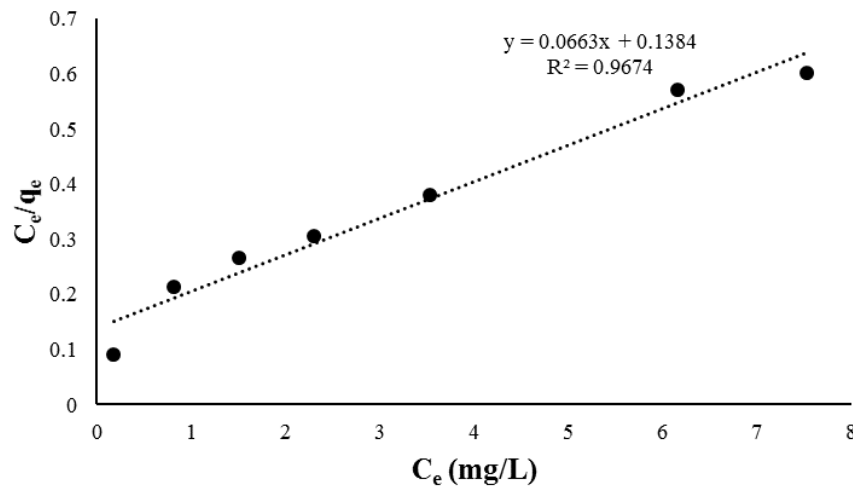


Figure 2. Langmuir Isotherm in MB dye adsorption (pH: 7, amount of coffee waste: 0.5 g, adsorption time: 60 min)

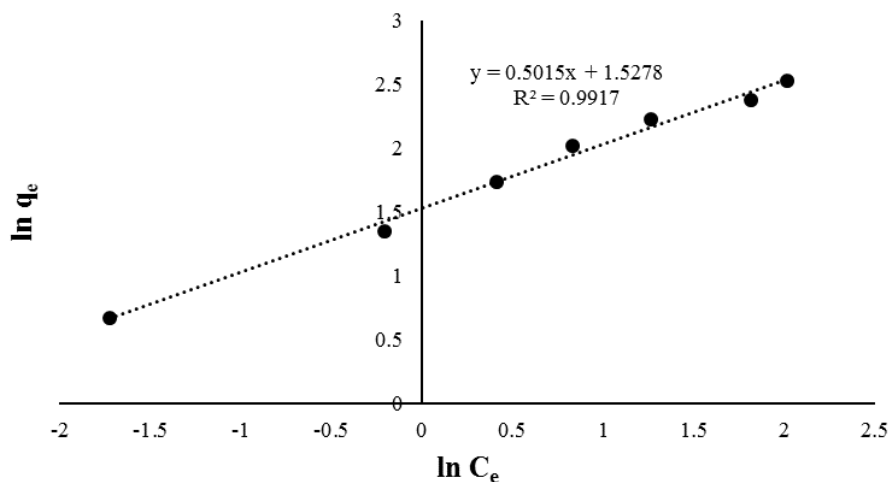


Figure 3. Freundlich Isotherm in MB dye adsorption (pH: 7, amount of coffee waste: 0.5 g, adsorption time: 60 min)

Langmuir and Freundlich Isotherm parameters are given in Table 2. In the Freundlich Isotherm, if n value is 1, it indicates that the process is linear, and at $n < 1$ and $n > 1$, the process is chemical and physical, respectively (Çelik Okumuş and Doğan, 2019; Gündüz and Bayrak, 2017). It was seen that the process was physical since $n = 1.99$ in methylene blue adsorption with filter coffee waste.

Table 2. Langmuir and Freundlich Isotherm parameters in the adsorption of methylene blue dye with filter coffee waste (pH: 7, coffee waste amount: 0.5 g, adsorption time: 60 min)

Langmuir Isotherm		Freundlich Isotherm	
q_{max}	15.1	n	1.99
K_L	0.455	K_F	4.608
R^2	0.9674	R^2	0.9917

4. CONCLUSIONS

In this study, the use of filter coffee waste as an adsorbent for MB dye removal was investigated. As a result of the study, the highest MB removal was obtained at pH 7 using filter coffee waste. As the amount of filter coffee waste increased, MB removal increased, when using 0.6 g of filter coffee waste at pH 7, 92.2% MB removal and 9.29 mg/g methylene blue adsorption capacity were obtained. When the isotherms of the adsorption process were examined, it was determined that the adsorption of filter coffee waste and methylene blue was more suitable for Freundlich Isotherm and the adsorption was multilayer and heterogeneous using coffee waste as the adsorbent. As a result, it has been seen that use filter coffee waste as an adsorbent material would be a convenient and economical way to remove cationic dye such as MB.

REFERENCES

- Bayar S., Metilen mavisinin doğal kil üzerine adsorpsiyonu, Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 8(2), 264-272, 2018.
- Ceyhan A.A., Baytar O., Metilen mavisinin magnetik NiFe₂O₄/aktif karbon nanokompoziti ile adsorpsiyonu: Kinetik ve izoterm, Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim ve Teknoloji Dergisi, 6(2), 227-241, 2018.
- Franca A.S., Oliveira L.S., Ferreira M.E., Kinetics and equilibrium studies of methylene blue adsorption by spent coffee grounds, Desalination, 249(1), 267-272, 2009.
- Gündüz, F., Bayrak, B., Biosorption of malachite green from an aqueous solution using pomegranate peel: Equilibrium modelling, kinetic and thermodynamic studies, Journal of Molecular Liquids, 243, 790-798, 2017.
- Gürkan E., Çoruh S., Tekstil atıksularının arıtılmasında atık döküm kumlarının kullanımı, Tarih Kültür ve Sanat Araştırmaları Dergisi, 1(4), 531-544, 2012.
- Jawada A.H., Waheeb A.S., Abd Rashid R., Nawawi W.I., Yousif E., Equilibrium isotherms, kinetics, and thermodynamics studies of methylene blue adsorption on pomegranate (*Punica granatum*) peels as a natural low-cost biosorbent, Desalination and Water Treatment, 105, 322-331, 2018.
- Karaman N., Kılıç A., Avcıkurt C., Tüketicilerin kahve kafeleri ziyaret eğilimlerinin ve değişen kahve tüketim alışkanlıklarının belirlenmesi: Geleneksel türk kahvesi üzerine bir araştırma, Türk Turizm Araştırmaları Dergisi, 3(3), 612-632, 2019.
- Kaya, S. Toker, Kahve tüketim alışkanlıklarının incelenmesi: İstanbul örneği, International Journal of Economics, Politics, Humanities & Social Sciences, 2(3), 146-164, 2019.
- Kaykıoğlu G., Dalmış İ.S., Piroliz uygulanmış çeltik sapları ile sulu çözeltilerden renk giderimi, Doğal Afetler ve Çevre Dergisi, 6(1), 37-48, 2020.
- Lafi R., ben Fradj A., Hafiane A., Hameed B.H., Coffee waste as potential adsorbent for the removal of basic dyes from aqueous solution, Korean Journal of Chemical Engineering, 31(12), 2198-2206, 2014.
- Nitayaphat W., Jintakosol T., Engkaseth K., Wanrakakit Y., Removal of methylene blue from aqueous solution by coffee residues, Chiang Mai Journal of Science, 42(2), 407-416, 2015.

Okumuş Z.Ç., Doğan T.H., Biyodizeldeki suyun reçine ile uzaklaştırılması: Adsorpsiyon izotermi, kinetiği ve termodinamik incelemesi, Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, 15, 561-570, 2019.

PROCEEDINGS BOOKby ISPEC Publishing House/ ISBN: 978-625-7720-06-9

ESTUDIO PARA DETERMINAR LA CALIDAD DEL AGUA DE POZO, MEDIANTE LOS PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS EN LA COMUNIDAD DE MIRAMAR, PROVINCIA DE COLÓN¹

STUDY TO DETERMINE WELL WATER QUALITY, THROUGH PHYSICAL, CHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL PARAMETERS IN THE COMMUNITY OF MIRAMAR, PROVINCE OF COLÓN

Tancy Silvera¹, John Michael Coatney¹, Jorlanys Cordoba¹, Ariel Grey¹, Zöhre Kurt²¹Universidad Tecnológica de Panamá (UTP);²Middle East Technical University, Turkey),

Summary The main objective of this investigation is to determine the well water quality in Miramar and the water quality of the Zaino River in Miramar.

Three trips were carried out to Miramar, one exploratory trip to carry out a survey and two trips to collect water samples from different strategic points for a community water analysis; 12 tests were done to the water samples which were: pH, temperature, phosphate, nitrate, turbidity, conductivity, salinity, dissolved oxygen, biochemical demand for oxygen, total coliform, fecal coliform, and fecal enterococcus. We were able to determine a water quality index for the sampling points like the river and the well from the obtained values from the lab. Our results were that the water quality is quite poor for the river and the well water is normal. The sampled water from the homes and schools was compared to the current potable water law providing an unfavorable result since there is evidence that the water is contaminated with E. Coli bacteria. The selected parameters were pH, phosphate, turbidity, conductivity, and E. Coli as the principal parameters for the river analysis. They were compared among both samples and the showed a variability of significance. We arrived at the conclusion that the well water that the community consumes is contaminated and therefore it can make people sick after consumption. It was also concluded that the river is not apt for recreational activities according to national norms

Keywords: Parameters, Quality, Water

ABSTRACT: This section provides a sample of an abstract and keywords which conform to the formatting guidelines for RIC.

1. INTRODUCTION

Water is a fundamental part of life for Earth's organisms.

The protection of freshwater quality is crucial for the storage of potable water, food production, and recreation. Water quality can be exposed to the presence of infectious agents, toxic chemical products, or radiation.

Currently approximately 4 billion people around the world lack Access to basic sanitation, like bathrooms and latrines, which leads to 80% of residual water to end up in rivers and oceans without any form of treatment, which leads to contamination. This causes around 1000 children to die every day due to illnesses with diarrhea like symptoms associated with the lack of hygiene. Contaminated water and lack of sanitation also causes diseases such as cholera, dysentery, hepatitis A, typhoid fever, and poliomyelitis. Inexistent, insufficient, or

¹ This work has been supported by SENACYT via project IOMA17-010 and ZK was partially supported by Sistema Nacional de Investigadores de Panama (SNI)

improperly managed water services and sanitation expose the population to preventable health risks (UNICEF & OMS, 2019).

The rainfall in Panama is characterized as being intense and short-lived bursts, even though often very little to no precipitation can be observed in some areas during the rainy season. On the Pacific side there is an extended and unique rainy season that begins near the end of April or beginning of May and persists until the middle or end of November; in some areas in the continental divide mountain range the rainy season can last even longer. The dry season begins in December and ends by the end of April and is characterized by a complete absence of rain. However, in the coastal plains on the Caribbean side, a different seasonal pattern takes place, highlighted by a uniformity of rainfall throughout the entire year (ETESA, 1999).

In this investigation we are focused on determining the water quality in the region of Colón. We have placed a special interest in the water supply of the Santa Isabel district, specifically in the community of Miramar through the underground wells that are found there, both public and private wells. In summary, the research will estimate the water quality, evaluate the contamination treatment methods, develop techniques to maintain a good water quality, and educate the community and contributors to the contamination to change their behavior so that good quality water remains sustainable for the entire community. This project could be utilized as an example for other communities that want to obtain good quality water in a sustainable way.

In the following work water sampling trips were carried out in the town of Miramar in the district of Santa Isabel, county of Miramar.

Strategic points were chosen to lead us to a conclusion about the water quality in residential homes and schools, from the well that supplies the community with water and the Zaino River known by the townspeople as the Miramar River.

The first field trip was carried out to select different sampling points in the county of Miramar taking accessibility, time, and distance between points into account and examination of the area in general.

1.1 IMPORTANCE OF WATER FOR THE HUMAN BEING

Water is essential for life. The portion of freshwater that exists on Earth is conditioned, and its quality is subject to a constant force. Protection of freshwater quality is crucial for the storage of potable water. Food production and recreation. Water quality can be exposed to the presence of infectious agents, toxic chemical products, or radiation (World Health Organization, 2017).

Uncontaminated water and accessible to all are a fundamental part to the world in which we all want to live. Nevertheless, 3 out of 10 people lack access to safe, potable water and 6 out of 10 lack access to properly managed sanitation establishments. Currently the distribution of water is not enough and by 2050 it is expected that 25% of the population will live in a country affected by a grave and frequent insolvency of freshwater. Between 1990 and 2015, the symmetry of the world population that managed an improved potable water source passed from 76% to 90%. Drought affects many countries especially the poorest countries of the world, and it also increases hunger and malnutrition. This lack of water resources, together with the poor water quality and inadequate sanitation affect food security, subsistence methods and education opportunities for poor families around the world. Favorably there have been some advances in the last decade and more than 90% of the

world population has access to better potable water sources. At least 892 million people continue the bad practice of open-air defecation, and in most of the countries with a lack of water women and girls are those delegated to collect it in 80% of the homes without water access. Water scarcity affects more than 40% of the world population and it is believed that thus percentage will increase given that 1.7 billion people currently live in watersheds where the consumption of water is more than it can regenerate. Currently approximately 4 billion people around the world lack Access to basic sanitation, like bathrooms and latrines, which leads to 80% of residual water to end up in rivers and oceans without any form of treatment, which leads to contamination. This causes around 1000 children to die every day due to illnesses with diarrhea like symptoms associated with the lack of hygiene. Contaminated water and lack of sanitation also causes diseases such as cholera, dysentery, hepatitis A, typhoid fever, and poliomyelitis (UNICEF & OMS, 2019).

JUSTIFICATION

Colón continues to be one of the hardest fought provinces in obtaining access to good quality water that is consistent and safe. Plus, water does not tend to regularly arrive in homes in the rural areas. This situation diminishes the quality of life and health in these communities. Consequently, there exists an increase in the amount illnesses originating from waterborne disease. Additionally, Colón possesses an expansion of their population, due to which it is confronting an increase in agricultural activities and an increasing demand of water sources for human consumption. All these reasons together make not only the analysis of the water sources important, but also the multidisciplinary approach of integral solutions. This is how we can guarantee sustainable access to quality water. This research proposal, we want to establish a monitoring system on water quality to determine some parameters that we are going to verify contaminants explained in the national regulations and other elements that still were not regulated by national norms. Furthermore, our project integrates a risk evaluation and an educational program to raise awareness and teach community members from the district of Santa Isabel, Colón to analyze and maintain their potable water to prevent future contamination. The project's results will provide a reference base for water contamination in general. Our results will be presented to actors and authorities of local, regional, and national water sources, to influence legislation about the material. With the development of our study we are convinced that we will create contamination preventative techniques for the water sources and this way supply sustainable potable water to improve the health and quality of life of the community.

GENERAL OBJECTIVE

Evaluate the water quality of the Wells in the community of Miramar in the Santa Isabel district in Colón.

SPECIFIC OBJECTIVES

1. Determine water quality in wells that are used to supply water potable water in the Miramar community of the Santa Isabel district.
2. Determine the types of contaminants in well water in Santa Isabel, Colón.
3. Determine the water quality index, utilizing the results of physical, chemical, and microbiological analysis obtained in the zone of the study.
4. Determine the vulnerability and risk index for the population, utilizing the physical, chemical, and microbiological quality results obtained in the zone of the study.

Methodology

In this investigation we are focused on determining the water quality in the region of Colón. We have placed a special interest in the water supply of the Santa Isabel district, specifically in the community of Miramar through the underground wells that are found there, both public and private wells. In summary, the research will estimate the water quality, evaluate the contamination treatment methods, develop techniques to maintain a good water quality, and educate the community and contributors to the contamination to change their behavior so that good quality water remains sustainable for the entire community. This project could be utilized as an example for other communities that want to obtain good quality water in a sustainable way.

To determine the water quality, we would need to rate the biological demand of oxygen, the pH, the temperature, and the fecal and total coliforms. Another factor that we should take into account is saline intrusion, given that Santa Isabel is a marine-coastal zone, therefore, the aquifers that provide water to the wells enter into contact with the sea when the extraction levels overcome the recharge capacity of said aquifers, this is in front of a scene of overexploitation of a water source, that is to say, where the extraction overcomes the recharge capacity of the aquifer.

DESCRIPTION OF THE UTILIZED METHODOLOGY

The first field trip was carried out to select different sampling points in the county of Miramar taking accessibility, time, and distance between points into account and examination of the area in general.

Four samples were done, the samples corresponding to two for the dry season and two for the rainy season. Doing this once every month for five months; starting in December 2019 and ending in April 2020. Samples

were taken from the well in Miramar, the Miramar River (upstream, downstream, and at the mouth of the river), three houses in the community, the primary school, and the spring box. Next, each one of the selected sampling sites are mentioned with their respective acronym to identify them:

TE1: Miramar River (Bridge 1)

TE2: Miramar Well

TE3: Miramar River Mouth

TE4: Miramar River Upstream

TE5: Miramar River (Bridge 2)

TE6: House 1

TE7: House 2

TE8: House 3 (AGUAS ARRIBA)

TE9: Miramar School

TE10: Miramar Springbox

The tests were carried out during workdays (Wednesday or Thursday), such as is shown in the following graph with the hours of collection for each study site. The physicochemical and microbiological analyses were done in the lab of the Technological University of Panama, in the Civil Engineering faculty wing of the school.

WATER QUALITY DEFINITION

Water Quality.

It is an element that directly transgresses the health of ecosystems and human well-being: many factors depend on it like the economy and diet, among others. Therefore, the water quality is a determining factor in the wealth of a country (EcuRed, 2015).

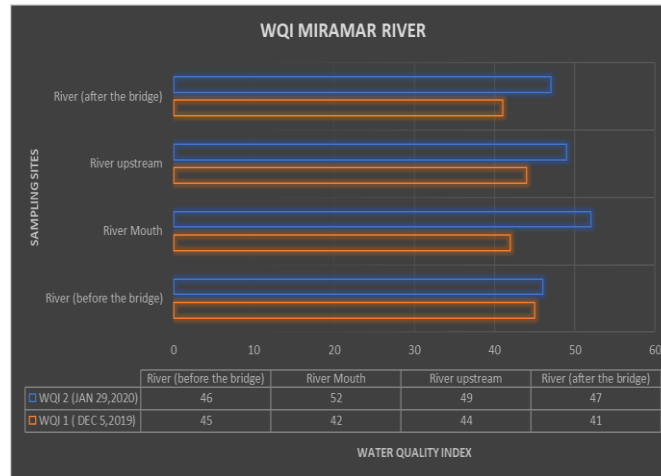
Water Quality According to the WHO

The potable water quality is a question that is worrisome in every country, both developed and developing, due to its repercussion in the health of a population. Health and water quality are fundamental for development and human well-being. Supplying healthy water access is one of the most efficient tools for health promotion and poverty reduction. As an international authority on all things public health and water quality, the WHO directs its worldwide efforts to prevent the transmission of waterborne disease (World Health Organization, 2017).

METHODOLOGY FOR THE WQI ANALYSIS

The water quality index (WQI) summarizes and simplifies, in one unique number value, the accumulation of available information about water quality (Caho-Rodríguez & López-Barrera, 2017).

1. Results and Discussion

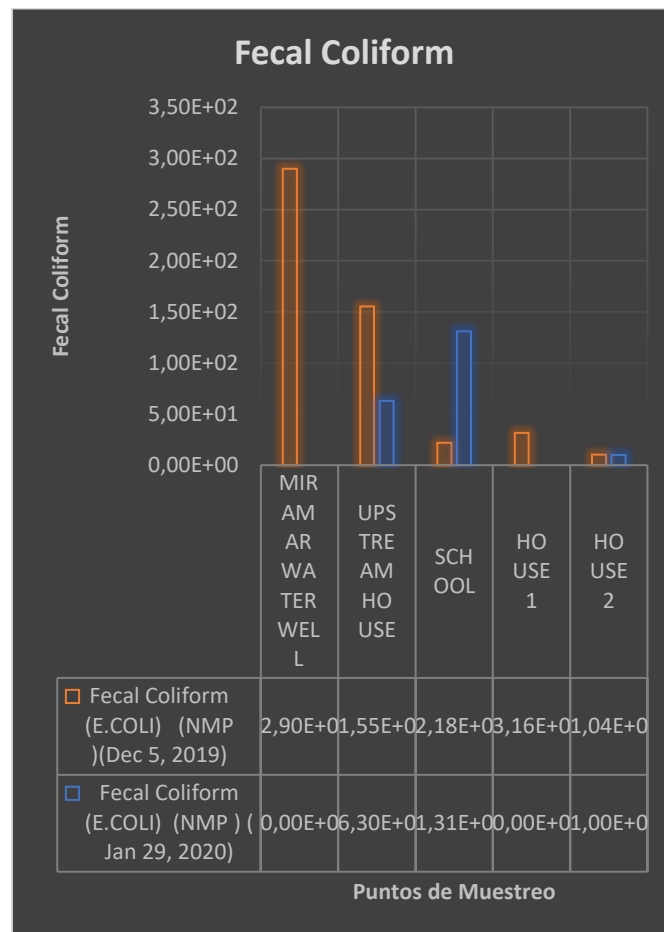


Sampling sites	Average	Interpretation
River (before the bridge)	45,5	Bad
River Mouth	47	Bad
River upstream	46,5	Bad
River (after the bridge)	44	Bad

The river water has a water quality in the range of poor, therefore, according to recommendations on the use of surface water bodies for different activities are the following:

- Public Supply: Doubtful
- General Recreation: Doubtful
- Fishing and aquatic life: There are only very resistant organisms
- Industrial and agricultural: Requires treatment for use in industry
- Navigation: Acceptable

Analysis of the Houses and Water Well



The results obtained were compared with the current drinking water legislation in Panama.

The current legislation is DGNTI-COPANIT 23-395-99, which establishes that drinking water must not contain the presence of colonies of fecal coliforms (*E. coli*). In the Miramar school it is one of the most vulnerable points for this bacterium due to the results in sampling 2 where a large number of colonies were found, the use of this water compromises the health of the students and teachers.

The presence of this bacterium was also found in houses, but in smaller quantities

2. Conclusions

The quality of the water from the Miramar Well is within the regular range according to DGNTI-COPANIT REGULATION 23-395-99, therefore it is hardly potable. According to a survey carried out, a significant percentage of those surveyed affirmed that the water that reaches their homes presents some irregularity either in color, smell or taste and they have opted for the consumption of bottled water, however part of the population consumes the water that reaches their homes. According to the results, the water that reaches homes and schools is contaminated with the *E. Coli* bacteria.

This bacterium is also present in the river like Fecal Enterococci, so according to national and international regulations the limits of these bacteria exceed those established, therefore, the river should not be used for recreational use. The quality of the Miramar river is within the range of poor to terrible, which is why it is not drinkable and there is little life in the river.

The presence of this bacterium can be attributed to various factors such as poor management of wastewater, human settlements near the river, runoff, and the lack of treatment plants.

RECOMMENDATIONS

Considering the results of the water quality indices from the different points of the community the community should be informed about the water quality of the water that comes out of their taps and in the same way an environmental education program, the program should be based in raising awareness among community members in order to have a more sustainable society avoiding the use of plastic bottles that end up contaminating the environment and teach the population about easy household water treatment methods.

THANKS

To the Civil Engineering Faculty at the Universidad Tecnológica de Panamá for allowing us to use the laboratory.

To INDICASAT and SENACYT for providing me all the resources and tools that were necessary to carry out the research process. I would not have been able to arrive at these results had it not been for their unconditional help.

To Yarisel González, for all her support and counseling in the análisis in the laboratory at the Universidad Tecnológica de Panamá.

To Morgan Hess-Holtz, Strategic Development Analyst at Future Scientist for offering her knowledge and support.

To Tomás Salazar, stand-in representative of the county of Miramar for his support and hospitality offered.

REFERENCES

- [1] ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. 2020. AGUA. [ONLINE] AVAILABLE AT: <[HTTPS://WWW.WHO.INT/TOPICS/WATER/ES/](https://www.who.int/topics/water/es/)>
- [2] CALIDAD DEL AGUA - ECURED. RETRIEVED, FROM [HTTPS://WWW.ECURED.CU/CALIDAD DEL AGUA](https://www.ecured.cu/calidad-del-agua).
- [3] ETESA 1999 (ELVIS)
- [4] ETESA 2013 (ELVIS)
- [5] REGLAMENTO DGNTI-COPANIT 23-395-99
- [6] CARLOS ANDRÉS CAHO-RODRÍGUEZ, ELLIE ANNE LÓPEZ-BARRERA (2017). DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA PARA EL SECTOR OCCIDENTAL DEL HUMEDAL TORCA-GUAYMARAL EMPLEANDO LAS METODOLOGÍAS UWQI Y CWQI.