

**IV. ULUSLARARASI
BİLİM VE İNOVASYON KONGRESİ
(INSI 2023)
TAM METİN BİLDİRİ KİTABI**



**IV. INTERNATIONAL
SCIENCE AND INNOVATION CONGRESS
(INSI 2023)
FULL TEXT PROCEEDINGS BOOK**

AĞUSTOS / AUGUST 2023

Kitabın Adı: IV. Uluslararası Bilim ve İnovasyon Kongresi
Tam Metin Bildiri Kitabı

ISBN: 978-605-71214-8-6

Hazırlayanlar: Tolga YÜCEHAN
e-mail: tolgayucehan@gmail.com

Umut SARAY
e-mail: umutsaray@gmail.com

Yayın Tarihi: 04.08.2023

DÜZENLEME KURULU / ORGANIZING COMMITTEES

Düzenleme Kurulu Başkanı / Organizing Committee Chairman

Ph.D.	Cem Cüneyt Eranlı	Sinop University	Co-Chairman
Ph.D.	Uğur Çavdar	İzmir Demokrasi University	Co-Chairman
Ph.D.	Tolga Yücehan	Afyon Kocatepe University	Vice-Chairman

Düzenleme Kurulu Üyeleri / Organizing Committee Members

Ph.D.	Canan Başlak	Selçuk University	Member
Ph.D.	Mohammad Ali Ghorbani	University of Tabriz	Member
Ph.D.	Elif Tezel Eranlı	Sinop University	Member
Ph.D.	Pınar Çavdar	İzmir Demokrasi University	Member
Ph.D.	Sefa Eran Kaya	Tokat Gaziosmanpaşa University	Member
Ph.D.	Dilek Aydemir	Tokat Gaziosmanpaşa University	Member
Ph.D.	Altuğ Çağatay	Tokat Gaziosmanpaşa University	Member
Ph.D.	Atiye Kaş Özdemir	Pamukkale University	Member
Lect.	Celal Altıntaş	Tokat Gaziosmanpaşa University	Member
Lect.	Erdem Kanışlı	Tokat Gaziosmanpaşa University	Member
-	Bahar Terzioğlu		Member
-	Sinem Gülşen		Member

Düzenleme Kurulu Sekreteryası / Organizing Committee Secretariat

Lect.	Umut Saray	Tokat Gaziosmanpaşa University	Secretariat
-------	------------	--------------------------------	-------------

BİLİM KURULU / SCIENTIFIC COMMITTEES

Ph.D.	Cem Cüneyt Ersanlı	Sinop University
Ph.D.	Uğur Çavdar	İzmir Demokrasi University
Ph.D.	Tolga Yücehan	Afyon Kocatepe University
Ph.D.	Mohammad Ali Ghorbani	University of Tabriz
Ph.D.	Mahir Dursun	Gazi University
Ph.D.	Ali Öztürk	Düzce University
Ph.D.	İbrahim Uzun	Kırıkkale University
Ph.D.	Bülent Kurt	Nevşehir Hacı Bektaş Veli University
Ph.D.	Hakan Fehmi Öztop	Fırat University
Ph.D.	Vitaly Koshevyy	Odessa National Maritime Academy
Ph.D.	Serhii Kravchuk	National Technical University of Ukraine
Ph.D.	Márcio R. C. Reis	Federal Institute of Goias
Ph.D.	Munise Didem Demirbaş	Erciyes University
Ph.D.	Doru Vatau	University Politehnica Timisoara
Ph.D.	Igor Nevliudov	Kharkiv National University of Radioelectronics
Ph.D.	Yuriy Danyk	National Defense University of Ukraine
Ph.D.	Rasoul Daneshfaraz	University of Maragheh
Ph.D.	Erkan Afacan	Gazi University
Ph.D.	Aşkın Güngör	Pamukkale University
Ph.D.	Müslüm Cengiz Taplamacıoğlu	Gazi University
Ph.D.	Necmi Taşpınar	Erciyes University
Ph.D.	Mevlida Operta	University of Sarajevo
Ph.D.	Nacima Memic	University of Sarajevo
Ph.D.	Salim A. Messaoudi	King Fahd University of Petroleum and Minerals
Ph.D.	Yousef Nazzal	Zayed University
Ph.D.	Alexey Babushkin	Ural Federal University
Ph.D.	Selma Corbo	University of Sarajevo
Ph.D.	Sabahudin Bajramovic	University of Sarajevo
Ph.D.	Halil İbrahim Oğuz	Nevşehir Hacı Bektaş Veli University
Ph.D.	Fatih Taşpınar	Düzce University
Ph.D.	İsa Navruz	Ankara University
Ph.D.	Cahit Bilim	Mersin University
Ph.D.	Sibel Güneş	Erciyes University
Ph.D.	Jasna Avdic	University of Sarajevo
Ph.D.	Oktay Erdoğan	Pamukkale University
Ph.D.	Michal Váry	Slovak University of Technology
Ph.D.	Özlem Ulukut Çoşkun	Süleyman Demirel University
Ph.D.	Nursel Akçam	Gazi University
Ph.D.	Recep Ekici	Erciyes University
Ph.D.	Suat Sarıdemir	Düzce University
Ph.D.	Fuat Okay	Kocaeli University
Ph.D.	Fatih Polat	Tokat Gaziosmanpaşa University

IV. Uluslararası Bilim ve İnovasyon Kongresi, 27-30 Temmuz 2023, TÜRKİYE
IV. International Science and Innovation Congress, 27-30 July 2023, TURKEY

Ph.D.	Elif Tezel Ersanlı	Sinop University
Ph.D.	Eduard Zharikov	National Technical University of Ukraine
Ph.D.	Sameh Hadouaj	University of Carthage
Ph.D.	Bilal Şenol	İnönü University
Ph.D.	Halil Arslan	Sivas Cumhuriyet University
Ph.D.	Utku Köse	Süleyman Demirel University
Ph.D.	Osman Gökdoğan	Isparta Uygulamalı Bilimler University
Ph.D.	Mehmet Güçyetmez	Ahi Evran University
Ph.D.	Salih Tosun	Düzce University
Ph.D.	Feyza Gürbüz	Erciyes University
Ph.D.	Güllü Kırat	Bozok University
Ph.D.	Selda Kayral	Celal Bayar University
Ph.D.	Ali Yıldız	Bozok University
Ph.D.	Aslıhan Tırnakçı	Nevşehir Hacı Bektaş Veli University
Ph.D.	Esra Özhancı	Nevşehir Hacı Bektaş Veli University
Ph.D.	Meliha Aklıbaşında	Nevşehir Hacı Bektaş Veli University
Ph.D.	Seval Cömertler	Uşak University
Ph.D.	Cem Emeksiz	Tokat Gaziosmanpaşa University
Ph.D.	Hasan Polat	Fırat University
Ph.D.	Soner Buytoz	Fırat University
Ph.D.	Serdar Mercan	Sivas Cumhuriyet University
Ph.D.	Praveen Kumar	Nss College of Engineering
Ph.D.	Emre Kıyak	Anadolu University
Ph.D.	Mustafa Eker	Tokat Gaziosmanpaşa University
Ph.D.	Özer Özdemir	Eskisehir Technical University
Ph.D.	İlhami Karataş	Tokat Gaziosmanpaşa University
Ph.D.	Güngör Çağdaş Dinçel	Aksaray University
Ph.D.	Serkan Yıldırım	Atatürk University
Ph.D.	Bekir Tuncer	Muğla Sıtkı Koçman University
Ph.D.	Haşim Kafalı	Muğla Sıtkı Koçman University
Ph.D.	Gökdeniz Erkan	Muğla Sıtkı Koçman University
Ph.D.	Özlem Toprak	Tokat Gaziosmanpaşa University
Ph.D.	Adem Gölcük	Selçuk University
Ph.D.	İnayet Burcu Toprak	Akdeniz University
Ph.D.	Yılmaz Güven	Kırklareli University
Ph.D.	Nafel Doğdu	Akdeniz University
Ph.D.	Olena Osharovska	Odessa National Academy
Ph.D.	Mariia Skulysh	National Technical University of Ukraine
Ph.D.	Canan Başlak	Selçuk University
Ph.D.	İshak Afşin Kariper	Erciyes University
Ph.D.	Ahmad Bin Yussuf	University of Malaya
Ph.D.	Asuman Duru	Uşak University
Ph.D.	Abdullah Elen	Karabük University
Ph.D.	Gökçe Nur Yılmaz	Ted University
Ph.D.	Cem Boğa	Adana Alparslan Türkeş Science and Technology University



IV. Uluslararası Bilim ve İnovasyon Kongresi, 27-30 Temmuz 2023, TÜRKİYE
IV. International Science and Innovation Congress, 27-30 July 2023, TURKEY

Ph.D.	Derya Ögüt Yavuz	Uşak University
Ph.D.	Nurcan Çalış Açıkbaz	Mersin University
Ph.D.	Gökhan Açıkbaz	Mersin University
Ph.D.	Ayşen Melda Çolak	Uşak University
Ph.D.	Nurdoğan Topal	Uşak University
Ph.D.	Havva Dinler	Uşak University
Ph.D.	Burcu Begüm Kenanoğlu	Uşak University
Ph.D.	Özgür Demir	Muş Alparslan University
Ph.D.	Meryem Kara	Selçuk University
Ph.D.	Saliha Dinç	Selçuk University
Ph.D.	Alperen Şahinoğlu	İstanbul Esenyurt University
Ph.D.	Oğuz Mısır	Tokat Gaziosmanpaşa University
Ph.D.	Yeliz Durgun	Tokat Gaziosmanpaşa University
Ph.D.	Tarık İlhan	Dokuz Eylül University
Ph.D.	Murat Emeç	Marmara University
Ph.D.	Rıdvan Koçyiğit	Atatürk University
Ph.D.	Reza Norouzi	University of Tabriz
Ph.D.	Mihrimah Özmen	Erciyes University
Ph.D.	Mehmet Murat Tezcan	Kütahya Dumlupınar University
Ph.D.	Öznur Gölbaşı	Sivas Cumhuriyet University
Ph.D.	Ya. I. Lepikh	Odessa I.I.Mechnikov National University
Ph.D.	Alexey N. Babushkin	Ural Federal University
Ph.D.	Mine Kürkcüoğlu	Anadolu University
Ph.D.	Nihan Kaya	Hitit University
Ph.D.	Selçuk Arık	Tokat Gaziosmanpaşa University
Ph.D.	Sait Altıkat	Kütahya Sağlık Bilimleri University
Ph.D.	Mehmet Şenol	Nevşehir Hacı Bektaş Veli University
Ph.D.	Tülay Yağmur	Aksaray University
Ph.D.	Necmi Dege	Ondokuz Mayıs University
Ph.D.	Nermin Kahveci Yağcı	Kırıkkale University
Ph.D.	Fethi Dağdelen	Fırat University
Ph.D.	Neslihan Özbek	Kırşehir Ahi Evran University
Ph.D.	Özlem Afacan	Kırşehir Ahi Evran University
Ph.D.	Fatümetühzzehra Küçükbay	İnönü University
Ph.D.	Uğur Sarı	Kırıkkale University
Ph.D.	Yusuf Sert	Bozok University
Ph.D.	Mehmet Ali Balcı	Muğla Sıtkı Koçman University
Ph.D.	Sevgi Ünal Karakuş	Bartın University
Ph.D.	Çiğdem Yüksektepe Ataol	Çankırı Karatekin University
Ph.D.	Süleyman Kaplan	Ondokuz Mayıs University
Ph.D.	Nuray Bayar Muluk	Kırıkkale University
Ph.D.	Göknur Aktay	İnönü University
Ph.D.	Adnan Özçetin	Düzce University
Ph.D.	Funda Demirtürk	Tokat Gaziosmanpaşa University
Ph.D.	Ayhan Altıntaş	Anadolu University



IV. Uluslararası Bilim ve İnovasyon Kongresi, 27-30 Temmuz 2023, TÜRKİYE
IV. International Science and Innovation Congress, 27-30 July 2023, TURKEY

Ph.D.	Özgür Alparslan	Tokat Gaziosmanpaşa University
Ph.D.	Özgür Kemal	Ondokuz Mayıs University
Ph.D.	Azra Husic-Selimovic	University of Sarajevo
Ph.D.	Şengül Cangür	Düzce University
Ph.D.	Çiğdem Yücel	Erciyes University
Ph.D.	Gökçe Şeker Karatoprak	Erciyes University
Ph.D.	Pınar Etiz	Çukurova University
Ph.D.	Nil Doğruer Ünal	Mersin University
Ph.D.	Selda Doğan Çalhan	Mersin University
Ph.D.	Aslıhan Ardiç Çobaner	Mersin University
Ph.D.	Erhan Devrilmez	Karamanoğlu Mehmetbey University
Ph.D.	Sabri Demir	Kırıkkale University
Ph.D.	Faruk Pehlivanlı	Kırıkkale University
Ph.D.	Mehmet Ali Sungur	Düzce University
Ph.D.	Nuriye Yıldırım Şişman	Düzce University
Ph.D.	Shiv Prakash Sharma	Rajasthan University of Health Science
Ph.D.	Chandra Jeet Singh Chandel	Rajasthan University of Health Science
Ph.D.	Göknil Pelin Coşkun	Acıbadem Mehmet Ali Aydınlar University
Ph.D.	Ebru Derici Eker	Mersin University
Ph.D.	Ayhan Erciyes	Aksaray University
Ph.D.	Halis Bilgil	Aksaray University
Ph.D.	Tunçar Şahan	Aksaray University
Ph.D.	Sedat Temel	Recep Tayyip Erdoğan University
Ph.D.	Emin Aygün	Erciyes University
Ph.D.	Aydın Keskinrüzgar	Adıyaman University
Ph.D.	Ali Aytekin	Pamukkale University
Ph.D.	Altuğ Çağatay	Tokat Gaziosmanpaşa University
Ph.D.	Seyda Şahin	Sivas Cumhuriyet University
Ph.D.	Cem Tokatlı	Trakya University
Ph.D.	Waggas Galib Atshan	University of Al-Qadisiyah
Ph.D.	Fateh Mebarek-Oudina	University of Skikda



KONGRE PROGRAMI / CONGRESS SCHEDULE

ORAL PRESENTATION				
28 July 2023 - Friday				
Session 1				
Hall Name: INSI - Meeting Hall		Meeting Hall Chairman : Lect. Umut Saray Meeting Hall Vice-Chairman: Assist. Prof. Dr. Tolga Yucehan		
Time	Title of Study	Authors	Corresponding Author	Presenter
13:30 - 13:40	SYNTHESIS AND ANTIDIABETIC ACTIVITY OF HYDRAZONE DERIVATIVES	Rabia Kilic, Bediye Seda Kursun Aktar, Emine Elcin Oruc-Emre	Rabia Kilic	Rabia Kilic
13:40 - 13:50	SYNTHESIS OF NEW A-AMINO NITRILE COMPOUNDS AND STUDY OF ANTI-ALZHEIMER'S ACTIVITY BY MOLECULAR MODELING	Adil Ozbay, Emine Elcin Oruc-Emre, Aysegul Karakucuk-Iyidogan	Adil Ozbay	Adil Ozbay
13:50 - 14:00	NOVEL CHIRAL THIOUREAS DERIVED FROM BENZYL ISOTHIOCYANATE: DESIGN, SYNTHESIS, CHARACTERIZATION AND EVALUATION OF ACHE AND BCHE INHIBITION ACTIVITIES	Zafer Bulut, Aysegul Iyidogan, Yusuf Sicak, Emine Elcin Emre	Zafer Bulut	Zafer Bulut
14:00 - 14:10	SYNTHESIS OF HYDRAZONE DERIVATIVES AND INVESTIGATION OF THEIR ANTIOXIDANT AND ANTICHOLINESTERASE ACTIVITY PROPERTIES	Cengiz Karakurt, Bediye Seda Kursun Aktar, Aysegul Karakucuk-Iyidogan, Yusuf Sicak, Emine Elcin Oruc-Emre	Cengiz Karakurt	Cengiz Karakurt
14:10 - 14:20	INVESTIGATION OF BIOACTIVE PEPTIDES IN CALVATIA GIGANTEA (GIANT MUSHROOM) PROTEIN HYDROLYSATES	Ali Zeytunluoglu	Ali Zeytunluoglu	Ali Zeytunluoglu
Session 2				
Hall Name: INSI - Meeting Hall		Meeting Hall Chairman : Lect. Umut Saray Meeting Hall Vice-Chairman: Assist. Prof. Dr. Tolga Yucehan		
Time	Title of Study	Authors	Corresponding Author	Presenter
15:00 - 15:10	RESPONSE OF SOIL ORGANIC CARBON MINERALIZATION TO LEAVES OF CERATONIA SILIQUA L. AND PINUS BRUTIA TEN. UNDER LABORATORY CONDITION	Sahin Cenkseven, Burak Kocak	Sahin Cenkseven	Burak Kocak
15:10 - 15:20	AN EFFICIENT LOGARITHMIC NUMERICAL METHOD FOR THE GENERALIZED BURGERS-HUXLEY EQUATION	Bilge Inan	Bilge Inan	Bilge Inan
15:20 - 15:30	CYCLIC CODES OVER THE RING FPX(FP+VFP)	Fatma Caliskan, Tulay Yildirim, Refia Aksoy	Fatma Caliskan	Refia Aksoy
15:30 - 15:40	THE EFFECT OF SUPPORTING SCIENCE EDUCATION CONCEPT TEACHING IN SCHOOLS WITH OUTSIDE CLASS ACTIVITIES ON THE ACADEMIC SUCCESS OF STUDENTS AND STUDENT OPINIONS ON THE PROCESS	Begum Busra Aksoy, Hasan Inac	Begum Busra Aksoy	Begum Busra Aksoy
15:40 - 15:50	MODELING OF NUMBER OF TRAFFIC ACCIDENT IN ANKARA WITH REGRESSION AND DECISION TREE METHODS	Mustafa Baran Sevimli, Mine Fulya Gursel, Lina Kiran, Esra Sahin, Hatice Tul Kubra Akdur	Hatice Tul Kubra Akdur	Mustafa Baran Sevimli
Session 3				
Hall Name: INSI - Meeting Hall		Meeting Hall Chairman : Lect. Umut Saray Meeting Hall Vice-Chairman: Assist. Prof. Dr. Tolga Yucehan		
Time	Title of Study	Authors	Corresponding Author	Presenter
16:30 - 16:40	COMPUTED TOMOGRAPHY-ASSISTED TRANSTHORACIC NEEDLE ASPIRATION BIOPSY BY PULMONOLOGIST IN A CHEST DISEASES HOSPITAL: 4 YEAR EXPERIENCE	Gul Erdal Donmez, Selahattin Oztas, Dilek Emam	Gul Erdal Donmez	Gul Erdal Donmez
16:40 - 16:50	EVALUATION OF KNOWLEDGE, ATTITUDES AND BEHAVIORS OF HEALTH SCIENCES FACULTY STUDENTS ABOUT INFECTIOUS DISEASES: ÇANAKKALE CASE	Hilal Nur Sakalli, Sadi Turgut Bilgi	Hilal Nur Sakalli	Hilal Nur Sakalli
16:50 - 17:00	DO INSTITUTIONAL DIFFERENCES AFFECT HEALTHCARE PROFESSIONALS ATTITUDES TOWARDS QUALITY STUDIES?	Seyhan Cerci, Nermin Uyurdag, Ebru Sevinc, Nuran Reyhanoglu	Seyhan Cerci	Seyhan Cerci



IV. Uluslararası Bilim ve İnovasyon Kongresi, 27-30 Temmuz 2023, TÜRKİYE
IV. International Science and Innovation Congress, 27-30 July 2023, TURKEY

17:00 - 17:10	A COMPILATION STUDY ON THE BURNOUT OF HEALTHCARE PROFESSIONALS	Altug Cagatay, Figen Ozsahin	Altug Cagatay	Altug Cagatay
17:10 - 17:20	ROLE OF MAGNETIC RESONANCE IMAGING IN THE PROGNOSIS OF INTERVERTEBRAL DISC DISEASES	Ebru Eravci Yalin, Zeynep Nilufer Akcasiz, Simge Ugur	Zeynep Nilufer Akcasiz	Zeynep Nilufer Akcasiz
17:20 - 17:30	ELECTROCHEMOTHERAPY IN VETERINARY MEDICINE	Simge Ugur	Simge Ugur	Simge Ugur
29 July 2023 - Saturday				
Session 4				
Hall Name: INSI - Meeting Hall		Meeting Hall Chairman : Assist. Prof. Dr. Tolga Yucehan Meeting Hall Vice-Chairman: Lect. Umut Saray		
Time	Title of Study	Authors	Corresponding Author	Presenter
09:00 - 09:10	CULTURAL COMPETENCE IN NURSING CARE	Burcu Caki Doner	Burcu Caki Doner	Burcu Caki Doner
09:10 - 09:20	CHANGES IN BODY TEMPERATURE IN THE NEWBORN: NURSING APPROACHES IN HYPOTHERMIA	Burcu Korkmaz, Durdu Fatma Ugur, Atiye Karakul, Duygu Sonmez Duzkaya	Burcu Korkmaz	Burcu Korkmaz
09:20 - 09:30	ASSISTED BREATHING PRACTICES IN NEWBORNS	Durdu Fatma Ugur, Burcu Korkmaz, Atiye Karakul, Duygu Sonmez Duzkaya	Durdu Fatma Ugur	Durdu Fatma Ugur
09:30 - 09:40	EVALUATION OF AIRFLOW CHANGES ASSOCIATED WITH MAXILLARY SINUS PATHOLOGIES BEFORE AND AFTER THE TWO-STAGE SINUS AUGMENTATION OPERATION USING THE COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS METHOD	Ipek Necla Guldiken, Alperen Tekin, Fatih Suda, Zeynep Gulen Cukurova Yilmaz	Alperen Tekin	Alperen Tekin
09:40 - 09:50	PRE-ERUPTIVE INTRAKORONAL RADIOLUCENCY: A RETROSPECTIVE CASE REPORT	Irem Mergen Gultekin	Irem Mergen Gultekin	Irem Mergen Gultekin
Session 5				
Hall Name: INSI - Meeting Hall		Meeting Hall Chairman : Assist. Prof. Dr. Tolga Yucehan Meeting Hall Vice-Chairman: Lect. Umut Saray		
Time	Title of Study	Authors	Corresponding Author	Presenter
10:30 - 10:40	FAMILIAL MEDITERRANEAN FEVER WITH TRIPLE MEV MUTATION: COMPARISON OF TRIPLE, COMPOUND DOUBLE, AND FREQUENT SINGLE MUTATIONS IN A TURKISH PEDIATRIC COHORT	Aysegul Alpcan, Yasar Kandur, Derya Beyza Sayin Kocakap, Serkan Tursun, Didem Aliefendioglu	Aysegul Alpcan	Aysegul Alpcan
10:40 - 10:50	EVALUATION OF PREALBUMIN AS A BIOMARKER	Elif Karabacak	Elif Karabacak	Elif Karabacak
10:50 - 11:00	SURFACE-BASED MORPHOMETRIC CHANGES IN PATIENTS WITH HYPERTHYROIDISM	Baris Genc	Baris Genc	Baris Genc
11:00 - 11:10	VITAMIN D LEVELS IN PREGNANCY, GESTATIONAL DIABETES AND REPRODUCTIVE AGE WOMEN	Mehmet Kulhan	Mehmet Kulhan	Mehmet Kulhan
11:10 - 11:20	ANALYSIS OF PRENATAL INVASIVE PROCEDURES IN A TERTIARY CENTER: A TWO-YEAR EXPERIENCE	Gokcen Orgul	Gokcen Orgul	Gokcen Orgul
Session 6				
Hall Name: INSI - Meeting Hall		Meeting Hall Chairman : Assist. Prof. Dr. Tolga Yucehan Meeting Hall Vice-Chairman: Lect. Umut Saray		
Time	Title of Study	Authors	Corresponding Author	Presenter
12:00 - 12:10	THE EFFECTS OF DIFFERENT DIET MODELS IN VITRO FERTILIZATION OUTCOMES	Mehmet Kulhan	Mehmet Kulhan	Mehmet Kulhan
12:10 - 12:20	THE EFFECT OF FETAL GENDER ON TRANSVERSE CEREBELLAR DIAMETER MEASUREMENTS	Gokcen Orgul	Gokcen Orgul	Gokcen Orgul
12:20 - 12:30	ENDOVASCULAR MANAGEMENT OF SPONTANEOUS LUMBAR ARTERY HEMORRHAGE	Muhammet Kursat Simsek, Ozgur Ozen	Muhammet Kursat Simsek	Muhammet Kursat Simsek
12:30 - 12:40	BILATERAL FACIAL NERVE PARALYSIS: CASE REPORT AND CLINICAL APPROACH	Tarik Yagci	Tarik Yagci	Tarik Yagci



IV. Uluslararası Bilim ve İnovasyon Kongresi, 27-30 Temmuz 2023, TÜRKİYE
IV. International Science and Innovation Congress, 27-30 July 2023, TURKEY

12:40 - 12:50	PARTIAL SPLENIC EMBOLIZATION FOR HYPERSPLENISM AFTER LIVER TRANSPLANTATION	Ozgur Ozen, Tolga Zeydanli	Tolga Zeydanli	Tolga Zeydanli
Session 7				
Hall Name: INSI - Meeting Hall		Meeting Hall Chairman : Assist. Prof. Dr. Tolga Yucehan Meeting Hall Vice-Chairman: Lect. Umut Saray		
Time	Title of Study	Authors	Corresponding Author	Presenter
13:30 - 13:40	RESOLUTION IN READING ANALOG DATA: A LABVIEW APPLICATION	Sabri Bicakci	Sabri Bicakci	Sabri Bicakci
13:40 - 13:50	INTERNET OF THINGS SUPPORTED FROST CONTROL IN AGRICULTURE	Huseyin Safa Unlu	Huseyin Safa Unlu	Huseyin Safa Unlu
13:50 - 14:00	DETECTION OF DEFECTS IN MOLDED SHEETS USING THE MFL METHOD: AN ANISOTROPIC MAGNETO-RESISTIVE SENSOR APPLICATION	Hakan Citak	Hakan Citak	Hakan Citak
14:00 - 14:10	CONTROL OF PURE INTEGRATING PROCESSES WITH TIME DELAY USING WHALE OPTIMIZATION ALGORITHM	Tufan Dogruer	Tufan Dogruer	Tufan Dogruer
14:10 - 14:20	DEVELOPMENT OF LABVIEW-BASED QUALITY CONTROL SYSTEM FOR DETECTION OF DIMENSIONAL DEFECTS IN AUTOMOTIVE INDUSTRY PRODUCTION LINES	Elif Aydan Bike, Gokay Bayrak	Elif Aydan Bike	Elif Aydan Bike
14:20 - 14:30	EFFECT OF GLASS FIBER STRUCTURE ON HEADLINER ACOUSTIC PERFORMANCE	Naci Uysal, E. Egemen Yildirim	Naci Uysal	Naci Uysal
Session 8				
Hall Name: INSI - Meeting Hall		Meeting Hall Chairman : Assist. Prof. Dr. Tolga Yucehan Meeting Hall Vice-Chairman: Lect. Umut Saray		
Time	Title of Study	Authors	Corresponding Author	Presenter
15:00 - 15:10	MICROSCALE ANALYSIS OF HYDROGEN STORAGE IN METAL HYDRIDE REACTORS	Ruveyda N. Kaplan, Gamze Atalmis, Bora Timurkutluk, Serkan Toros, Yuksel Kaplan	Gamze Atalmis	Gamze Atalmis
15:10 - 15:20	A NOVEL RECTANGULAR NOZZLE DESIGN AND MOTION CONTROL TO INCREASE THE SPEED OF YOGURT FILLING MACHINES	Yasin Kaya, Huseyin Ergin, Gokhan Gelen	Yasin Kaya	Yasin Kaya
15:20 - 15:30	EFFECT OF GEOMETRY AND LOCATION OF CRACK ON MODAL ANALYSIS OF BEAMS	Mustafa Kurt, Bilcen Mutlu Mitil	Mustafa Kurt	Bilcen Mutlu Mitil
15:30 - 15:40	NUMERICALLY INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF THE CHEVRON ANGLE ON THE THERMAL PERFORMANCE OF A PLATE HEAT EXCHANGER	Haydar Yagmur, Halil Bayram	Halil Bayram	Haydar Yagmur
15:40 - 15:50	OPTIMIZATION OF PROCESS PARAMETERS FOR TENSILE STRENGTH OF 3D PRINTED CARBON FIBER BASED POLYAMIDE SAMPLES	Ersin Kaya, Selim Hartomacioglu, Beril Eker Gumus	Ersin Kaya	Ersin Kaya
15:50 - 16:00	DEVELOPMENT AND OPTIMIZATION OF CARBOXYMETHYL CELLULOSE-REINFORCED BINDER FOR DIRECT INK WRITING METHOD	Necati Ercan, Onur Saray	Necati Ercan	Necati Ercan
Session 9				
Hall Name: INSI - Meeting Hall		Meeting Hall Chairman : Lect. Umut Saray Meeting Hall Vice-Chairman: Assist. Prof. Dr. Tolga Yucehan		
Time	Title of Study	Authors	Corresponding Author	Presenter
16:30 - 16:40	NUMERICAL INVESTIGATION OF REACTION KINETICS OF ADDED AND COATED HYDROGEN STORAGE MATERIALS	Gamze Atalmis, Serkan Toros, Yuksel Kaplan	Gamze Atalmis	Gamze Atalmis
16:40 - 16:50	ANALYSIS OF DIFFERENT FIXATION METHODS IN CRANIAL IMPLANTS BY FINITE ELEMENT METHOD	Murat Giziroglu	Murat Giziroglu	Murat Giziroglu
16:50 - 17:00	NUMERICAL STUDY OF A BLOWING VEHICLE'S CENTRIFUGAL FAN FLOW STRUCTURES	H. Atakan Baytas, Gokhan Koca	H. Atakan Baytas	H. Atakan Baytas
17:00 - 17:10	THE EFFECTS OF HEAT TREATMENT PARAMETERS ON CUTTING TOOL PROPERTIES	Emin Ali Epcim, Mahmut Ercan Acma	Emin Ali Epcim	Emin Ali Epcim



IV. Uluslararası Bilim ve İnovasyon Kongresi, 27-30 Temmuz 2023, TÜRKİYE
IV. International Science and Innovation Congress, 27-30 July 2023, TURKEY

17:10 - 17:20	PMN-PT BASED PIEZOELECTRIC THICK FILM PRODUCTION WITH SCREEN PRINTING TECHNIQUE AND EFFECT OF PASTE FORMULATION ON FINAL PROPERTIES	Ezgi Kilicgedik, Yusuf Ozturk, Afife Binnaz Hazar Yoruc	Ezgi Kilicgedik	Ezgi Kilicgedik
17:20 - 17:30	COMPARISON BETWEEN SIMULATION RESULTS OF DIE ELEMENTS OBTAINED BY TRIAL-AND-ERROR AND DIE ELEMENTS MANUFACTURED BY REVERSE ENGINEERING	Ismail Gurbuz, M. Hakan Ozkan, Abdulmecit Guldass	Ismail Gurbuz	Ismail Gurbuz
30 July 2023 - Sunday				
Session 10				
Hall Name: INSI - Meeting Hall		Meeting Hall Chairman : Assist. Prof. Dr. Tolga Yucehan Meeting Hall Vice-Chairman: Lect. Umut Saray		
Time	Title of Study	Authors	Corresponding Author	Presenter
09:00 - 09:10	MACHINE LEARNING IN DIABETES CLASSIFICATION: DATA ANALYSIS WITH EXTRA TREES CLASSIFIER	Yeliz Durgun	Yeliz Durgun	Yeliz Durgun
09:10 - 09:20	BIOMINERALIZATION CAPACITY DETERMINATION OF MUTANT BACILLUS MEGATERIUM	Nur Beril Us, Hamdi Ogut	Nur Beril Us	Nur Beril Us
09:20 - 09:30	DESIGN OF SOLVENT BASED ROTOGRAVURE WHITE INK FOR PET-G MATERIAL IN HYBRID PRINTING MACHINE THAT CAN BE COMPATIBLE WITH OFFSET INKS	Bora Ocak, Bahman Mansurzade, Emine Topaloglu, Sebnem Yildiz, Halide Sesli, Canan Uraz	Canan Uraz	Bora Ocak
09:30 - 09:40	HYDROTHERMAL CARBONIZATION OF RICE HUSK: FUEL PROPERTIES AND CO ₂ ADSORPTION	Zeynep Yildiz Uzun	Zeynep Yildiz Uzun	Zeynep Yildiz Uzun
09:40 - 09:50	A SIMPLE SYNTHESIS OF CR ₂ O ₃ NANOPARTICLES AND ITS PHYSICAL, ELECTROCHEMICAL CHARACTERIZATIONS	Gamze Bozkurt Yildirim	Gamze Bozkurt Yildirim	Gamze Bozkurt Yildirim
09:50 - 10:00	PROS AND CONS OF NON-THERMAL TECHNIQUES IN FOOD PROCESSING AND PRESERVATION	Recep Gunes, Ozgur Karadas Konuk	Recep Gunes	Ozgur Karadas Konuk
Session 11				
Hall Name: INSI - Meeting Hall		Meeting Hall Chairman : Assist. Prof. Dr. Tolga Yucehan Meeting Hall Vice-Chairman: Lect. Umut Saray		
Time	Title of Study	Authors	Corresponding Author	Presenter
10:30 - 10:40	SYSTEM-LEVEL DESIGN SPACE EXPLORATION BY USING SYMBOLIC CONTROL	Mete Ozbaltan	Mete Ozbaltan	Mete Ozbaltan
10:40 - 10:50	NEXT-GENERATION HANDWRITING RECOGNITION SYSTEM IMPLEMENTED WITH MICROCONTROLLER EMBEDDED DEVICE	Mahmut Durgun	Mahmut Durgun	Mahmut Durgun
10:50 - 11:00	DEEP LEARNING APPROACHES FOR AUTOMATIC BREAST CANCER DETECTION: PERFORMANCE EVALUATION ON MAMMOGRAPHIC IMAGES	Seda Bayat, Gultekin Isik	Seda Bayat	Seda Bayat
11:00 - 11:10	MOBILE ROBOT NAVIGATION WITH DEEP REINFORCEMENT LEARNING	Huseyin Pullu, Cihan Karakuzu	Huseyin Pullu	Huseyin Pullu
11:10 - 11:20	BLOCKCHAIN BASED VEHICLE REGISTRATION SYSTEM	Fatih Ornek, Zafer Guler, Yunus Emre Isik, Halil Arslan	Zafer Guler	Zafer Guler
Session 12				
Hall Name: INSI - Meeting Hall		Meeting Hall Chairman : Lect. Umut Saray Meeting Hall Vice-Chairman: Assist. Prof. Dr. Tolga Yucehan		
Time	Title of Study	Authors	Corresponding Author	Presenter
12:00 - 12:10	CUSTOMIZABLE HARDWARE COMMUNICATION PROTOCOL FOR INDUSTRIAL AUTOMATIONS	Omer Faruk Kelek, Zafer Guler, Yasin Gormez, Halil Arslan	Zafer Guler	Zafer Guler
12:10 - 12:20	AN ENSEMBLE LEARNING MODEL FOR EARLY DETECTION OF DEMENTIA FROM MRI IMAGES	Veysel Turk, Halil Arslan, Hatice Catal Reis	Halil Arslan	Halil Arslan
12:20 - 12:30	INSTRUMENT CHORD CLASSIFICATION WITH MACHINE LEARNING ALGORITHMS	Aslihan Guven, Fatih Aydin	Aslihan Guven	Aslihan Guven



IV. Uluslararası Bilim ve İnovasyon Kongresi, 27-30 Temmuz 2023, TÜRKİYE
IV. International Science and Innovation Congress, 27-30 July 2023, TURKEY

12:30 - 12:40	DISEASE PREDICTION FROM NATURAL LANGUAGE SYMPTOM DESCRIPTIONS IN TURKISH	A. Huseyin Ezirmik, Fatih Aydin	A. Huseyin Ezirmik	A. Huseyin Ezirmik
Session 13				
Hall Name: INSI - Meeting Hall		Meeting Hall Chairman : Lect. Umut Saray Meeting Hall Vice-Chairman: Assist. Prof. Dr. Tolga Yucehan		
Time	Title of Study	Authors	Corresponding Author	Presenter
13:30 - 13:40	INVESTIGATION OF TREATED WASTE WATER USAGE OPPORTUNITIES OF KONYA SELÇUKLU AND KARATAY DISTRICT FARMERS	Murat Ekici, Ilknur Kutlar Yaylali	Murat Ekici	Murat Ekici
13:40 - 13:50	KINETIC MODELING OF CHLORELLA VULGARIS MICROALGAE'S BEHAVIOR IN WATER TREATMENT	Burcu Simsek Uygun, Esin Huriye Bugdayci	Esin Huriye Bugdayci	Esin Huriye Bugdayci
13:50 - 14:00	DETECTION OF EARTHQUAKE DAMAGES WITH SATELLITE IMAGERY AND DEEP LEARNING APPROACHES	Fatma Elik	Fatma Elik	Fatma Elik
14:00 - 14:10	IMPACT OF PARAMETER VARIATIONS ON REACHABILITY SETS OF AERODYNAMIC INTERCEPTORS	Tugba Bayoglu, Gokcan Akalin	Tugba Bayoglu	Tugba Bayoglu
14:10 - 14:20	EVALUATION OF ENGINEERING APPLICATIONS IN URBAN AND RURAL STRUCTURES; VAN PROVINCE EXAMPLE	Cafer Giyik	Cafer Giyik	Cafer Giyik
14:20 - 14:30	SITE SELECTION APPLICATIONS IN DISASTER HOUSING IN THE PERSPECTIVE OF DISASTER AND ARCHITECTURAL DESIGN; VAN CITY EXAMPLE	Cafer Giyik	Cafer Giyik	Cafer Giyik
Session 14				
Hall Name: INSI - Meeting Hall		Meeting Hall Chairman : Lect. Umut Saray Meeting Hall Vice-Chairman: Assist. Prof. Dr. Tolga Yucehan		
Time	Title of Study	Authors	Corresponding Author	Presenter
15:00 - 15:10	THERMOCHROMIC DYE APPLICATION STUDY IN HOSIERY AND INVESTIGATION OF IT'S FASTNESS PROPERTIES	Sevda Koksall Daban	Sevda Koksall Daban	Sevda Koksall Daban
15:10 - 15:20	MECHANICAL CHARACTERIZATION OF THERMAL AND UV CURED GLASS COMPOSITES HAVING DIFFERENT LAY-UP CONFIGURATIONS	Oguz Eryilmaz	Oguz Eryilmaz	Oguz Eryilmaz
15:20 - 15:30	THE INVESTIGATION OF PROPERTIES AND APPLICATIONS OF ANIMAL LEATHER USED IN THE READY-MADE CLOTHING AND APPAREL INDUSTRY	Mustafa Sabri Ozen, Nalan Kutlu Saticioglu, Mine Dursun, Nergis Demirel Gultekin	Mustafa Sabri Ozen	Mustafa Sabri Ozen
Session 15				
Hall Name: INSI - Meeting Hall		Meeting Hall Chairman : Assist. Prof. Dr. Tolga Yucehan Meeting Hall Vice-Chairman: Lect. Umut Saray		
Time	Title of Study	Authors	Corresponding Author	Presenter
16:30 - 16:40	MICRO-SCALE STUDY OF THE EFFICIENCY OF HEAT EXCHANGERS WITH NANOFLUIDS	Fateh Mebarek-Oudina	Fateh Mebarek-Oudina	Fateh Mebarek-Oudina
16:40 - 16:50	PREVALENCE AND ANTIMICROBIAL RESISTANCE OF KLEBSIELLA PNEUMONIA RECOVERED FROM RETAILED MEAT IN WASIT MARKETS, IRAQ	Manal Hadi Ghaffoori Kanaan, Sura Saad Abdullah	Manal Hadi Ghaffoori Kanaan	Manal Hadi Ghaffoori Kanaan
16:50 - 17:00	IRON ORE DEPOSIT IN THE VAREŠ AREA WITH OCCURRENCES OF COMPLEX SULPHIDES OF LEAD, ZINC, AND BARITE (BOSNIA AND HERZEGOVINA)	Mevlida Operta, Sylejman Hyseni, Enes Muzaqi	Enes Muzaqi	Mevlida Operta
17:00 - 17:10	STATIC AND DYNAMIC MODE INVESTIGATION OF DISPLACEMENT AND STRESSES IN PINE FLAT DAM	Hamidreza Abbaszadeh, Reza Trinejad	Reza Trinejad	Hamidreza Abbaszadeh
17:10 - 17:20	ANTIDIABETIC PLANTS USED IN SAIVA TEMPLE RITUALS IN SRI LANKA	Saravanan Vivekanandarajah, Vinujan Shanmugalingam, Pholtan Rajamanoharan	Saravanan Vivekanandarajah	Saravanan Vivekanandarajah
17:20 - 17:30	SUPPORT VECTOR MACHINE MODEL IN PREDICTING THE ENERGY DISSIPATION IN LABYRINTH WEIRS	Hamidreza Abbaszadeh, Yousef Hassanzadeh	Hamidreza Abbaszadeh	Hamidreza Abbaszadeh



DAVETLİ KONUŞMACILAR / INVITED SPEAKERS

MICRO-SCALE STUDY OF THE EFFICIENCY OF HEAT EXCHANGERS WITH NANOFLUIDS

Fateh Mebarek-Oudina

Department of Physics, Faculty of Sciences, University of 20 août 1955 - Skikda, B.P 26 Road El-Hadaiek, Skikda 21000, Algeria

Email : f.mebarek_oudina@univ-skikda.dz ; oudina2003@yahoo.fr

Abstract

The effects of multiple input parameters on a micro open tall enclosure filled with various nanofluids and sinusoidally heated from the bottom sidewall utilizing an experiments design are carried out. The importance of the nanofluids to improve the energy and thermal system is improved by many researchers [1-6].

The obtained results suggest that the local heat transfer on the bottom sidewall is strongly influence d by Rayleigh and Hartmann numbers, while the entropy generation dependents on Knudsen number. Also the optimization of the magnitude and sinusoidal temperature wavelength can improve both heat transfer and entropy generation. The design of experiments (DOE) is one of the most important strategies for improving the quality and performance of energy and thermal systems. These results provide valuable insights into the design of micro heat exchangers and suggest that the optimization of micro-porous geometries using DOE for high energy efficiency. [7-10]

Keywords: *Micro heat exchanger; Nanofluids; Experiments Design; Optimization.*

References

- [1] K. Ramesh, F. Mebarek-Oudina, A. I. Ismail, B. R. Jaiswal, A. S. Warke, R. K. Lodhi and T. Sharma, Computational analysis on radiative non-Newtonian Carreau nanofluid flow in a microchannel under the magnetic properties, *Scientia Iranica*, 2023, 30 (2), 376-390.
- [2] F. Mebarek-Oudina, Preeti , A. S. Sabu, H. Vaidya, R. W. Lewis, S. Areekara, A. Mathew and A. I. Ismail, Hydromagnetic flow of magnetite-water nano-fluid utilizing adapted Buongiorno model, *International Journal of Modern Physics B*, 2023, 2450003. <https://doi.org/10.1142/S0217979224500036>
- [3] G. Dharmiah, F. Mebarek-Oudina, M. Sreenivasa Kumar, K. Chandra Kala, Nuclear reactor application on Jeffrey fluid flow with Falkner-skan factor, Brownian and thermophoresis, non linear thermal radiation impacts past a wedge, *Journal of the Indian Chemical Society*, 2023, 100(2), 100907. <https://doi.org/10.1016/j.jics.2023.100907>
- [4] A. Ali, F. Mebarek-Oudina, A. Barman, S. Das, A.I. Ismail, Peristaltic transportation of hybrid nano-blood through a ciliated micro-vessel subject to heat source and Lorentz force. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 2023, <https://doi.org/10.1007/s10973-023-12217-x>
- [5] F. Mebarek-Oudina, I. Chabani, Review on Nano Enhanced PCMs: Insight on nePCM Application in Thermal Management/Storage Systems. *Energies*. 2023; 16(3),1066. <https://doi.org/10.3390/en16031066>
- [6] Dharmiah, G.; Mebarek-Oudina, F.; Balamurugan, K.S.; Vedavathi, N. Numerical Analysis of the Magnetic Dipole Effect on a Radiative Ferromagnetic Liquid Flowing over a Porous Stretched Sheet. *Fluid Dyn. Mater. Process.* 2023, <https://doi.org/10.32604/fdmp.2023.030325>.
- [7] M. Bouselsal, F. Mebarek-Oudina, N. Biswas, A.I. Ismail, Heat Transfer Enhancement Using Al₂O₃ - MWCNTHybrid-Nanofluid inside a Tube/Shell Heat Exchanger with Different Tube Shapes. *Micromachines* 14 (5), 1072 (2023). <https://doi.org/10.3390/mi14051072>
- [8] J. Raza, F. Mebarek-Oudina and L. Ali Lund, The flow of magnetised convective Casson liquid via a porous channel with shrinking and stationary walls, *Pramana - Journal of Physics*, 2022, 96, 229. <https://doi.org/10.1007/s12043-022-02465-1>
- [9] U. Khan, F. Mebarek-Oudina, A. Zaib, A. Ishak, S. Abu Bakar, E.M. Sherif & D. Baleanu (2022) An exact solution of a Casson fluid flow induced by dust particles with hybrid nanofluid over a stretching sheet subject to Lorentz forces, *Waves in Random and Complex Media*, <https://doi.org/10.1080/17455030.2022.2102689>
- [10] M. Ferhi, S. Abidi, R. Djebali, F. Mebarek-Oudina, Assessment of micro-scale heat exchangers efficiency using lattice Boltzmann method and design of experiments, *Energy and Built Environment*, 2023, <https://doi.org/10.1016/j.enbenv.2023.06.011>

PREVALENCE AND ANTIMICROBIAL RESISTANCE OF *KLEBSIELLA PNEUMONIA* RECOVERED FROM RETAILED MEAT IN WASIT MARKETS, IRAQ

Manal Hadi Ghaffoori Kanaan ^{1*}, Sura Saad Abdullah ²

¹ Agriculture Department/ Technical Institute of Suwaria, Middle Technical University, Baghdad, Iraq.

¹ ORCID ID: 0000-0002-9409-4778, manalkanaan94@gmail.com

² Al- Suwaria General Hospital / Wassit Health Office, Wassit, Iraq.

² ORCID ID: 0000-0001-5730-9410, surakenan1994@gmail.com

*** Corresponding Author**

Abstract

Klebsiella pneumonia (*K. pneumonia*) is a major source of community-acquired and nosocomial infections, as well as a significant food-borne pathogen that can cause septicaemia, liver abscesses, and diarrhea in people. Several investigations have shown that meat products sold in grocery stores include various bacteria, including *K. pneumoniae*, lending credence to the hypothesis that contaminated meat is a major source of human exposure to *Klebsiella*. Little is known regarding the incidence of highly resistant *K. pneumoniae* in meat products slated for sale in Wasit markets due to a lack of relevant data about the prevalence of *K. pneumoniae* in the region's markets, so, this study was carried out in Wasit province to investigate the bacteria's presence in retail meat samples.

Samples of chicken (n=40) and beef (n=31) were taken at random from several native markets in order to compare their quality and safety. Bacteria were isolated and identified using conventional microscopy, bacteriological, and biochemical techniques. Electronic RapID™ ONE (4 hours) biochemical panel micro-tubes strep identification system compendium with reference colors chart and online confirmation microcode data base software was then used for further identification. The sensitivity of microorganisms to various antimicrobials was determined using a disk diffusion test, with 14 different antimicrobials being assessed.

Positive tests for *K. pneumonia* were found in 15 (48.5%) and 9 (22.5%) of 71 samples of beef and chicken, respectively. All *K. pneumoniae* isolates tested positive for resistance to at least six antibiotics; these isolates represented 12 different Antibiotypes. Resistance to the chosen antibiotics was extremely high across the board (74.2%-100%) across all isolates tested. Eighty-five percent of the isolates were classified as having an MRI score between (0.84 and 1).

Multidrug-resistant *K. pneumoniae* was detected at an alarmingly high frequency in retail meat sold in Wasit markets, posing a serious threat to human health. So, it's important to get the word out that food in particular retail meat might be a reservoir for this harmful infection.

Keywords: Antibigram, cattle meat, chicken meat, *Klebsiella pneumonia*, Wasit Markets

IRON ORE DEPOSIT IN THE VAREŠ AREA WITH OCCURRENCES OF COMPLEX SULPHIDES OF LEAD, ZINC, AND BARITE (BOSNIA AND HERZEGOVINA)

Mevlida Operta ¹, Sylejman Hyseni ², Enes Muzaqi ^{3*}

¹ University of Sarajevo Department of Geography Faculty of Science, , Sarajevo, Bosnia and Herzegovina,

² University “Isa Boletini” – Mitrovica, Mitrovica, Kosovo

³ Stan Terg Mine, Mitrovice, Kosovo

³ enes_muzaqi@hotmail.com

**Corresponding Author*

Abstract

The area of Vareš is known for the production of metallic mineral raw materials: iron ore, chromium, manganese, lead, and zinc with barite. The population of Vareš has been engaged in the mining and processing of ore, trade, and manufacturing of iron objects since ancient times. Even during the time of Bosnian rulers, lead was mined in this area, which is related to German miners (Saxons). In the localities of Borovica, Orti, and Veovača there are traces of old lead, gold, and silver mining. This area is also promising in the domain of non-metallic mineral raw materials, among which the most thoroughly researched spilites, amphibolites, and limestones are suitable as raw materials for the production of technical-building materials, architectural-decorative stone, and stone wool.

The paper analyses the metallogenic and mineralgenic characteristics of the area of Vareš and provides a historical overview of the research of mineral raw materials so far. During 1991, production was suspended in the lead, zinc, and barite mine of Veovača near Vareš, and the following year, exploitation was suspended in the iron ore mine of Vareš (the Smreka and Brezik surface mines, and in the Droškovac pit).

During the exploitation of lead, zinc and barite and the processing of concentrates at the Veovač open pit, a decision was made to carry out sampling of the mineralized zone at the Smreka open pit in order to gain insight into the quality of the ore zone with non-ferrous metals and the possibilities of processing. The paper presents the results of laboratory tests and geological research, as well as the attached geological profiles of the part of the deposit from which sampling and laboratory tests were carried out.

Keywords: mine, ore zones, lead, zinc, barite, iron, chromium, manganese, geological mapping, laboratory testing, reserves, quality.

STATIC AND DYNAMIC MODE INVESTIGATION OF DISPLACEMENT AND STRESSES IN PINE FLAT DAM

Hamidreza Abbaszadeh ¹, Reza Trinejad ^{2*}

¹ Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Tabriz, Tabriz, Iran

¹ ORCID ID:0000-0001-7714-6081, ha.abbaszadeh@tabrizu.ac.ir

² Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Tabriz, Tabriz, Iran

² ORCID ID:0000-0002-7211-4846, r_tarinejad@tabrizu.ac.ir

** Corresponding Author*

Abstract

Here, static and dynamic analysis based on the frequencies mode of the Pine Flat dam has been investigated using ABAQUS software. For this purpose, a mesh with quadrilateral elements was used in the upper two partitions from the arch part to the crest, and the lower partition from the arch part of the dam to the bottom of the dam. Various mesh networks were investigated to find the optimal mesh. In addition, in the study of the frequency of the dam mode, the first 20 natural modes of the dam were investigated. The results showed that the amount of tensile stress at the lowest point of the dam is equal to 0.53 MPa, which according to the tensile stress range of concrete between 2 to 3 MPa, the amount of stress applied to the dam is less than this range, which leads to its stability. This value is different from each other in different meshes. The maximum amount of displacement in the dam crest is 0.0114 m. The results showed that the maximum pressure in the middle of the dam bottom is 2.168 MPa. In addition, its lowest value at the crest of the dam is 0.04 MPa. The effective mass of the first mode in the x direction is 4641.57 tons, that is, 33% of the total mass.

Keywords: Static analysis, Dynamic analysis, Pine Flat dam.

ANTIDIABETIC PLANTS USED IN SAIVA TEMPLE RITUALS IN SRI LANKA

Saravanan Vivekanandarajah ^{1*}, Vinujan Shanmugalingam ², Pholtan Rajamanoharan ³

¹ KnowledgeLink Group, Inc., Waltham, MA 02451, USA

¹ ORCID ID: 0000-0002-5938-0509, vivekanandarajahs@yahoo.co.uk

² Department of Biosystems Technology, University of Jaffna, Jaffna 40000, Sri Lanka

² ORCID ID: 0000-0002-9208-4090, svinujan@univ.jfn.ac.lk

³ Siddha Medicine Teaching Hospital, Jaffna 40000, Sri Lanka

³ ORCID ID: 0000-0001-9341-5843, drsrprajeev@gmail.com

* Corresponding Author

Abstract

Saivism is one of the six branches of Hinduism currently followed in Sri Lanka. In 2021, 537 million people (20 to 79 years old) had diabetes. Further, Siddha Medicine is one of the four traditional medicines practiced in Sri Lanka. Siddha Medicine principles are based on Saiva philosophies. Therefore, this work aims to identify and document the antidiabetic plant species currently used in Saiva temple rituals in Sri Lanka and assess the highest levels of reported antidiabetic scientific evidence for recorded plant species. Sri Lankan Saivism school textbooks and temple rituals books were used to identify the plant species, and relevant reported antidiabetic activities were obtained employing the Web of Science, ScienceDirect, and PubMed databases until May 2023. In total, 140 plant species from 58 families were identified, and 82 plant species had antidiabetic scientific evidence. Moreover, the *Fabaceae* have the most documented plant species. Most of the plants identified in the present research were used for medicinal purposes. Overall, 89 antidiabetic compounds were isolated. In addition, most plant species have *in vivo*, followed by clinical and *in vitro*, antidiabetic evidence. This study revealed and recorded the Sri Lankan Saiva temple ritual plant species and laid the basis for future antidiabetic activity research utilizing these plant species.

Keywords: Diabetes, Fabaceae, Plants, Saivism, Siddha Medicine, Sri Lanka.

İÇİNDEKİLER / CONTENTS

DÜZENLEME KURULU / ORGANIZING COMMITTEES	II
BİLİM KURULU / SCIENTIFIC COMMITTEES	III
KONGRE PROGRAMI / CONGRESS SCHEDULE	VII
DAVETLİ KONUŞMACILAR / INVITED SPEAKERS.....	XII
MICRO-SCALE STUDY OF THE EFFICIENCY OF HEAT EXCHANGERS WITH NANOFLUIDS	XII
PREVALENCE AND ANTIMICROBIAL RESISTANCE OF <i>KLEBSIELLA PNEUMONIA</i> RECOVERED FROM RETAILED MEAT IN WASIT MARKETS, IRAQ	XIII
IRON ORE DEPOSIT IN THE VAREŠ AREA WITH OCCURRENCES OF COMPLEX SULPHIDES OF LEAD, ZINC, AND BARITE (BOSNIA AND HERZEGOVINA).....	XIV
STATIC AND DYNAMIC MODE INVESTIGATION OF DISPLACEMENT AND STRESSES IN PINE FLAT DAM.....	XV
ANTIDIABETIC PLANTS USED IN SAIVA TEMPLE RITUALS IN SRI LANKA	XVI
İÇİNDEKİLER / CONTENTS	XVII
SÖZLÜ SUNUMLAR / ORAL PRESENTATION	1
SUPPORT VECTOR MACHINE MODEL IN PREDICTING THE ENERGY DISSIPATION IN LABYRINTH WEIRS	2
1. Introduction	2
2. Materials and Methods	2
3. Results and Discussion	2
4. Conclusion.....	3
5. References	3
IRON ORE DEPOSIT IN THE VAREŠ AREA WITH OCCURRENCES OF COMPLEX SULPHIDES OF LEAD, ZINC, AND BARITE (BOSNIA AND HERZEGOVINA).....	5
1. Introduction	5
2. Metallogenic and Mineralgenic Characteristics of The Vareš Area.....	6
3. Vareš Iron Ore Deposit.....	8
4. Conclusion.....	12
5. References	12
STATIC AND DYNAMIC MODE INVESTIGATION OF DISPLACEMENT AND STRESSES IN PINE FLAT DAM.....	13
1. Introduction	13
2. Materials and Methods	13
3. Conclusion.....	15
4. Conclusion.....	19
5. References	19
DISEASE PREDICTION FROM NATURAL LANGUAGE SYMPTOM DESCRIPTIONS IN TURKISH.....	20



1. Introduction	20
2. Related Works	20
3. Materials and Methods	21
3.1. Data Set and Preprocessing	21
3.2. Machine Learning Techniques	22
4. Results	22
5. Discussion	23
6. Conclusion.....	23
7. References	24
INVESTIGATION OF BIOACTIVE PEPTIDES IN CALVATIA GIGANTEA (GIANT MUSHROOM) PROTEIN HYDROLYSATES.....	25
Calvatia Gigantea (Dev Kurtmantarı) Protein Hidrolizatlarında Biyoaktif Peptidlerin Araştırılması.....	25
1. Giriş.....	25
2. Materyal ve Metot	27
2.1. Calvatia Gigantea Mantarının Temini ve Protein Ekstraktının Hazırlanması	27
2.2. Proteinlerin Enzimatik Hidroliz	27
2.3. Hidroliz Derecesinin Ölçülmesi	27
2.4. Peptid Ekstraktındaki Peptidlerin Kromatografik Ayrımı	27
2.5. SDS-PAGE Analizi	28
2.6. Antifungal Aktivitenin Araştırılması.....	28
2.7. Proteaz Aktivitesinin Araştırılması	28
2.8. Saflaştırılan Peptidin Karakterizasyonu	28
2.8.1. pH Stabilitésinin Belirlenmesi.....	28
2.8.2. Sıcaklık Stabilitésinin Belirlenmesi.....	28
3. Bulgular	28
4. Tartışma ve Sonuçlar.....	30
5. Referanslar.....	31
A COMPILATION STUDY ON THE BURNOUT OF HEALTHCARE PROFESSIONALS	34
Sağlık Çalışanlarının Tükenmişliği Üzerine Derleme Bir Çalışma.....	34
1. Giriş.....	34
2. Tükenmişlik Modelleri.....	35
2.1. Tükenmişliğin Oluşumundaki Bireysel ve Örgütsel Etkenler	35
3. Sağlık Alanında Tükenmişlik	35
4. Sonuçlar.....	36
5. Referanslar.....	36
INSTRUMENT CHORD CLASSIFICATION WITH MACHINE LEARNING ALGORITHMS .	38

1. Introduction	38
2. Materials and Methods	38
2.1. The Data Set and Data Pre-processing	38
2.2. Machine Learning Techniques	39
3. Results	40
4. Discussion	41
5. Conclusion.....	41
6. References	41
FAMILIAL MEDITERRANEAN FEVER WITH TRIPLE MEFV MUTATION: COMPARISON OF TRIPLE, COMPOUND DOUBLE, AND FREQUENT SINGLE MUTATIONS IN A TURKISH PEDIATRIC COHORT	43
1. Introduction	43
2. Materials and Methods	44
2.1. Ethical Issue.....	44
2.2. Statistical Analysis	44
3. Results	44
3.1. Phenotype Genotype Correlation.....	44
4. Discussion	45
5. Conclusion.....	45
6. References	46
SURFACE-BASED MORPHOMETRIC CHANGES IN PATIENTS WITH HYPERTHYROIDISM.....	47
Hipertiroidili Hastalarda Yüzey Tabanlı Morfometrik Değişiklikler	47
1. Giriş.....	47
2. Materyal Metot	47
2.1. Gönüllüler ve Klinik Veriler.....	47
2.2. Manyetik Rezonans Görüntüleme	47
3. Sonuçlar.....	48
3.1. Klinik ve Laboratuvar Parametreleri	48
3.2. Psikometrik Testler.....	48
3.3. Yüzey Tabanlı Morfometri.....	48
4. Tartışma.....	48
5. Referanslar.....	48
THE EFFECT OF SUPPORTING SCIENCE EDUCATION CONCEPT TEACHING IN SCHOOLS WITH OUTSIDE CLASS ACTIVITIES ON THE ACADEMIC SUCCESS OF STUDENTS AND STUDENT OPINIONS ON THE PROCESS	50
Okullarda Gerçekleştirilen Fen Eğitimi Kavram Öğretiminin Sınıf Dışı Etkinliklerle Desteklenmesinin Öğrencilerin Akademik Başarısına Etkisi Ve Sürece Yönelik Öğrenci Görüşleri	50

1. Giriş.....	50
2. Yöntem	51
3. Bulgular ve Sonuç	55
4. Referanslar.....	58
CULTURAL COMPETENCE IN NURSING CARE	60
Hemşirelik Bakımında Kültürel Yeterlilik	60
1. Giriş.....	60
2. Hemşirelik Bakımı ve Kültürel Yeterlilik	60
2.1. Kültürel Hemşirelik Uygulamalarında Bireylerin Değerlendirilmesi	60
2.2. Kültürel Hemşirelik Uygulamalarının Kapsamı.....	61
2.3. Hemşirelik Bakımında Kültürel Yeterlilik için Uygulama Standartları	61
2.3.1. Standart 1: Sosyal Adalet	61
2.3.2. Standart 2: Eleştirel Yansıma	62
2.3.3. Standart 3: Kültür Bilgisi.....	62
2.3.4. Standart 4: Kültürel Açıdan Yetkin Uygulama	62
2.3.5. Standart 5: Sağlık Sistemleri ve Organizasyonlarında Kültürel Yeterlilik.....	63
2.3.6. Standart 6: Hastanın Savunuculuğu ve Güçlendirilmesi	63
2.3.7. Standart 7: Çok-Kültürlü İşgücü.....	63
2.3.8. Standart 8: Kültürel Açıdan Yetkin Bakımda Eğitim ve Öğretim.....	64
2.3.9. Standart 9: Kültürlerarası İletişim	64
2.3.10. Standart 10: Kültürlerarası Liderlik.....	65
2.3.11. Standart 11: Politika Geliştirme	65
2.3.12. Standart 12: Kanıta Dayalı Uygulama ve Araştırma	65
2.4. Kültürel Yeterli Hemşirelik Bakımı Uygulama Rehberi	66
3. Sonuç ve Öneriler	66
4. Referanslar.....	66
CHANGES IN BODY TEMPERATURE IN THE NEWBORN: NURSING APPROACHES IN HYPOTHERMIA	68
Yenidoğanda Beden Isısında Değişim: Hipotermide Hemşirelik Yaklaşımları	68
1. Giriş.....	68
2. Yenidoğanda Isı Kontrolünün Önemi, Çevre Sıcaklığının Kontrolü	68
2.1. Hemşirelerin Nötral Termal Çevre Sağlaması için Yapması Gerekenler.....	69
2.2. Yenidoğanların Isı Kontrolünü Sağlayamama Nedenleri.....	69
2.2.1. Yenidoğanın Bakımının Uzaması.....	69
2.2.2. Yenidoğanın Yüksek Vücut Isısına Verdiği Cevabının Sınırlılığı	69
2.2.3. Sıvı Kaybını Arttıran Nedenlerin Varlığı	69

2.2.4. Prenatal, postnatal dönemde veya doğum anında nörolojik yıkım oluşması, analjezik ve anestetik ilaç kullanımı.....	70
2.2.5. Düşük Doğum Ağırlığı	70
2.3. Yenidoğanda Isı Kaybı Nedenleri	70
2.4. Isı Kaybettiren Yollar	70
2.4.1. Radyasyon (Işıma).....	70
2.4.2. Kondüksiyon (İletim)	70
2.4.3. Evaporasyon (Buharlaştırma)	70
6.1.1. Konveksiyon(Yayılm)	70
3. Hipotermi.....	70
3.1. Hipotermi Belirtileri	71
4. Hipotermi'nin Önüne Geçmek için Hemşirelik Girişimleri	71
5. Yenidoğanda Vücut Isısını Koruma Yolları.....	71
5.1. Radyant Isıtıcı.....	71
5.2. Kuvöz	71
5.3. Diğer Yöntemler.....	72
6. Hipotermi'nin Önlenmesinde Kanıta Dayalı Uygulamalar	72
6.1. Yenidoğanda Isı Ölçümü.....	72
7. Sonuç	72
8. Referanslar.....	72
DESIGN OF SOLVENT BASED ROTOGRAVURE WHITE INK FOR PET-G MATERIAL IN HYBRID PRINTING MACHINE THAT CAN BE COMPATIBLE WITH OFFSET INKS.....	74
1. Introduction	74
2. Materials and Methods	74
3. Experimental Study	75
3.1. Viscosity Test	75
3.2. Gloss Test.....	75
3.3. Coefficient of Friction Test	76
3.4. Tetrahydrofuran Test.....	77
4. Results	77
5. Conclusion.....	78
6. References	78
ASSISTED BREATHING PRACTICES IN NEWBORNS	79
Yenidoğanda Yardımcı Solunum Uygulamaları	79
1. Giriş	79
2. Yardımcı Solunum Uygulamaları.....	80
2.1. Yenidoğanlarda Non-İnvaziv Ventilasyon (NIV) Uygulamaları	80

2.2. Sualtı Yöntemi ile CPAP (BUBBLE CPAP)	80
2.3. Nazal Aralıklı Pozitif Basıncılı Ventilasyon (NIPPV)	80
2.4. İki Seviyeli Pozitif Havayolu Basıncı (BIPAP)	80
2.5. Yüksek Akımlı Nazal Kanül (HFNC)	80
2.6. Nazal Sürekli Pozitif Havayolu Basıncı (NCPAP).....	80
2.7. Mekanik Ventilasyon.....	80
3. Yardımcı Solunum Uygulamalarında Hemşirelik Bakımı	81
3.1. CPAP'ta Takibi Yapılan Yenidoğanın Bakımı	81
3.2. Mekanik Ventilatörde Takibi Yapılan Yenidoğanın Bakımı.....	81
4. Sonuç	81
5. Referanslar.....	81
DEVELOPMENT OF LABVIEW-BASED QUALITY CONTROL SYSTEM FOR DETECTION OF DIMENSIONAL DEFECTS IN AUTOMOTIVE INDUSTRY PRODUCTION LINES	83
1. Giriş	83
2. Materyal ve Metod	84
2.1. Geliştirilen Yapay Görme Sistemi.....	84
2.2. Geliştirilen Otomatik Hata Tespit Yazılımı.....	86
2.3. Üretim Hattında İlgili Parçaların Otomatik Kontrolü.....	87
3. Geliştirilen Yapay Görme Sistemi ile Otomatik Kontrol	88
4. Sonuç ve Tartışma	89
5. Referanslar.....	89
EVALUATION OF PREALBUMIN AS A BIOMARKER	91
1. Introduction	91
2. Prealbumin Value in Malnutrition.....	91
3. Prealbumin in Inflammation and Other Pathological Conditions.....	92
4. Conclusion.....	92
5. References	93
KINETIC MODELING OF <i>CHLORELLA VULGARIS</i> MICROALGAES BEHAVIOR IN WATER TREATMENT.....	95
1. Introduction	95
2. Material and Method	96
3. Results and Discussion	97
4. References	99
NUMERICAL INVESTIGATION OF REACTION KINETICS OF ADDED AND COATED HYDROGEN STORAGE MATERIALS	100
Katkılı ve Kaplamalı Hidrojen Depolama Malzemelerinin Reaksiyon Kinetiğinin Sayısal Olarak İncelenmesi.....	100
1. Giriş	100

2. Bulgular ve Tartışmalar	101
2.1. Matematiksel Model	101
2.1.1. Geometri ve Örgü (Mesh) Yapısı	101
2.1.2. Kullanılan Denklemler	101
2.1.3. Nümerik Çalışma	104
3. Sonuçlar	107
4. İsimlendirme	107
5. Referanslar	108
MICROSCALE ANALYSIS OF HYDROGEN STORAGE IN METAL HYDRIDE REACTORS	109
Metal Hidrür Reaktörlerde Hidrojen Depolanmasının Mikro Ölçekte Analizi	109
1. Giriş	109
2. Materyal ve Metod	110
3. Bulgular ve Tartışmalar	110
3.1. Depolama Malzemelerinin Karakterizasyonları	110
3.2. Sentetik Mikroyapı Analizleri	111
4. Sonuçlar	113
5. Referanslar	113
A SIMPLE SYNTHESIS OF Cr₂O₃ NANOPARTICLES AND ITS PHYSICAL, ELECTROCHEMICAL CHARACTERIZATIONS	114
1. Introduction	114
2. Experimental	114
2.1. Materials	114
2.2. Synthesis of Cr ₂ O ₃ Nanoparticles	114
2.3. Characterization	114
2.4. Electrochemical Measurements	114
3. Results and Discussion	115
4. Conclusion	117
5. References	117
ANALYSIS OF PRENATAL INVASIVE PROCEDURES IN A TERTIARY CENTER: A TWO-YEAR EXPERIENCE	119
1. Introduction	119
2. Materials and Methods	120
3. Results	120
4. Discussion	121
5. References	122

THE EFFECT OF FETAL GENDER ON TRANSVERSE CEREBELLAR DIAMETER MEASUREMENTS	123
1. Introduction	123
2. Materials and Methods	123
3. Results	124
4. Discussion	124
5. References	125
COMPUTED TOMOGRAPHY-ASSISTED TRANSTHORACIC NEEDLE ASPIRATION BIOPSY BY PULMONOLOGIST IN A CHEST DISEASES HOSPITAL: 4 YEAR EXPERIENCE*	126
1. Introduction	126
2. Method.....	126
2.1. TTNAB Methodology	126
2.2. Evaluation of Diagnostic Value.....	128
2.3. Evaluation of Complications	128
2.4. Analytical Statistics	128
3. Results	129
3.1. Evaluation of Complications	130
4. Discussions	130
5. Limitations.....	132
6. Conclusions	132
7. References	132
AN ENSEMBLE LEARNING MODEL FOR EARLY DETECTION OF DEMENTIA FROM MRI IMAGES.....	134
1. Introduction	134
2. Materials and Methods	135
2.1. Dataset	135
2.2. DenseNet201 Architecture	136
2.3. Machine Learning Algorithms.....	137
2.3.1. Support Vector Machine.....	137
2.3.2. Logistic Regression	137
2.3.3. Random Forest.....	137
2.3.4. Ensemble Learning.....	137
2.4. Evaluation Metrics.....	138
3. Results	138
4. References	139
NUMERICAL STUDY OF A BLOWING VEHICLE'S CENTRIFUGAL FAN FLOW STRUCTURES	141

1. Introduction	141
2. Design and Analysis Procedure.....	141
2.1. Design Parameters	141
2.2. Computational Fluid Dynamics Analysis.....	143
2.2.1. Geometry	143
2.2.2. Meshing.....	143
3. Result and Discussion.....	144
4. References	145
MOBILE ROBOT NAVIGATION WITH DEEP REINFORCEMENT LEARNING.....	146
Derin Pekiştirmeli Öğrenme ile Mobil Robotlarda Otonom Hareket	146
1. Giriş	146
2. Teknoloji ve Yöntemler.....	146
2.1. Robot İşletim Sistemi	146
2.2. Gazebo	147
2.3. TurtleBot3	147
2.4. Pekiştirmeli Öğrenme.....	147
2.4.1. Q-Öğrenme	147
2.4.2. Derin Pekiştirmeli Öğrenme.....	148
3. Mimari.....	149
4. Çerçeve.....	150
4.1. Durum Uzayı	151
4.2. Eylem Uzayı.....	151
4.3. Ödül Sistemi	151
5. Uygulama	151
6. Sonuçlar.....	153
7. Referanslar.....	154
INTERNET OF THINGS SUPPORTED FROST CONTROL IN AGRICULTURE	155
1. Introduction	155
1.1. Frost Control by Air Circulation	155
1.2. Frost Control by Heat Source	156
1.3. Frost Control by Irrigation.....	156
2. Method and Features of Application	156
2.1. Frost Control Method	156
2.1.1. Wind Generator Engine	157
2.1.2. ECU (Engine Control Unit).....	157
2.1.3. Ambient Sensor	158

2.1.4. EcuConnect and Server	158
2.2. Features of EcuConnect.....	158
2.2.1. Log In	158
2.2.2. Agricultural Fields Control Panel.....	159
2.2.3. Detail Information of ECU and Other Sensors.....	159
2.2.4. Control over the Map.....	160
2.2.5. Chart Generating	160
2.2.6. Notification and Warning	160
2.2.7. Remote Ecu Control	160
2.2.8. OTA (Over the Air).....	161
2.3. Acknowledgments	161
3. Conclusion.....	161
4. References	162
PRE-ERUPTIVE INTRAKORONAL RADIOLUCENCY: A RETROSPECTIVE CASE REPORT	163
Sürme Öncesi Kron-İçi Radyölüsensi : Bir Retrospektif Vaka Bildirimi.....	163
1. Giriş.....	163
2. Olgu Sunumu.....	163
3. Sonuç.....	164
4. Referanslar.....	164
COMPARISON BETWEEN SIMULATION RESULTS OF DIE ELEMENTS OBTAINED BY TRIAL-AND-ERROR AND DIE ELEMENTS MANUFACTURED BY REVERSE ENGINEERING	166
Deneme Yanılma İle Elde Edilen Kalıp Elemanları İle Tersine Mühendislik Kullanılarak Üretilen Kalıp Elemanlarının Simülasyon Sonuçlarının Karşılaştırılması	166
1. Giriş.....	166
2. Simülasyon ve Araştırma Yöntemi	167
3. Sonuç ve Karşılaştırma.....	171
4. Öneriler.....	172
5. Referanslar.....	172
THE EFFECTS OF DIFFERENT DIET MODELS IN VITRO FERTILIZATION OUTCOMES	174
Farklı Diyet Modellerinin İn Vitro Fertilizasyon Sonuçlarına Etkisi	174
1. Giriş.....	174
2. Gereç Yöntem.....	174
2.1. Oositlerin Uyarılması ve Toplanması.....	175
2.2. Oositlerin Hazırlanması ve Olgunlaşma Değerlendirmesi	175
2.3. Sperm Hazırlama	175
2.4. Tohumlama ve Embriyo Kültürü.....	175

2.5. İstatistiksel analiz	175
3. Sonuçlar	175
4. Tartışma	176
5. Sonuç	177
6. Referanslar	177
VITAMIN D LEVELS IN PREGNANCY, GESTATIONAL DIABETES AND REPRODUCTIVE AGE WOMEN	178
1. Introduction	178
2. Materials and Methods	178
3. Statistical Analysis	178
4. Results	178
5. Discussion	179
6. References	180
EFFECT OF GEOMETRY AND LOCATION OF CRACK ON MODAL ANALYSIS OF BEAMS	181
1. Introduction	181
2. Materials and Methods	181
3. Results and Discussions	182
4. Conclusions	183
5. References	183
THE INVESTIGATION OF PROPERTIES AND APPLICATIONS OF ANIMAL LEATHER USED IN THE READY-MADE CLOTHING AND APPAREL INDUSTRY	185
Hazır Giyim ve Konfeksiyon Endüstrisinde Kullanılan Gerçek Hayvan Derilerinin Özelliklerinin ve Kullanım Alanlarının İncelenmesi	185
1. Giriş	185
2. Deri Ürünleri ve Türleri	186
3. Deri Materyallerin Temas Açısı Sonuçları	188
4. Sonuç	191
5. Referanslar	191
DEEP LEARNING APPROACHES FOR AUTOMATIC BREAST CANCER DETECTION: PERFORMANCE EVALUATION ON MAMMOGRAPHIC IMAGES	192
1. Introduction	192
2. Related Works	193
3. Methods And Materials	193
3.1. Dataset	193
3.2. Image Preprocessing	193
3.3. Deep Learning Architectures	193
3.4. Data Augmentation	194

3.5. Model Training and Evaluation	194
4. Results	194
5. Discussion	196
6. Conclusion.....	197
7. References	197
BILATERAL FACIAL NERVE PARALYSIS: CASE REPORT AND CLINICAL APPROACH	199
Bilateral Fasial Sinir Paralizisi: Olgu Sunumu ve Klinik Yaklaşım	199
1. Giriş	199
2. Olgu Takdimi	199
3. Tartışma.....	199
3.1. Koronavirüs Hastalığı 2019 (COVID-19)	200
3.2. Covid-19 Aşılması	200
3.3. Diğer Nedenler	201
4. Sonuç	201
5. Referanslar.....	201
CONTROL OF PURE INTEGRATING PROCESSES WITH TIME DELAY USING WHALE OPTIMIZATION ALGORITHM	203
1. Introduction	203
2. Materials and Methods	204
2.1. Whale Optimization Algorithm	204
2.2. Proposed Control Scheme based on Smith Predictor	205
3. Simulation Results.....	206
4. Conclusions	209
5. References	209
IMPACT OF PARAMETER VARIATIONS ON REACHABILITY SETS OF AERODYNAMIC INTERCEPTORS	211
1. Introduction	211
2. Modelling	211
2.1. Mathematical Model of the Interceptor	211
2.2. Aerodynamic Drag Modelling.....	212
3. Reachable Set Generation.....	213
4. Effect of Parameter Variation on Reachable Set	217
4.1. Effect of Flight Duration and Initial Flight Path Angle.....	218
4.2. Effect of Base Drag Coefficient and Acceleration Related Drag Coefficient	219
4.3. Effect of Thrust Variation	221
4.4. Effect of Autopilot Dynamics	221

4.5. Effect of All Variations for a Specific Test Case	222
5. Conclusion.....	223
6. References	224
HYDROTHERMAL CARBONIZATION OF RICE HUSK: FUEL PROPERTIES AND CO ₂ ADSORPTION.....	
1. Introduction	225
2. Materials and Methods	225
2.1. Materials.....	225
2.2. Hydrothermal Carbonization	225
2.3. Characterization of Samples.....	225
2.4. Determination of CO ₂ Adsorption Capacity.....	226
3. Results and Discussion	226
3.1. Characterization of Products	226
3.2. CO ₂ Adsorption	227
4. Conclusions	227
5. References	228

SÖZLÜ SUNUMLAR / ORAL PRESENTATION

SÖZLÜ SUNUMLAR ORAL PRESENTATION

SUPPORT VECTOR MACHINE MODEL IN PREDICTING THE ENERGY DISSIPATION IN LABYRINTH WEIRS

Hamidreza Abbaszadeh ^{1*}, Yousef Hassanzadeh ²

¹ Department of Water Engineering, Center of Hydroinformatics, Faculty of Civil Engineering, University of Tabriz, Tabriz, Iran

¹ ORCID ID:0000-0001-7714-6081, ha.abbaszadeh@tabrizu.ac.ir

² Department of Water Engineering, Center of Hydroinformatics, Faculty of Civil Engineering, University of Tabriz, Tabriz, Iran

² ORCID ID: 0000-0003-4272-4667, yhassanzadeh@tabrizu.ac.ir

* Corresponding Author

Abstract

Here, the relative energy loss in labyrinth weir is investigated using the support vector machine (SVM) model. 70% of the data sets were used for the training phase and 30% for the test phase. The results of different kernels showed that the radial basis function (RBF) kernel has better results in predicting the relative energy loss of labyrinth weir compared to the polynomial, linear, and sigmoid kernels. The results of statistical indicators of correlation coefficient (R), mean percentage relative error (Mean RE%), root mean square error (RMSE) and Kling Gupta Efficiency (KGE) for the SVM-RBF model in the test phase were 0.907, 1.38%, 0.0153 and 0.744, respectively.

Keywords: Labyrinth weir, Support Vector Machine, Statistical indicators.

1. Introduction

The mechanism of flow energy loss has been investigated in many hydraulic structures [1-5]. Ayaz and Mansoor [6] investigated the discharge coefficient (C_d) of triangular plan weirs using an artificial neural network. This model predicts the C_d with an error within $\pm 2.5\%$ of the agreement line. As a result, it reduces the prediction error of the C_d by 64%. Mohammadzadeh-Habili et al. [7] investigated the energy loss of labyrinth weirs. The results of their research showed that the amount of energy loss in the labyrinth weirs decreases linearly with the increase of the critical depth. Ghaderi et al. [8] numerically investigated the C_d and relative flow energy loss in labyrinth weirs. Their results showed that the C_d of labyrinth weirs changes between 0.4 and 0.8. Haghiabi et al. [9] investigated the relative energy loss of labyrinth weirs with different plan shapes. Their results showed that labyrinth weirs can dissipate flow energy between 0.85 and 0.70 in the range of $1 \geq h_0/P \geq 0.1$. Samadi et al. [10] investigated the influence of the geometrical parameters of the labyrinth weirs on the hydraulic parameters. Their results showed that increasing the cycle leads to a decrease in discharge and C_d . Idrees and Al-Ameri [11] investigated the flow characteristics and energy loss on a new form of trapezoidal labyrinth weirs. The trapezoidal weir increases the energy loss rate by more than 92%.

In the present study, the relative energy loss of labyrinth weirs with triangular and trapezoidal plan shapes has been investigated based on experimental data using the support vector machine (SVM) model.

2. Materials and Methods

In this research, the data of Haghiabi et al. [9] have been used. Using the Support Vector Machine (SVM) model, the relative energy loss of labyrinth weirs was predicted. The description of weirs and its shape can be seen in the research of Haghiabi et al. [9]. Explanations related to SVM model can be seen in Vapnik [12] and Norouzi et al. [13]. Of the total number of data, 70% was considered for training and the rest for testing [14]. The equations of R, RMSE, RE% and KGE were used to check the accuracy of the model [15-18]. Based on Haghiabi et al. [9] research, the dimensionless parameters h_0/P , W_c/W_{cy} and L_{cy}/W_{cy} are considered as model inputs.

3. Results and Discussion

To predict the relative energy loss by data mining methods, in general, 94 data were selected for the train phase and rest were selected for the testing phase. According to Table (1), among the Linear, Polynomial, RBF, and Sigmoid kernels, the RBF kernel was selected as the best kernel for the SVM model due to the favorable results of its statistical indicators (Table 1). The best kernel was chosen in such a way that it has good R, RMSE, Mean RE, and KGE statistical indicators compared to the observed results. According to Figures (1-a and b), the results of statistical indicators for RBF kernel in the training phase are $R=0.952$, $RMSE=0.0076$, $Mean\ RE=0.0078$, and $KGE=0.865$. In addition, for the test phase, the values of these indicators are 0.907, 0.0153, 0.0138, and 0.744, respectively.

Table 1: The statistical indicators of various kernels in the SVM model

Statistical indicator	Kernels			
	Linear	Polynomial	RBF	Sigmoid
R (test)	0.530	0.239	0.907	0.292
KGE (test)	0.308	0.007	0.744	-0.912
RMSE (test)	0.0319	0.0359	0.0153	0.0992
Mean RE% (test)	3.150	2.937	1.38	8.564

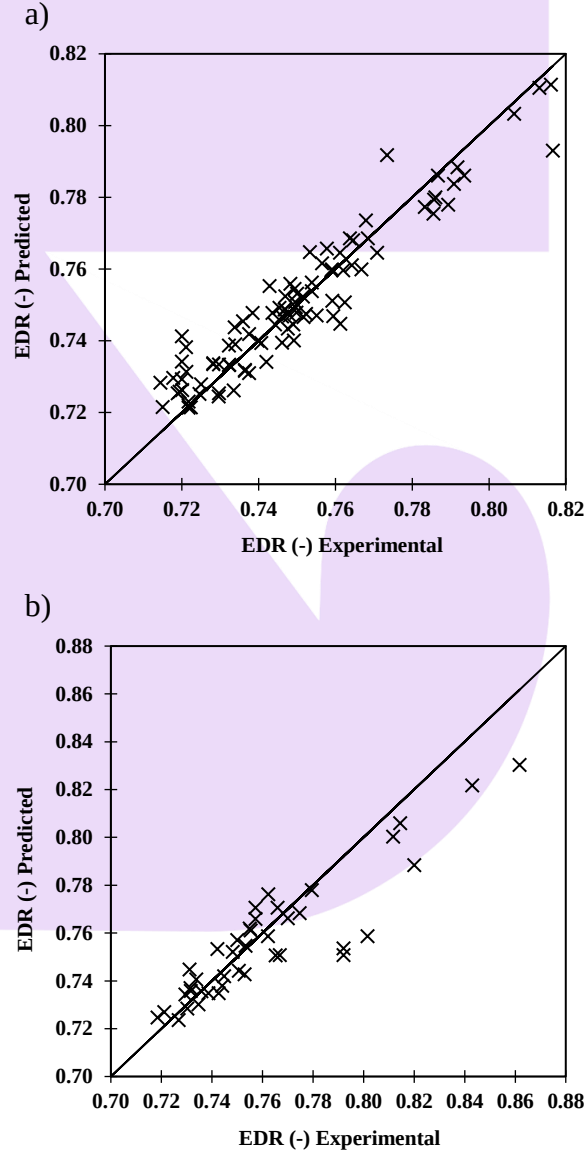


Figure 1: Experimental against predicted relative energy loss

4. Conclusion

In the present study, the support vector machine (SVM) model was used to predict the amount of energy loss of labyrinth weirs. In the SVM model, the results of the examination of different kernels showed that the radial basis function (RBF) kernel has favorable results compared to the Polynomial, Linear, and Sigmoid kernels compared to the observed results. The statistical indicators of R, RMSE, Mean RE% and KGE for the SVM-RBF model in the test phase are 0.907, 0.0153, 1.38% and 0.744, respectively.

5. References

- [1] Parsaie A. and Haghiabi A.H., "The hydraulic investigation of circular crested stepped spillway", *Flow Measurement and Instrumentation*, 70, 101624, 2019.
- [2] Salmasi, F. and Abraham, J., "Effect of slope on energy dissipation for flow over a stepped spillway", *Water Supply*, 22(5), 5056-5069, 2022.

- [3] Daneshfaraz, R., Norouzi, R. and Abbaszadeh, H., “Experimental investigation of hydraulic parameters of flow in sluice gates with different openings”, *Environment and Water Engineering*, 8(4), 923-939, 2022.
- [4] Nasrabadi, M., Mehri, Y., Ghassemi, A. and Omid, M.H., “Predicting Submerged Hydraulic Jump Characteristics Using Machine Learning Methods”, *Water Supply*, 21(8), 4180–4194, 2021.
- [5] Murzyn, F. and Chanson, H., “Experimental assessment of scale effects affecting two-phase flow properties in hydraulic jumps”, *Exp Fluids*, 45, 513–521, 2008.
- [6] Ayaz, M. and Mansoor, T., “Development of ANN model for discharge prediction and optimal design of sharp-crested triangular plan form weir for maximum discharge using linked ANN–optimization model”, *Water Supply*, 21(6), 3027-3041, 2021.
- [7] Mohammadzadeh-Habili, J., Heidarpour, M. and Samiee, S., “Study of energy dissipation and downstream flow regime of labyrinth weirs”, *Iranian Journal of Science and Technology, Transactions of Civil Engineering*, 42, 111-119, 2018.
- [8] Ghaderi, A., Daneshfaraz, R., Dasineh, M. and Di Francesco, S., “Energy dissipation and hydraulics of flow over trapezoidal–triangular labyrinth weirs”, *Water*, 12(7), 1992, 2020.
- [9] Haghiabi, A.H., Nou, M.R.G. and Parsaie, A., “The energy dissipation of flow over the labyrinth weirs”, *Alexandria Engineering Journal*, 61(5), 3729-3733, 2022.
- [10] Samadi, A., Salmasi, F., Arvanaghi, H. and Mousaviraad, M., “Effects of Geometrical Parameters on Labyrinth Weir Hydraulics”, *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 148(10), 06022006, 2022.
- [11] Idrees, A.K. and Al-Ameri, R., “Investigation of flow characteristics and energy dissipation over new shape of the trapezoidal labyrinth weirs”, *Flow Measurement and Instrumentation*, 89, 102276, 2023.
- [12] Vapnik VN, “The nature of statistical learning theory”, Springer-Verlag, New York, 1995.
- [13] Norouzi, R., Sihag, P., Daneshfaraz, R., Abraham, J. and Hasannia, V., “Predicting Relative Energy Dissipation for Vertical Drops Equipped with a Horizontal Screen Using Soft Computing Techniques”, *Water Supply*, 21(8), 4493-4513, 2021.
- [14] Hassanzadeh, Y. and Abbaszadeh, H., “Investigating Discharge Coefficient of Slide Gate-Sill Combination Using Expert Soft Computing Models”, *Journal of Hydraulic Structures*, 9(1), 63-80, 2023.
- [15] Daneshfaraz, R., Norouzi, R., Ebadzadeh, P., Di Francesco, S. and Abraham, J.P., “Experimental Study of Geometric Shape and Size of Sill Effects on the Hydraulic Performance of Sluice Gates”, *Water*, 15(2), 314, 2023.
- [16] Daneshfaraz, R., Norouzi, R., Abbaszadeh, H. and Azamathulla, H.M., “Theoretical and experimental analysis of applicability of sill with different widths on the gate discharge coefficients”, *Water Supply*, 22(10), 7767-7781, 2022.
- [17] Daneshfaraz, R., Norouzi, R., Abbaszadeh, H., Kuriqi, A. and Di Francesco, S., “Influence of sill on the hydraulic regime in sluice gates: an experimental and numerical analysis”, *Fluids*, 7(7), 244, 2022.
- [18] Abbaszadeh, H., Daneshfaraz, R., Norouzi, R., “Experimental investigation of hydraulic jump parameters in sill application mode with various synthesis”, *Journal of Hydraulic Structures*, 9(1), 18-42, 2023.

IRON ORE DEPOSIT IN THE VAREŠ AREA WITH OCCURRENCES OF COMPLEX SULPHIDES OF LEAD, ZINC, AND BARITE (BOSNIA AND HERZEGOVINA)

Mevlida Operta ¹, Sylejman Hyseni ², Enes Muzaqi ^{3*}

¹ University of Sarajevo Department of Geography Faculty of Science, , Sarajevo, Bosnia and Herzegovina,

² University “Isa Boletini” – Mitrovica, Mitrovica, Kosovo

³ Stan Terg Mine, Mitrovice, Kosovo

³ enes_muzaqi@hotmail.com

*Corresponding Author

Abstract

The area of Vareš is known for the production of metallic mineral raw materials: iron ore, chromium, manganese, lead, and zinc with barite. The population of Vareš has been engaged in the mining and processing of ore, trade, and manufacturing of iron objects since ancient times. Even during the time of Bosnian rulers, lead was mined in this area, which is related to German miners (Saxons). In the localities of Borovica, Orti, and Veovača there are traces of old lead, gold, and silver mining. This area is also promising in the domain of non-metallic mineral raw materials, among which the most thoroughly researched spilites, amphibolites, and limestones are suitable as raw materials for the production of technical-building materials, architectural-decorative stone, and stone wool.

The paper analyses the metallogenic and mineralgenic characteristics of the area of Vareš and provides a historical overview of the research of mineral raw materials so far. During 1991, production was suspended in the lead, zinc, and barite mine of Veovača near Vareš, and the following year, exploitation was suspended in the iron ore mine of Vareš (the Smreka and Brezik surface mines, and in the Droškovac pit).

During the exploitation of lead, zinc and barite and the processing of concentrates at the Veovač open pit, a decision was made to carry out sampling of the mineralized zone at the Smreka open pit in order to gain insight into the quality of the ore zone with non-ferrous metals and the possibilities of processing. The paper presents the results of laboratory tests and geological research, as well as the attached geological profiles of the part of the deposit from which sampling and laboratory tests were carried out.

Keywords: mine, ore zones, lead, zinc, barite, iron, chromium, manganese, geological mapping, laboratory testing, reserves, quality.

1. Introduction

Mining in Bosnia and Herzegovina has a long tradition, as the exploitation of metallic mineral raw materials began in the Roman era and continued intensively in the Middle Ages. During the period of Turkish rule (Ottoman rule), many deposits were activated, such as the Vareš and Ljubija iron ore deposits, the Srebrenica lead-zinc deposit, and others. In 1991, production was suspended in the lead, zinc, and barite mine Veovača near Vareš, and the following year, production was suspended in the iron ore mine Vareš. The opening of the nickel and cobalt mine in Vardište near Višegrad was planned, and the cerusite mine in Olovo has already started operating.

The metallogenic zone Borovica-Vareš-Čevljanovići is built of Triassic clastic and carbonate formations, in which the presence of significant iron deposits and complex sulfide-barite deposits was determined. Mineralogical and ore occurrences are found in the Triassic sediments. Systematic geological research with minor interruptions was carried out between 1967 and 1989, when the exploitation of the only open deposit in Veovača was stopped. Through the systematic geological research carried out in the period from 1967 to 1989, the valorization of lead, zinc, and barite reserves in the Veovača, Orti, Rupice, Brestić-Juraševac deposits was carried out.

In the Borovica-Vareš metallogenic zone, detailed research of lead, zinc, barite, and other minerals that occur with them in paragenesis has been intensified recently with the aim of determining qualitative and quantitative characteristics. Through previous geological, geochemical, geophysical, and laboratory testings, as well as exploratory drilling and pit works, about 30 ore and mineral occurrences have been identified.

During the exploitation of lead, zinc and barite and the processing of concentrates at the Veovač open pit, a decision was made to carry out sampling of the mineralized zone at the Smreka open pit in order to gain insight into the quality of the ore zone with non-ferrous metals and the possibilities of processing. Geological mapping, sampling and laboratory testing were carried out at Smreka open pit to determine the quality of the ore zone with non-ferrous metals.

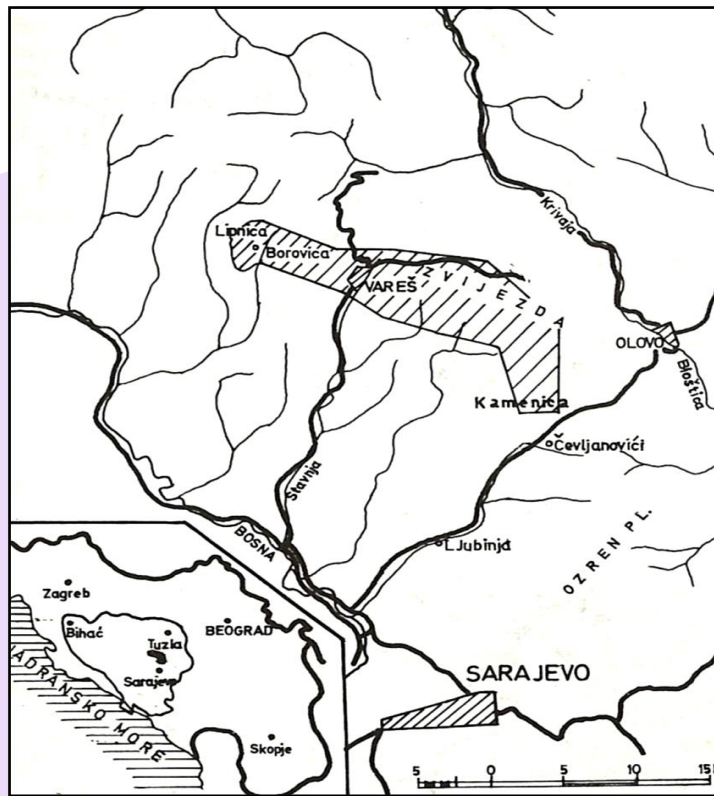


Figure 1. Overview map of the Triassic sedimentary zone in the Vareš area

2. Metallogenic and Mineralgenic Characteristics of The Vareš Area

The Borovica-Vareš-Čevljanovići metallogenic zone is built of Triassic clastic and carbonate formations in which geological, geochemical, geophysical, and laboratory testings, as well as exploratory drilling and pit works, have established about 30 ore and mineral occurrences (Figure 2). Mineralogical and ore occurrences are found in the Triassic sediments. Until 1992, mining and metallurgy were the most important industries in the Vareš area. Metallic mineral raw materials were exploited in the Vareš iron ore mine and the Veovača lead, zinc, and barite Mine.

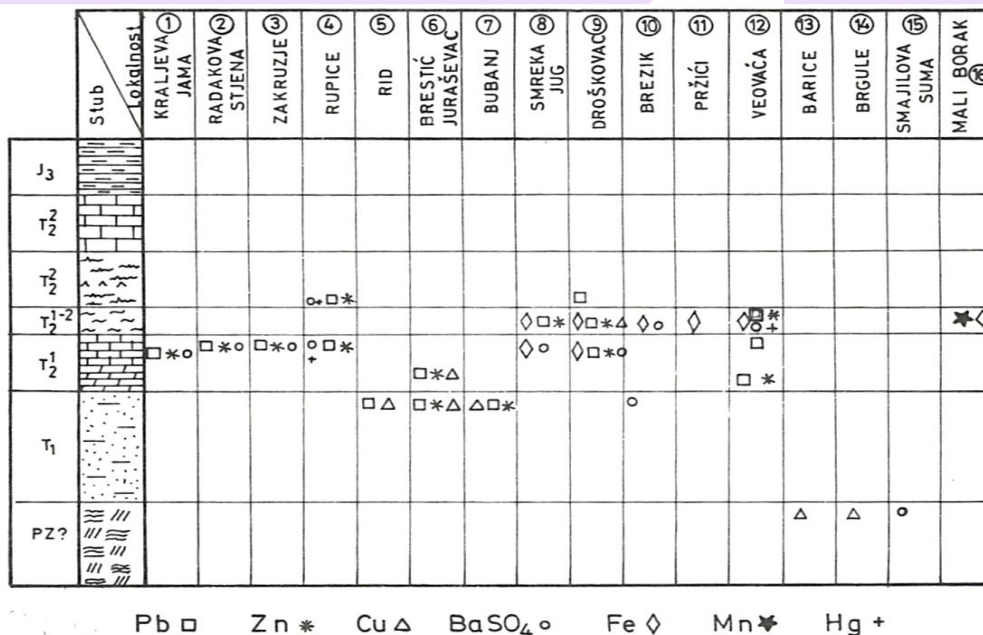


Figure 2. Ore genesis and mineralization in the geological column in the Borovica-Vareš-Kamenica Triassic area (Veljković, 1983).

Of the metallic mineral raw materials, the iron ore reserves of the Smreka, Droškovac and Brezik deposits are significant. The surface mine of the Smreka iron ore deposit and the Droškovac pit are submerged, so their exploitation is practically and technically impossible. At the end of the exploitation, a lake was formed on the surface mine (Figure 3).



Figure 3. Artificial lake formed on the Smreka iron ore surface mine.

Economically significant ores of non-ferrous metals with contents of lead, zinc, and silver and smaller concentrations of mercury, copper, arsenic, and antimony are located in three narrow areas. The first one is the western part around the village of Borovica with occurrences in the localities of Bujanj, Juraševac, Brestić, Rid, Rupice, Završje, Široki do, Ceo, Radakova stijena, Kraljeva jama, Sutjeska, Križ-Zakrižje and Crvena stijena.

In the central group of deposits, there are deposits of iron ore with concentrations of complex sulphides of lead, zinc, and barite. There are the Smreka, Droškovac, Brezik, Mali borak, Preljev, Veovača, Orti and Selište. At the Mekuše site, sulphides were determined by exploratory drilling. This area is treated as the most promising one.

The degree of exploration of ore concentrations in the eastern part is the lowest. Occurrences of sulphides of non-ferrous metals or barite were determined in the following localities: Barice, Grubanovići, Brgule, Gasovac, Ljevački potok, Smajlova šuma and some other less significant ones. The results of the conducted research made it possible to single out several ore localities, which are shown in figure 4. The ore reserves in some deposits such as the Veovača, Orti, Rupice and Selište were valorized through investigative works. Only on the Preljevo the reserves were not confirmed by investigative works. The degree of exploration of deposits and occurrences in metallogenic zone is quite low, with the exception of Veovača and Rupica.

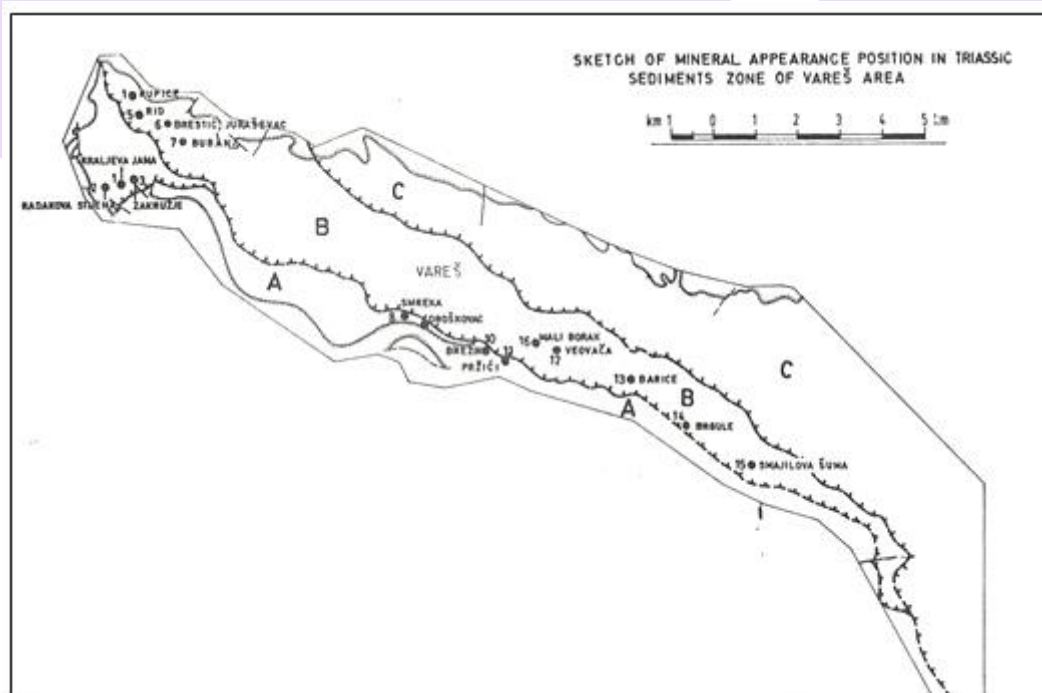


Figure 4. Sketch of the distribution of mineral resources in the Triassic sediment zone of the Vareš area (Veljković, 1989).

The Veovača deposit is located in the middle part of the Triassic sediments of the Vareš area. The deposit was explored with boreholes on a grid of 30 x 30 m. With these investigations, the western part of the deposit in a length of about 350 m has been completely defined. During the opening of the deposit, the ore was extracted to a level of 1035 m.

In the vicinity of Veovača, in the localities of Selište, Orti and Prijeljev, indications of interesting mineralization and ore genesis have been obtained, which indicates the perspectivity of this area. The ore concentrations are similar to the concentrations in the Veovača deposit. The difference is in the dominance of fine-grained psammitic and aleurolite formations that differentiate fine-grained breccias with barite and sulfides of Pb and Zn. The minerals Cu, Sb and Hg are less represented.

The Rupica deposit is located northeast of the village of Borovica and represents a deposit of complex barite ore with sulphides of lead and zinc.

The Rupica deposit was explored and exploited during the time of the Romans and medieval Saxons, as evidenced by the remains of old mining works and various archival data. Investigative works were also carried out in the period from 1878 to 1941 by Austria-Hungary, as indicated by written documentation. It was systematically investigated in the periods 1967-1969 and 1979 to 1982. In the period 1959-1960 barite from the Rupice locality was exploited and sold. Barite was sold in the USA by RŽV-Vareš.

In recent years, detailed research with deep exploratory drilling on the Veovača and Rupica deposits has been intensified. These researches will most likely continue at the perspective locations of Selište, Orti, Mekuše, Juraševac and Brestić.

In the Vareš area, iron ore was exploited until 1992 at three locations: Smreka and Brezik (surface mining) and Droškovac (pit mining).

In Bosnia and Herzegovina, chrome ore was mined in the past in Duboštica near Vareš, where layers of chromite alternate with layers of stratified lherzolite and pyroxenite. Chromium was mined in the Rakovac, Meki dol, Međa, Šabanluke and Borak pits in the period from 1880 to 1966.

The production of non-metallic mineral raw materials in the area of Vareš was rooted in Bosnia and Herzegovina until the beginning of the last war, mainly as a supporting activity of metal production.

Of the non-metallic mineral raw materials, the most thoroughly explored were spilites, amphibolites and limestones, suitable as raw materials for the production of technical-building materials, architectural-decorative stone and stone wool.

Of the non-metallic mineral raw materials, limestone from the Stijene quarry was exploited for the needs of the Blast Furnaces and construction, and quartz sand from Pobrin Han for the needs of the Foundry. Limestones were most often used as building materials. Limestones were mainly used as broken stone and crushed stone (limited).

Refractory mineral raw materials include: chromite, magnesite and enstatite dunite.

The occurrence of magnesite has been registered in the marginal area, and in the Krivaja-Konjuh ultrabasic complex there are deposits with explored reserves of magnesite. Since enstatite dunite contains a high percentage of olivine (over 90%), it can be used for the production of olivine sands for application in the refractory materials industry and metallurgy.

Of the foundry raw materials in the area of Vareš, the most important are quartz sand with sandy clay and quartz sandstones in the Pobrin Han deposit, which were used for many years in the Vareš ironworks.

Fibrous products (glass wool, mineral wool and stone wool) are especially important among the raw materials for petrology. Although there is a considerable number of rocks in the Vareš area from which stone wool could be produced, only the amphibolites of the Vijaka area have been proven to have a useful value. In addition to the satisfactory chemical composition, the amphibolites of Vijaka are characterized by a favorable mineral composition.

In the peripheral area of Vareš, two mineral raw materials with established reserves can be singled out, which can be used in the chemical industry. These are limestone and barite that can also be used in the filler industry.

Based on the qualitative properties established so far, spilite from the Kota deposit can be used as a raw material for the production of crushed stone aggregates for asphalt and concrete for special purposes, crushers for curtain track gliders, stone (mineral) wool and architectural-building stone (limited).

Previous investigations of amphibolite rocks in the area of Vijaka have established that they can be used as technical-building and architectural stone (for producing of tables, benches, planters, ashtrays, vases and other souvenirs).

The requirements of the cement industry are met by the limestone from the Kota deposit due to the content of iron-clay material. Since the sand from the Pobrin Han deposit contains a certain percentage of Fe_2O_3 and Al_2O_3 , it can be used in the production of cement.

The area of Vareš is characterized by the traditional production of construction lime, which was used to supply both Vareš and the surrounding area.

3. Vareš Iron Ore Deposit

Economically significant deposits of iron ore in Bosnia and Herzegovina are located in Ljubija, Vareš, Gornji Vakuf and Jablanica. Ljubija iron ore deposits are genetically and spatially related to clastic and carbonate deposits of the Sana-Una Paleozoic. The main ore minerals in the deposit are goethite (limonite) formed by chemical weathering of siderite and ankerite. Although the Ljubija

deposits are located in sedimentary rocks, some authors believe that the source of large amounts of iron located in such a small area should be linked to magmatic activity, as traces of this activity have been discovered.

Another significant deposit of iron ore is Vareš, where exploitation was carried out until 1992 in three locations: Smreka and Brezik (surface mining) and Droškovac (pit mining). Vareš iron ore deposits differ both in terms of quantity and quality of hematite ore, and also according to the position in the deposit itself.

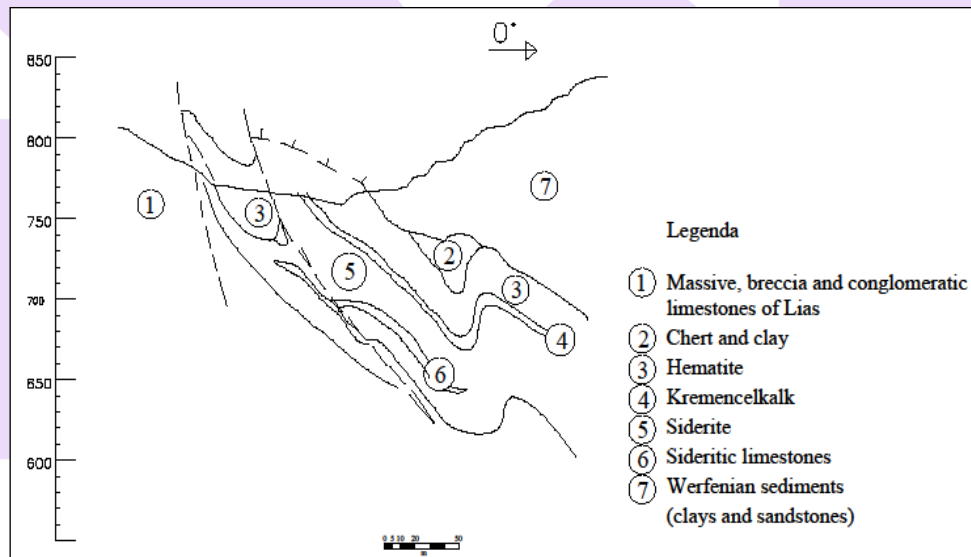
The Smreka deposit is the largest in a series of deposits in Vareš. The share of hematite is higher than in other deposits. The participation of barren liners belonging to that series is also the largest. The quality of hematite in this deposit is the weakest. The share of barren liners in the Droškovac deposit is lower than in the Smreka deposit. Such a large share of hematite ore in this part of the ore body was partly due to the non-mining of this ore, which was prohibited by the Republican Committee for Energy and Industry due to the presence of oligonite-siderite, a carrier of lead-zinc ore. Those masses were declared off-balance sheet reserves. The quality of pure and diluted hematite ore is significantly better than the hematite ore of the Smreka deposit.

The third deposit, Brezik, is the smallest one in terms of ore quantity, but it contains the highest quality ore, which especially relates to hematite ore. The share of tailings in the hematite ore series is insignificant, only 0.5%, so it can be said that it is a very pure ore.

In Droškovac, exploitation was initially carried out by surface mining, and later it was switched to pit mining. In this pit, siderite is found in the core of the anticline and hematite on the wings. The bottom of the ore bodies in the Smreka open mine and Droškovac pit is formed by Lower and Middle Triassic sediments represented by marls, marly limestones and black bituminous shales.

At the Brezik surface mine, the Triassic-aged ore series lies discordantly on Jurassic sediments. The roof of the ore body is made up of limestones, marly limestones, marls and sandy mica schists of Scythian age. Small veins and lenses of sulphide mineralization are found in the limestone series.

The floor of the ore bodies in the Smreka open mine is made up of breccia limestones of Jurassic age, over which lies the siderite series (siderite and sideritic limestone), which is separated from the hematite series by a low-strength of so called "kremencilkalk" series, while the roof consists of verfen sediments (Figure 5).



Slika 5. Geological structure of the Smreka deposit

Mineralizations of Pb, Zn and BaSO₄ appear in the roof lots of the Smreka iron ore open mine, which were not paid enough attention from an economic point of view. It is also evident that in the productive zone (siderite, hematite) there are significant concentrations of lead, zinc, barite and silver. In the Droškovac locality, reserves have even been established and certified, for which there is an elaborate processing technology.

The occurrence of lead-zinc ore on floor 810 and floor 870 at the Smreka open mine required detailed prospection and geological processing of these occurrences, which was realized in 1989.

Through detailed prospecting and detailed geological mapping on floor 810, the vein occurrence of this ore genesis was established over a length of 170 m with an average thickness of 0.80 m. The disposal of the ore mass was carried out in sideritic and aleurolite limestones, and partly also in sandstones and clays. These sediments belong to the Anisic-Ladinic in which the sediments of the Lower Triassic are found.

Instrumental geological mapping and sampling using the furrow method was performed. A total of 43 tests were taken and processed, and based on the results obtained, the quality of the certain mineralization was assessed.

Geological mapping established that the ore genesis has continuity in the northwest-southeast direction, with a general dip of 22/50°. The average ore genesis capacity is 0.80 m.

In addition to galena, sphalerite, and barite, also malachite, azurite, chalcopyrite and hydro-siderite with chert inclusions were found in the ore genesis zone. The immediate overburden of the ore vein consists of altered, crumbling, silty siltstones that form the overburden contact between the ore genesis and overburden sediments (Figure 6).

The ore genesis is registered on the slope of floor 810 on the surface mine and appears at different elevations, and during exploitation, the complete ore genesis could only be reached at the floor 790 (Figure 6).

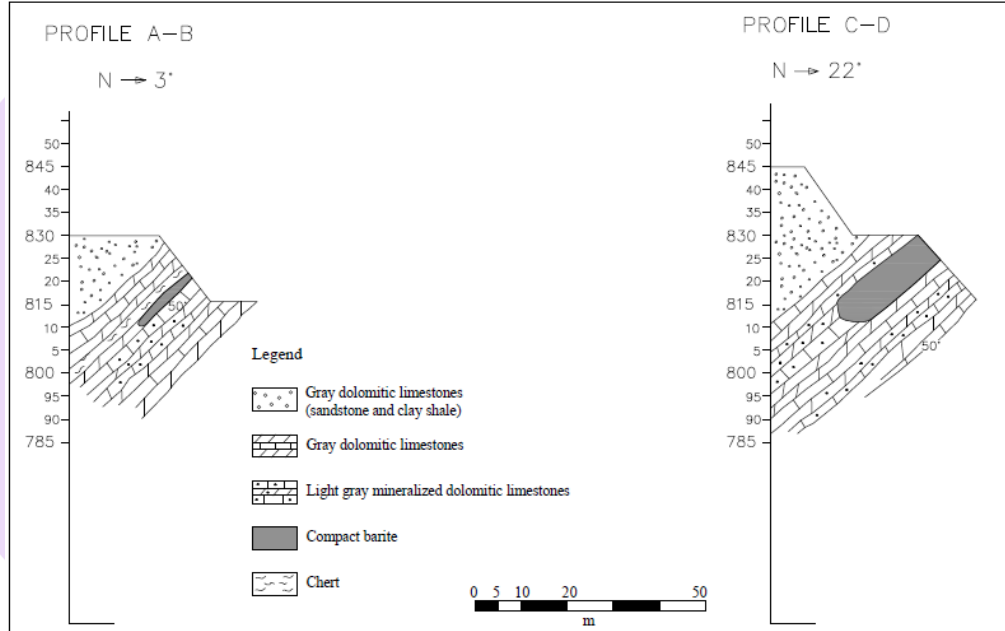
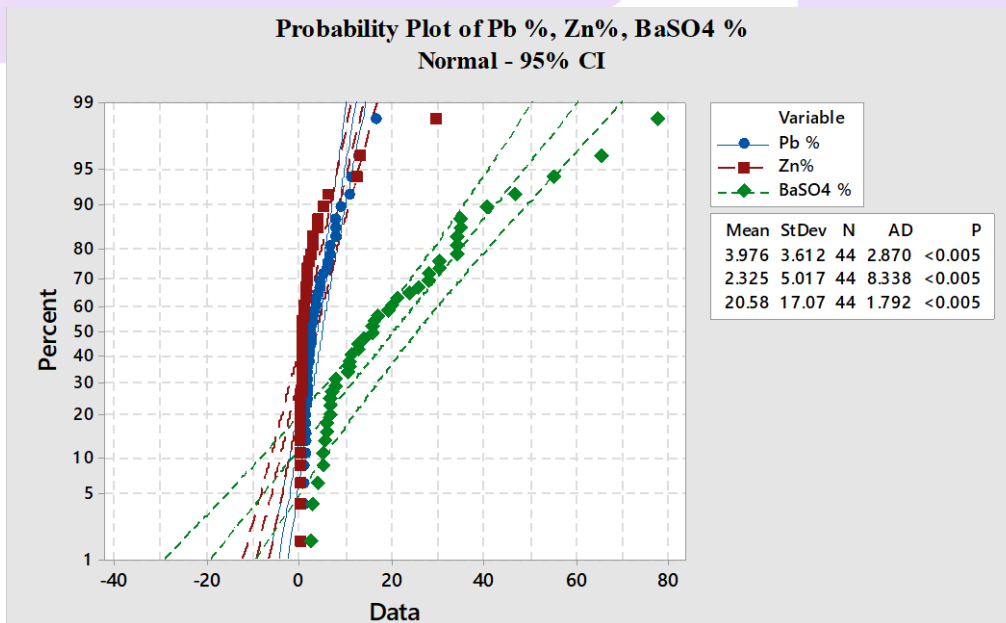


Figure 6. Geological profiles A-B and C-D

In addition to geological mapping and sampling, samples for petro and ore preparations (15 pieces) were taken, the processing of which determined the types and composition of accompanying rocks, as well as microscopic determinations of the mineralogical composition of the ore genesis zone, intergrowth, permeation, grain size and other parameters, which are necessary for technological research (ore processing).

On the basis of prospection and geological processing, a rough estimate of reserves was made from elevation 825 to elevation 796, where ore reserves were estimated at 13.000 tons with an average content based on the processed samples taken (43 in total): Pb-4.06%, Zn-2.36 % and BaSO₄ -20.77 %. The results of statistical analyzes of the samples on which the contents of Pb, Zn and BaSO₄ were determined are shown in table 1 and graph 1.



Graph.1

Table 1. Results of chemical analysis of complex ore of lead, zinc and barite at the Smreka open mine

Ord, number	Sampel label	Pb (%)	Zn (%)	BaSO ₄ (%)
1.	SME-1	1.45	0.48	15.81
2.	SME-2	2.21	0.25	23.68
3.	SME-3	2.20	0.24	34.76
4.	SME-4	1.28	0.30	5.86
5.	SME-5	11.28	0.11	13.72
6.	SME-5'	1.40	0.40	5.26
7.	SME-6	4.19	0.19	30.20
8.	SME-7	1.16	0.32	11.20
9.	SME-8	3.85	0.25	21.08
10.	SME-8'	1.29	1.82	10.26
11.	SME-9	2.66	2.44	33.81
12.	SME-10	1.46	0.79	10.75
13.	SME-11	1.75	0.10	20.04
14.	SME-11'	0.82	0.51	5.64
15.	SME-12	1.06	0.23	2.70
16.	SME-13	0.71	0.22	2.33
17.	SME-14	1.23	0.24	6.68
18.	SME-15	3.15	0.30	7.75
19.	SME-16	2.21	1.03	3.81
20.	SME-17	2.44	0.34	5.22
21.	SME-18	16.26	0.40	27.76
22.	SME-19	12.60	0.32	30.13
23.	SME-20	6.51	2.60	15.86
24.	SME-21	0.77	0.15	5.06
25.	SME-22	7.52	0.28	33.97
26.	SME-23	4.36	0.62	15.90
27.	SME-24	5.67	0.24	6.65
28.	SME-25	1.87	1.46	19.00
29.	SME-26	5.03	1.19	16.95
30.	SME-27	1.69	0.57	7.68
31.	SME-28	1.67	1.62	6.50
32.	SME-29	1.84	1.67	12.70
33.	SME-30	2.64	0.56	7.11
34.	SME-31	3.58	6.32	46.57
35.	SME-32	6.51	4.89	77.38
36.	SME-33	6.15	13.11	65.00
37.	SME-34	7.53	12.38	25.38
38.	SME-35	10.84	29.29	34.11
39.	SME-36	1.69	3.95	10.91
40.	SME-37	3.34	2.80	54.92
41.	SME-38	2.13	1.21	28.00
42.	SME-39	8.78	1.32	34.63
43.	SME-40	7.74	4.07	40.37

The ore genesis at elevation 870 in the eastern part of the Smreka open mine was not specially processed, although it is evident that it extends to the east, because it is located in the protection zone between the town of Vareš and the Smreka open mine. Ore genesis is localized in carbonate sediments (Pb, Zn, BaSO₄, Cu, CaCO₃ and malachite).

The gross of ore formed mass that can be taken is 8000 t, and no sampling or other processing was performed in this part in order to define the geological parameters.

This zone with non-ferrous metals in the roof of the Smreka mine in Vareš was also the subject of earlier research, when sampling was carried out using the point method on four profiles (Kulenović, 1968). Sampling was carried out from several floors of the Smreka open mine, in order to gain insight into the quality of the ore zone with non-ferrous metals. 12 samples were taken and an average barite content of 40, 42-86, 15% was obtained in 11 samples, while a content of 11, 17% BaSO₄ was determined in only one sample.

As part of the VAMOS project financed by the EU fund 2020, the Federal Institute of Geology had the task of examining and investigating the rock quality of the Smreka iron deposit in Vareš. All geomechanical parameters obtained from these measurements

were used in the modification of the machine that should dig ore in Vareš under water. After extensive testings and research, it was difficult to define the bottom of the Lake Smreka by bathymetry because it is about great depths of up to 120 m (Nikolić et al. 2018).

4. Conclusion

Mining in the territory of Bosnia and Herzegovina has a long tradition, as the exploitation of metallic mineral raw materials began in the time of the Romans and continued intensively in the Middle Ages. During the Turkish rule (Ottoman rule), many deposits were activated, such as the Vareš and Ljubija iron ore deposits, the Srebrenica lead-zinc deposit, and others. In 1991, production was suspended in the Veovača Lead, Zinc and Barite Mine near Vareš, and the following year, the Vareš Iron Ore Mine also ceased operations.

In the metallogenic zone of Borovica-Vareš, the detailed research of lead, zinc, barite and other minerals that occur with them in paragenesis has been intensified recently with the aim of determining qualitative and quantitative characteristics.

In the Vareš area, iron ore was exploited until 1992 at three locations: Smreka and Brezik (surface mining) and Droškovac (pit mining). Mineralized zones with lead, zinc and barite have been identified on these iron ore deposits. During the exploitation and processing of lead, zinc and barite at the "Veovača" mine, a decision was made to carry out sampling of the mineralized zone with lead, zinc and barite at the "Smreka" mine, as well as geological mapping and laboratory testing to determine the quality of the ore zone with non-ferrous metals. and determining the possibility of processing and obtaining concentrate.

At the Smreka surface mine geological mapping and sampling of 43 samples using the furrow method was performed and the average content of Pb-4.06%, Zn-2.36 % and BaSO₄ -20.77 % was obtained.

5. References

- Atanacković, M., Mudrenović, V., Gaković, M. 1968, Stratigrafija i tektonika područja Borovice kod Vareša, Geološki glasnik-12, Sarajevo.
- Katzer, F. 1906, Istorijско razvijanje i današnje stanje geoloških proučavanja Bosne i Hercegovine, Glas. Zem. Muzeja BiH 18, 37 – 68.
- Kulenović, E. 1968, Prilog poznavanju zone sa obojenim metalima u povlati željeznih rudišta Vareša, Geološki glasnik br. 12, str. 285-289, Sarajevo.
- Nikolić, T., Nikolić, J., Špago, A., Hajdarević, I. 2018, Geomehantičke i geološke osobine stijena na PK "Smreka" Vareš rađene za potrebe projekta VAMOS, Zbornik radova GEO-EXPO 2018, str.186-191. Neum.
- Operta, M., Hyseni, S. 2016, Mineral Resources Metallogenic Zone Borovica- Vareš-Čevljanovići (Bosnia and Herzegovina), IJTEEE-International Journal of Technology and Emerging Engineering Research, Volume 4, Issue 2. p 16-20.
- Pamić, J. 1963, Trijaski vulkaniti okolice Čevljanovića i kratak osvrt na trijaski vulkanizam zone Borovica- Vareš-Čevljanovići, Geološki glasnik 7, Sarajevo.
- Petković, M. 1961-1962, Trijasko metalogenetsko područje Vareš. Zbornik radova Rudarsko-geološkog fakulteta, sv.8, 153-175, Beograd.
- Ramović, M. 1957, Pregled nalazišta minerala cinka i olova u Bosni i Hercegovini, Geološki glasnik br. 3, str. 5-125, Sarajevo.
- Ramović, M. 1962, Studije metalogenetske zone Ozren-Vareš-Borovica tokom 1961. godine. Geološki institut Sarajevo.
- Veljković, D. 1971, Prikaz rezultata geoloških istraživanja ležišta barita, olova i cinka-Veovača kod Vareša, Geološki glasnik 15, 211-231, Sarajevo.
- Veljković, D. 1973, Prilog poznavanju ležišta olovo-cinkanih ruda u zoni trijaskih sedimenata Borovica, Vareš, Čevljanovići. Geološki glasnik 17, 269-291, Sarajevo.
- Veljković, D. 1983, Tektonski sklop područja Vareša Lipnica-Kamenica. Geološki glasnik 28, Sarajevo.
- Veljković, D., Spasić, Lj., Tomičević, D. 1987, Novi rezultati geoloških istraživanja kompleksnih mineralizacija olova, cinka i barita ležišta "Rupice" kod Vareša. Geološki glasnik vol.30, Sarajevo.
- Veljković, D. 1989, Prilog poznavanju genetskih i paragenetskih karakteristika kompleksnih sulfidnih ruda olova, cinka i barita u zoni trijaskih sedimenata područja Vareša, Zbornik referata naučnog skupa "Minerali, stijene i izumrla živi svijet BiH", 73-85, Sarajevo.

STATIC AND DYNAMIC MODE INVESTIGATION OF DISPLACEMENT AND STRESSES IN PINE FLAT DAM

Hamidreza Abbaszadeh ¹, Reza Trinejad ^{2*}

¹ Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Tabriz, Tabriz, Iran

¹ ORCID ID:0000-0001-7714-6081, ha.abbaszadeh@tabrizu.ac.ir

² Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Tabriz, Tabriz, Iran

² ORCID ID:0000-0002-7211-4846, r_tarinejad@tabrizu.ac.ir

* Corresponding Author

Abstract

Here, static and dynamic analysis based on the frequencies mode of the Pine Flat dam has been investigated using ABAQUS software. For this purpose, a mesh with quadrilateral elements was used in the upper two partitions from the arch part to the crest, and the lower partition from the arch part of the dam to the bottom of the dam. Various mesh networks were investigated to find the optimal mesh. In addition, in the study of the frequency of the dam mode, the first 20 natural modes of the dam were investigated. The results showed that the amount of tensile stress at the lowest point of the dam is equal to 0.53 MPa, which according to the tensile stress range of concrete between 2 to 3 MPa, the amount of stress applied to the dam is less than this range, which leads to its stability. This value is different from each other in different meshes. The maximum amount of displacement in the dam crest is 0.0114 m. The results showed that the maximum pressure in the middle of the dam bottom is 2.168 MPa. In addition, its lowest value at the crest of the dam is 0.04 MPa. The effective mass of the first mode in the x direction is 4641.57 tons, that is, 33% of the total mass.

Keywords: Static analysis, Dynamic analysis, Pine Flat dam.

1. Introduction

Concrete dams are a significant part of the structures of any country. Weighted dams are large concrete structures that maintain the stability and water stored in their tank by resisting applied forces, using the geometric shape, weight, and strength of concrete. Weight dams are made in the form of individual blocks, which are distinguished by discontinuity seams. These seams extend from the bottom to the top of the dam and from the upstream side to the downstream side. Weight dams are designed in such a way that each monolith maintains its stability apart from the side monoliths. Weight dams are usually built on a straight axis. However, depending on the specific prevailing conditions, they may be made curved so that they can use the arch function for more stability.

Tarinejad and Pirboudaghi [1] studied the seismic analysis of dam-reservoir interaction using FEM and SEM methods. The results of their research showed that the SEM method gives better answers than the FEM method in calculating the dam-reservoir interaction. Rao and Shaik [2] investigated the seismic response of high-weight concrete dams using the Finite Element Method. The results showed that the displacement of the dam crest is greater for the dam-foundation system than for the dam system. Qu et al. [3] investigated the Seismic cracking evolution for anti-seepage face slabs in concrete faced rockfill dams based on cohesive zone model in explicit SBFEM-FEM frame. The results indicate that the computational efficiency can be significantly improved by decreasing the damping ratio of the concrete face slab in the explicit seismic analysis. Ya et al. [4] investigated the Seismic analysis of post-tensioned concrete gravity dams using scaled boundary finite elements implemented as ABAQUS UEL. This paper presents a numerical framework for the seismic analysis of post-tensioned concrete gravity dams, which automatically inserts anchors into the structure.

Despite applying a high-reliability factor in the design and construction of dams, there is a possibility of their failure. Therefore, conducting more research on the stability of dams is essential and should always be considered in various types of research; therefore, in the present study, the static and dynamic analysis of Pine Flat Dam has been numerically analyzed using ABAQUS software.

2. Materials and Methods

Pine Flat Dam is located in the United States on the Kings River in the state of California. This dam consists of 36 monoliths with a 12 m width. The length of the dam crest is 550 m, and the height of its tallest monolith is 122 m. The longest two-dimensional non-spillway section of Pine Flat Dam is selected for analysis. The height of this monolith is 122 m, and the width of the dam is approximately 97 m at the base level and approximately 10 m at the crown level. The upstream side of the dam is not vertical and has a slope of 5% from the base to the level of 102 m. The specifications of the materials used in the analysis are given in Table 1. The dam body is flexible, and the behavior of elastic concrete is linear. The concrete material in the entire body of the dam is considered to be homogeneous and isotropic.

Table 1: Specifications of dam concrete materials

Characteristics	Value
Elastic modulus	27.58 GPa
Poisson's ratio	0.2
Density	2400 kg/m ³

In the present research, mesh with different dimensions has been used (Figure 1).

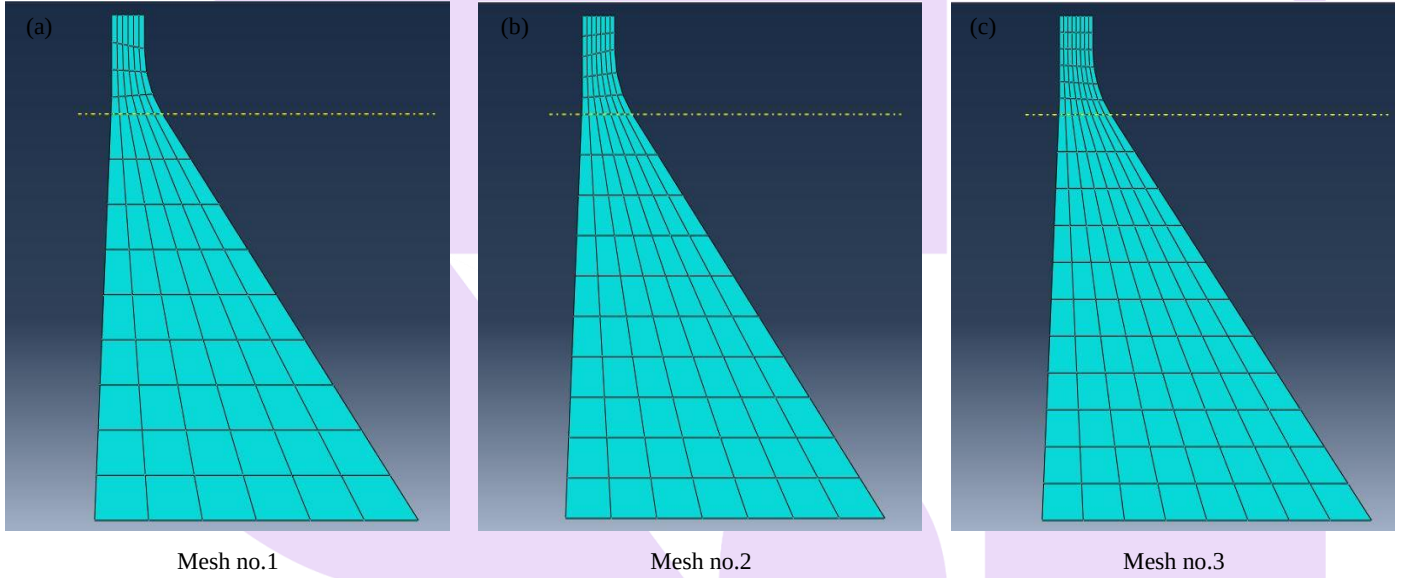


Figure 1: Model meshing with different mesh

In loading the dam, the weight force is uniformly applied to the entire body of the dam, and the hydrostatic force is applied to the upstream side of the dam using the hydrostatic pressure relationship ($P=9810 \times (Y-122)$) (Figure 2). In the present research, the static analysis of the weight dam has been discussed; therefore, the only existing boundary condition is the full catch condition for the foundation of the dam (Figure 2).

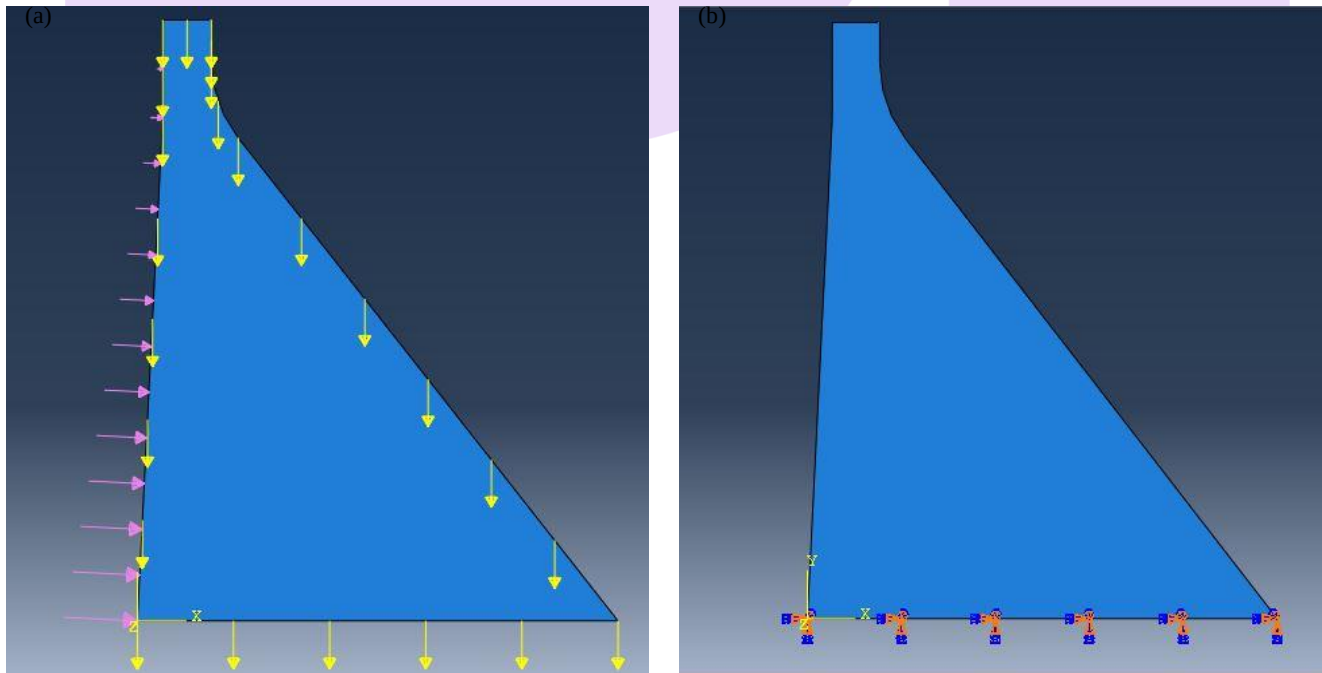


Figure 2: a) Forces acting on the dam body b) Base boundary condition

3. Conclusion

Figure 3 shows the amount of deformation of the dam under the effect of static loads of weight and hydrostatic force in different meshes. As can be seen, the maximum amount of displacement is at the top of the dam and is equal to 0.0114 m.

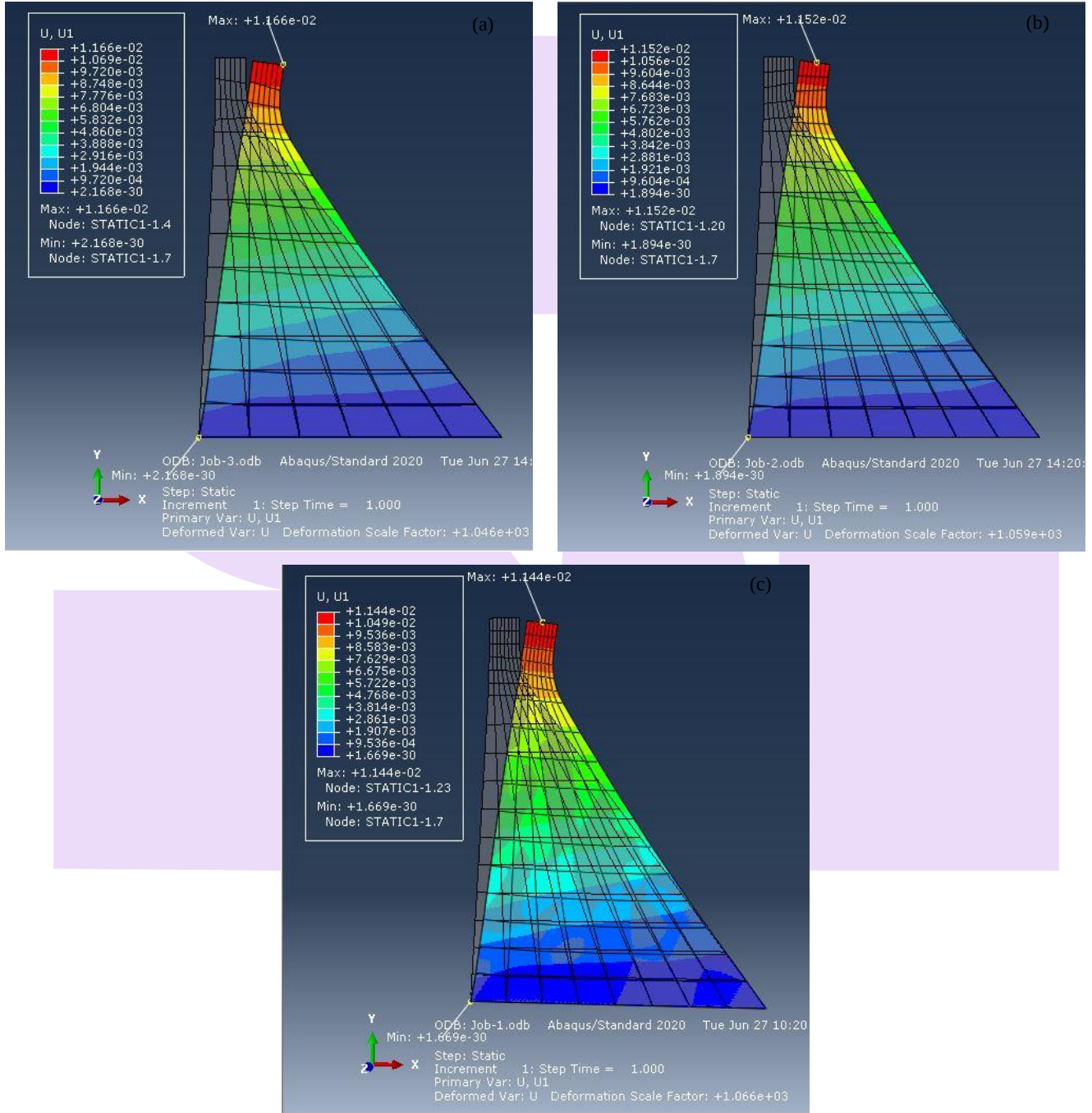


Figure 3: Dam displacement changes

According to Figure 4, as can be seen from the main stress contour, the highest stress occurs at the lower point of the dam. The stress value at that point is 0.53 MPa. The tensile yield stress of concrete is between 2 to 3 MPa. The obtained value is lower than the tensile strength of concrete, and as a result, the dam is resistant to incoming forces. In Figure 5, the highest and lowest amount of minimum main stress along with their place of occurrence are presented. The highest pressure in the middle of the bottom of the dam is 2.168 MPa. The lowest pressure level is 0.04 MPa at the top of the dam. The results show that in mesh no.3, the results are closer to the real results of the Pine Flat dam, and large size meshes do not have favorable results. It also exists in various researches [5-7].

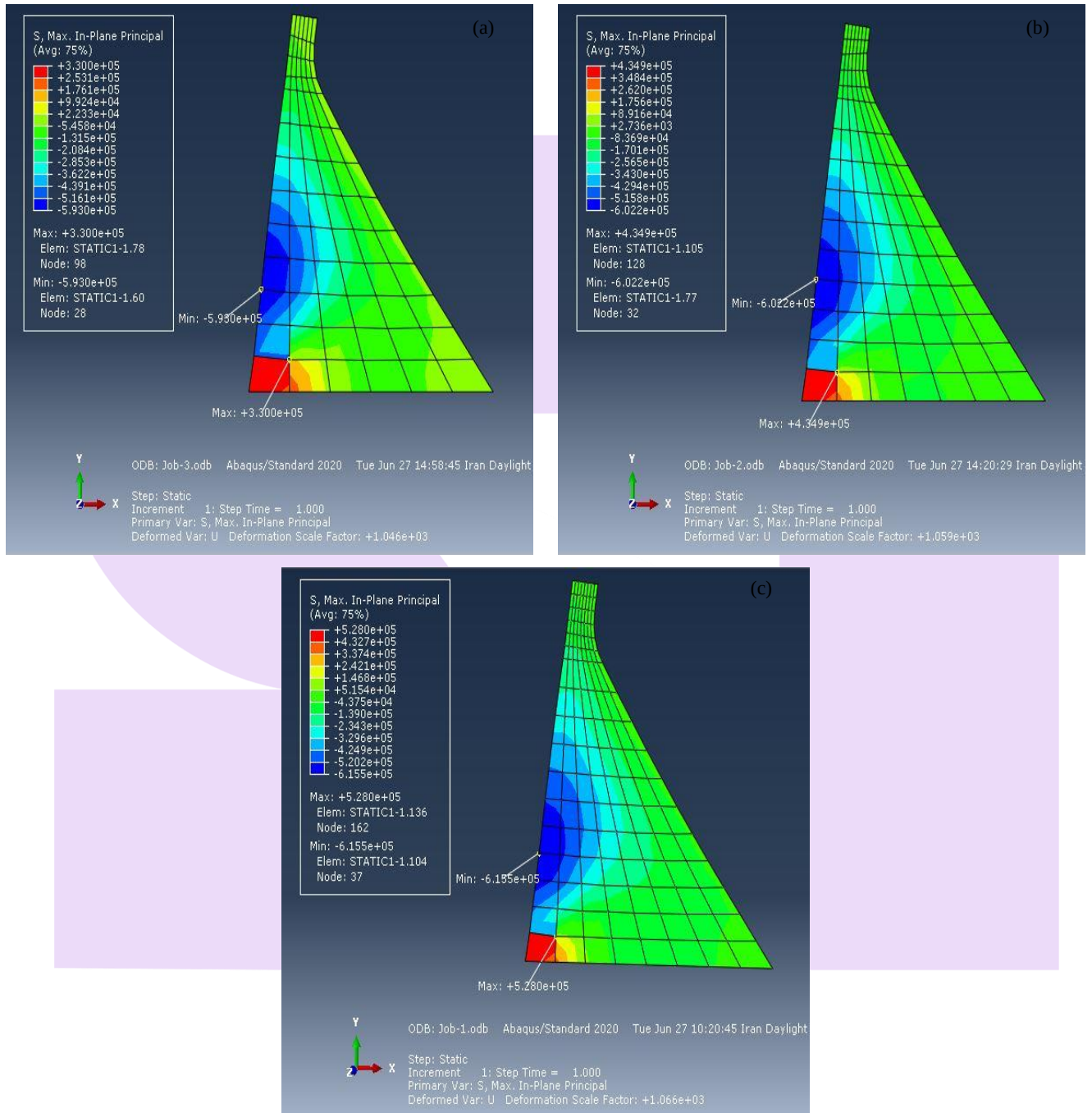


Figure 4: Contour of tensile stress in the dam body

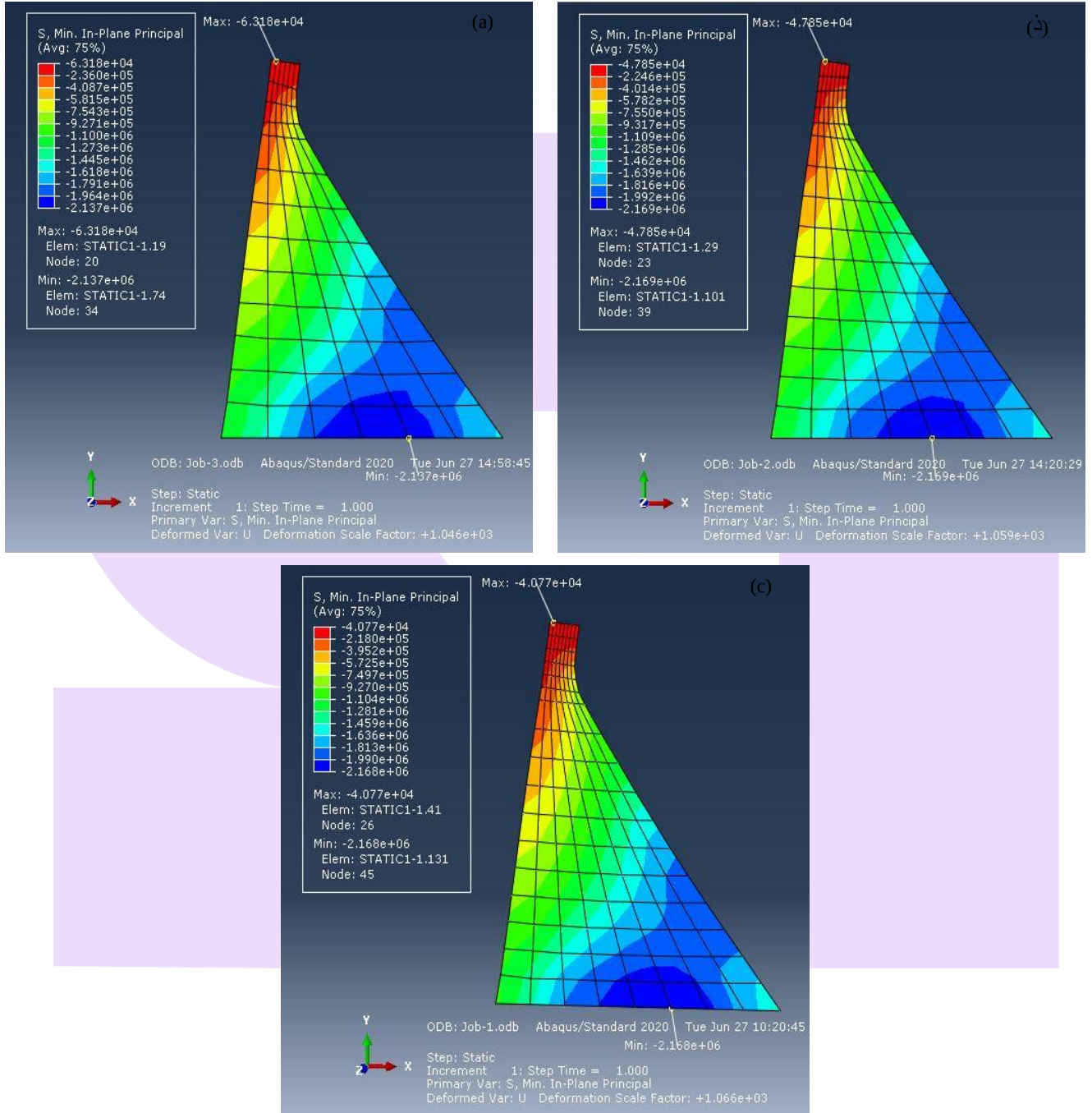


Figure 5: Contour of pressure stress in the dam body

The total mass of the model is 13835.63 tons and its center of mass is in coordinates $(x,y)=(33,73,40,46)$. The initial results of the mode extraction stage including extracted eigenvalues (Table 2), participation factors (Table 3), and effective mass (Table 4) are shown. In Table 3, the value of the natural frequencies of the system is shown in modes with the rotational frequency with units of radians per second and normal frequency (f) with units of cycles per second (Hz). As can be seen, the base frequency (first mode) of the dam system is 22.35 radians/second or 3.56 Hz. As a result, the value of the base period of the dam is 0.281.

Table 2: The eigenvalues

MODE NO	EIGENVALUE	FREQUENCY		GENERALIZED MASS	COMPOSITE MODAL DAMPING
		(RAD/TIME)	(CYCLES/TIME)		
1	499.50	22.349	3.5570	1	0
2	2112.6	45.963	7.3152	1	0
3	3497.6	59.140	9.4125	1	0
4	3799.1	61.637	9.8098	1	0
5	6207.2	78.786	12.539	1	0
6	6675.8	81.705	13.004	1	0
7	9462.1	97.273	15.482	1	0
8	13875	117.79	18.747	1	0
9	17707	133.07	21.179	1	0
10	19575	139.91	22.267	1	0
11	24280	155.82	24.799	1	0
12	25181	158.68	25.255	1	0
13	26383	162.43	25.851	1	0
14	27873	166.95	26.571	1	0
15	30859	175.67	27.959	1	0
16	33749	183.71	29.238	1	0
17	35027	187.16	29.787	1	0
18	39790	199.47	31.747	1	0
19	42273	205.61	32.723	1	0
20	42742	206.74	32.904	1	0

In Table 2, the GENERALIZED MASS column shows the mass of a single degree of freedom system equivalent to that mode. The table of participation factors (Table 3) shows the dominant degrees of freedom in which the modes operate. The effective mass table (Table 4) shows the amount of effective mass in each degree of freedom for each mode. The results show that the first mode with the largest effective mass along the x-axis is the first mode. The effective mass of the first mode in the x direction is 4641.57 tons, that is, 33% of the total mass. The first mode with the largest effective mass in the y direction is also the fourth mode with an effective mass of 7686.51 tons. At the end of each column, the total value of the total effective masses of the mode is presented in different directions. The total effective mass of the mode for the 20 extracted special modes is 12209.3 tons along the x-axis (88% of the total mass) and 11210.7 tons along the y-axis (81% of the total mass). In the 20 special values extracted by the software, special modes 3, 6, 7, 10, 11, 13, 14, 16, 18, and 19 have very little effective mass compared to the total mass. These special values are not part of the natural modes of the system.

Table 3: Participation factors

MODE NO	X-COMPONENT	Y-COMPONENT	Z-COMPONENT	X-ROTATION	Y-ROTATION	Z-ROTATION
1	2154	476.78	0	0	0	-163423
2	1819.6	265.27	0	0	0	-63277
3	14.985	-39.619	0	0	0	-2675
4	955.83	-2772	0	0	0	-112126
5	-1264.4	-930.34	0	0	0	-14836
6	-44.959	-35.565	0	0	0	-449.65
7	-2.1772	-12.134	0	0	0	105.44
8	-996.7	-35.668	0	0	0	-774.18
9	-135.84	1336.7	0	0	0	61135
10	0.0145	12.648	0	0	0	543.71
11	-24.797	4.9275	0	0	0	468.09
12	-581.12	-379.59	0	0	0	-19241
13	-16.678	-25.606	0	0	0	-980.81
14	-31.045	-26.617	0	0	0	25297
15	-415.88	306.56	0	0	0	22368
16	-68.437	-66.184	0	0	0	-3522.3
17	-135.55	-318.3	0	0	0	-18944
18	-98.304	12.565	0	0	0	-699.2
19	-142.76	-24.212	0	0	0	-2682.7
20	406.88	-474.68	0	0	0	-17967

Table 4: Effective mass

MODE NO	X-COMPONENT	Y-COMPONENT	Z-COMPONENT	X-ROTATION	Y-ROTATION	Z-ROTATION
1	4639770	227320	0	0	0	26707200000
2	3310970	70366	0	0	0	4003940000
3	224.55	1570	0	0	0	7155580
4	913615	7684020	0	0	0	12572300000
5	1598610	865531	0	0	0	220104000
6	2021.3	1264.9	0	0	0	202188
7	4.7403	147.23	0	0	0	11118
8	993409	1272.2	0	0	0	599357
9	18454	1786860	0	0	0	3737480000
10	0.00021019	159.97	0	0	0	295621
11	614.89	24.28	0	0	0	219107
12	337698	144089	0	0	0	370231000
13	278.17	655.65	0	0	0	961995
14	963.76	708.44	0	0	0	639917000
15	172954	93977	0	0	0	500327000
16	4683.7	4380.3	0	0	0	12406600
17	18373	101317	0	0	0	358858000
18	9663.8	157.89	0	0	0	488887
19	20380	586.24	0	0	0	7196690
20	165553	225322	0	0	0	322818000

4. Conclusion

In the current research, static and dynamic analysis has been done using ABAQUS software. The results showed that by reducing the mesh size and increasing the number of meshes, the results become more accurate. The largest amount of displacement due to the forces acting on the dam is at the top of the dam. In addition, the highest tensile strength of concrete occurs at the bottom of the dam. This value should always be less than the permissible amount of tensile strength of concrete so that the dam does not overturn or crack. The highest amount of pressure force occurs at the bottom and in the middle of dam (section x-y), which may be due to the weight of the dam.

5. References

- [1] Tarinejad, R. and Pirboudaghi, S., "Legendre spectral element method for seismic analysis of dam-reservoir interaction. International", *Journal of Civil Engineering*, 13(2), 148-159, 2015.
- [2] Rao, R.M. and Shaik, N.N., "Finite Element Modelling and Seismic Response Evaluation of Large Concrete Gravity Dams - An Approach based on Indian Standard Codal Guidelines", *International Journal of Emerging Engineering Research and Technology*, 2(2), 178-186, 2014.
- [3] Qu, Y., Zou, D., Kong, X., Yu, X. And Chen, K., "Seismic cracking evolution for anti-seepage face slabs in concrete faced rockfill dams based on cohesive zone model in explicit SBFEM-FEM frame", *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 133, 106106, 2020.
- [4] Ya, S., Eisenträger, S., Qu, Y., Zhang, J., Kuen, T. And Song, C. "Seismic analysis of post-tensioned concrete gravity dams using scaled boundary finite elements implemented as ABAQUS UEL", *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 164, 107620, 2023.
- [5] Daneshfaraz, R., Norouzi, R. and Abbaszadeh, H. "Numerical investigation on effective parameters on hydraulic flows in chimney proportional weirs", *Iranian Journal of Soil and Water Research*, 52(6), 1599-1616, 2021.
- [6] Daneshfaraz, R., Norouzi, R., Abbaszadeh, H., Kuriqi, A. and Di Francesco, S. "Influence of Sill on the Hydraulic Regime in Sluice Gates: An Experimental and Numerical Analysis", *Fluids*, 7(7): 244, 2022. <https://doi.org/10.3390/fluids7070244>
- [7] Daneshfaraz, R., Norouzi, R., Ebadzadeh, P., Di Francesco, S. and Abraham, J.P. "Experimental Study of Geometric Shape and Size of Sill Effects on the Hydraulic Performance of Sluice Gates", *Water*, 15(2), 314, 2023. <https://doi.org/10.3390/w15020314>

DISEASE PREDICTION FROM NATURAL LANGUAGE SYMPTOM DESCRIPTIONS IN TURKISH

A. Hüseyin Ezirmik ¹, Fatih Aydın ^{2*}

^{1,2} Balıkesir University, Computer Engineering Department, Turkey

¹ ORCID ID: 0000-0002-1154-1537, huseyin.ezirmik@balikesir.edu.tr

² ORCID ID: 0000-0001-9679-0403, fatih.aydin@balikesir.edu.tr

* Corresponding Author

Abstract

Disease prediction is a critical task in healthcare that can greatly benefit from the use of machine learning techniques. Over the past few years, there has been a noticeable upswing in the inclination towards utilizing verbal descriptions as a means to anticipate and forecast diseases. In this work, we present a machine learning approach for disease prediction from natural language symptom descriptions. We use a dataset of patient symptom descriptions and corresponding disease labels to train and evaluate several machine learning models. The dataset comprises 24 different diseases, and each disease has 50 symptom descriptions, resulting in a total of 1200 datapoints. We use the TF-IDF vectorization technique to convert the symptom descriptions into numerical features. We evaluate several machine learning models including decision trees, k-nearest neighbors, naive bayes, and support vector machines (SVMs). Our results show that the SVM model outperforms the other models with an accuracy of 98%. Our findings suggest that our approach can accurately predict diseases from natural language symptom descriptions, which can have a significant impact on improving healthcare outcomes.

Keywords: Machine learning, Natural language processing, Disease prediction

1. Introduction

Disease prediction is a crucial task in the field of healthcare as it allows for early diagnosis and timely treatment, ultimately improving patient outcomes. Natural Language Processing (NLP) has emerged as a promising approach for disease prediction as it can extract valuable information from unstructured text data, such as symptom descriptions [7]. Machine learning techniques have been widely used in disease prediction tasks, including k-nearest neighbors, decision trees, naive bayes, and support vector machines [1]. By combining NLP with machine learning, researchers can develop efficient disease prediction models that utilize large amounts of data from diverse sources. This can lead to earlier detection of diseases, personalized treatment plans, and improved patient care.

In this paper, we propose a disease prediction model that leverages NLP and machine learning techniques to predict the likelihood of a patient having a specific disease based on their symptom descriptions. Specifically, we apply k-nearest neighbors, decision trees, naive bayes, and support vector machines algorithms to classify the symptoms and predict the disease. We evaluate the performance of each algorithm on a dataset of patient symptom descriptions and compare their accuracy. The proposed model can potentially aid healthcare professionals in making accurate and timely diagnoses, leading to better patient outcomes.

To conduct our experiments, we first describe the dataset used in our analysis and the preprocessing steps taken to prepare the data for analysis. We then present the methodology and experimental setup used to compare the performance of the different machine learning algorithms. This includes a discussion of the evaluation metrics used to assess the accuracy of the models. Next, we present the results of our experiments, which include a detailed analysis of the performance of each algorithm. We compare the accuracy of the models and identify the strengths and weaknesses of each approach. Finally, we conclude the paper with a summary of our findings and recommendations for future research. Overall, our study highlights the potential of NLP and machine learning techniques in disease prediction and provides insights into the performance of different algorithms in this context.

2. Related Works

Hema et al. (2023) proposed a methodology for disease prediction and communication using machine learning algorithms and natural language processing. Their approach involved preprocessing the dataset, generating a prediction model using decision tree classification, forecasting illness using Random Forest and utilizing Naive Bayes for classification. They also implemented a chatbot mechanism to communicate the results of the prediction model [4].

Hussain et al. (2020) developed a disease prediction chatbot that utilizes natural language processing and machine learning algorithms to provide users with accurate and immediate disease predictions based on their symptoms. The project also includes an analysis of pathology reports using Optical Character Recognition (OCR) to provide users with a graphical interpretation of their test results. The results show that KNN achieved a higher accuracy rate of 95.74% compared to Decision Tree's 92.6% [5].

Vemula et al. (2021) discusses the increasing relevance of analyzing user-generated data on social media platforms to understand public opinion on various topics. The focus is on sentiment analysis. It is especially important in the field of medicine due to the potential consequences of adverse drug reactions. The goal of the study is to use ML models to analyze patient reviews and evaluate

whether the opinions expressed are positive or negative. This research builds upon existing work on sentiment analysis and its applications in various fields [10].

Yu. (2019) proposes a framework that evaluates the efficiency of applying Machine Learning and Natural Language Processing technologies for disease prediction systems. They used a disease-symptom dataset from the NHS website as an example and conducted in-depth analysis of symptom frequency, similarity, and clustering. The results show that disease prediction using these technologies can be highly efficient, but there are still unresolved issues that need to be addressed [11].

Pooja et al. (2021) used a heart-related disease symptom dataset from the DBMI portal. The initial patient records are encoded in XML format, necessitating the parsing and subsequent conversion into a structured format. The authors then train the dataset using the naive Bayes algorithm [8].

Ghosh et al. (2020) compares four approaches - SVM, AB, LDA, and GB - to predict outcomes with high accuracy using an online dataset from the UCI machine learning repository. Gradient Boosting (GB) achieved the highest accuracy at 99.80%, and different performance evaluation metrics were presented. The study provides benchmarks for selecting efficient algorithms [3].

Lambay et al. (2022) proposes a framework called AIE-DRP which consists of multiple ML models such as Logistic Regression, LGBM, MultinomialNB, and deep learning models such as CNN and LSTM to predict adverse drug reactions. It categorizes the content into drug or dosage and determines if it has an associated adverse drug reaction. Results show that the CNN model with dropout has the highest prediction performance with an 87.35% F1-score. The proposed framework can automate adverse drug reaction prediction and potentially provide valuable insights for the healthcare industry [6].

In their study, Rathi et al. (2022) conducted an extensive examination that encompassed data mining, soft computing, machine learning, and bio-inspired computing techniques applied to the classification and prediction of heart disease [9].

Dandala et al. (2016) proposes a method to score disease-medication associations using advanced natural language processing, machine learning, and multiple content sources. This approach could potentially improve the accuracy and efficiency of identifying disease-medication associations in large datasets [2].

3. Materials and Methods

This section begins by providing an overview of the data used in our experiments. We describe the characteristics of the dataset. Following this, we provide a detailed introduction to the machine learning methods that we will be applying to the data.

3.1. Data Set and Preprocessing

Our dataset is composed of 1200 datapoints and contains two columns: "label" and "text". The "label" column includes the disease labels, while the "text" column contains natural language symptom descriptions. There are 24 distinct diseases represented in our dataset, each of which has 50 symptom descriptions, for a total of 1200 datapoints. This ensures a diverse and balanced representation of various illnesses and symptoms. The following 24 diseases have been covered in the dataset: Psoriasis, Varicose Veins, Typhoid, Chicken pox, Impetigo, Dengue, Fungal infection, Common Cold, Pneumonia, Dimorphic Hemorrhoids, Arthritis, Acne, Bronchial Asthma, Hypertension, Migraine, Cervical spondylosis, Jaundice, Malaria, Urinary tract infection, Allergy, Gastroesophageal reflux disease, Drug reaction, Peptic ulcer disease and Diabetes.

The "label" column enables us to assign each symptom description to the corresponding disease category. This allows us to use supervised learning algorithms to train models that can accurately predict the likelihood of a particular disease based on the symptom description provided. The "text" column contains free-text entries describing the symptoms in Turkish language (Table 1).

Tablo 1 A random row samples of disease dataset

label	text
Sedef	Cildim soyuluyor, özellikle dizlerimde, dirseklerimde ve kafa derimde. Bu soyulmaya genellikle yanma veya batma hissi eşlik eder.
Varis	Bacaklarımdaki şişlik ayakkabımı giyememe neden oluyor ve uzun süre oturduğumda rahatsızlık veriyor.
Tifo	Yüksek ateş, baş ağrısı ve üşüme nedeniyle uyumakta çok zorlanıyorum. Her gün karnımda korkunç bir ağrı ile uyanıyorum.
Suçiçeği	Cildimin her yerinde yoğun bir kaşıntı yaşıyorum ve bu beni deli ediyor. Ayrıca kırmızı ve iltihaplı bir döküntüm var.
Artrit	Son zamanlarda boynumda kas zayıflığı ve sertliği yaşıyorum. Eklemlerim genişledi ve hareket etmemi zorlaştırdı. Yürümek de zorlaştı.

We convert input text into a numerical representation using the vectorizer class from scikit-learn library. This is an essential step in natural language processing and allows the algorithms to work with the text data. The TF-IDF method assigns a weight to each word in the text data based on its frequency in the document and the inverse frequency of the word in the entire corpus. This process given by Eq. (1) helps to prioritize important words in the text and remove common stop words.

$$W_{x,y} = tf_{x,y} \times \log \left(\frac{N}{df_x} \right)$$

For a specific term "x" within a document "y":

$tf_{x,y}$ = represents the frequency of term "x" in document "y"

df_x = number of documents that contain term "x"

N = corresponds to the total number of documents.

3.2. Machine Learning Techniques

LinearSVC is a linear support vector machine (SVM) classifier that is widely used for text classification tasks. It works by finding the hyperplane that best separates the classes, maximizing the margin between the classes (Figure 1). In our study, we used LinearSVC to classify the symptoms and predict the corresponding disease.

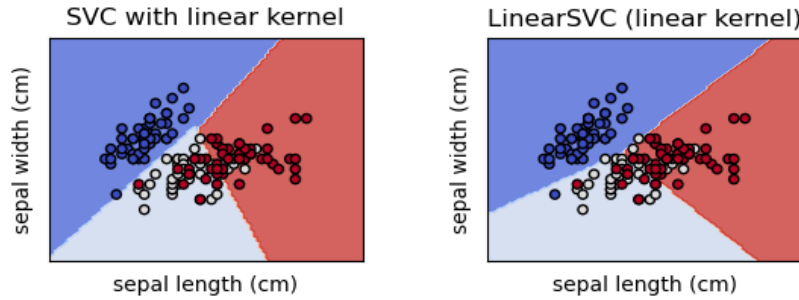


Figure 1 The linear SVM models LinearSVC and SVC yield slightly different decision boundaries, accessed 01 July 2023, <<https://scikit-learn.org/stable/modules/svm.html>>.

MultinomialNB is a probabilistic algorithm based on Bayes' theorem (Eq. 2) that is often used for text classification tasks. It works by computing the probability of each class given the input text and selecting the class with the highest probability as the predicted class. We used MultinomialNB to classify the symptoms and predict the corresponding disease in our study.

$$P(x) = \frac{P(x, y)}{P(y)}$$

$P(y|x)$ = Conditional probability

$P(x, y)$ = Joint probability

$P(x)$ = Marginal probability

KNN or K-Nearest Neighbors is a non-parametric algorithm that works by finding the k closest datapoints to the input datapoint and predicting the class based on the majority class of the k neighbors. We used the KNeighbors Classifier implementation in scikit-learn library to classify the symptoms and predict the disease.

Decision Tree Classifier is a tree-based algorithm that works by recursively partitioning the data into subsets based on the features, creating a tree-like structure that can be used for classification. We used Decision Tree Classifier to classify the symptoms and predict the corresponding disease in our study.

4. Results

In this section, we present the results of our experiments with four different machine learning algorithms: LinearSVC, MultinomialNB, KNN (KNeighborsClassifier), and DecisionTreeClassifier. To evaluate the performance of these algorithms, we used a dataset of 1200 test instances and compared the predicted disease labels to the actual labels. The confusion matrix of SVM algorithm is shown in Figure 2.

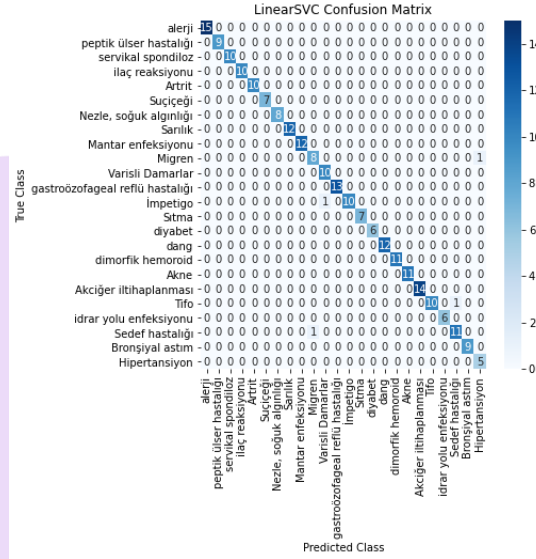


Figure 2 The confusion matrix of LinearSVC algorithm

The accuracy rates for each algorithm are also shown in Figure 3. Overall, we observe that all four algorithms achieved high accuracy rates, with LinearSVC achieving the highest accuracy of 0.98, followed by Naïve Bayes and KNN with accuracies of 0.93 and 0.90, respectively. Decision Tree Classifier had the lowest accuracy of 0.81.

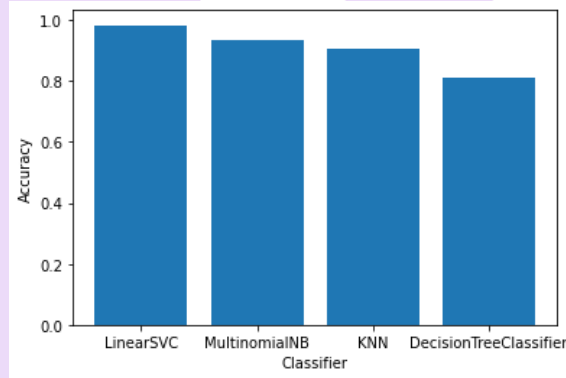


Figure 3 The accuracy rates for each algorithm

5. Discussion

Our experiments have shown that machine learning algorithms, such as LinearSVC, Naïve Bayes, KNN, and Decision Tree Classifier, can be applied to natural language symptom descriptions to accurately predict disease labels. The results show that LinearSVC achieved the highest accuracy of 0.98, followed by Naïve Bayes with an accuracy of 0.93, KNN with an accuracy of 0.90, and Decision Tree Classifier with an accuracy of 0.81.

The high accuracy rates achieved by LinearSVC and Naïve Bayes demonstrate the effectiveness of these algorithms in predicting disease labels from natural language symptom descriptions. KNN also performed well but was slightly less accurate than the top-performing algorithms. On the other hand, Decision Tree Classifier had a lower accuracy rate, indicating that it may not be as suitable for this particular task.

In terms of practical applications, the high accuracy rates achieved by LinearSVC and Naïve Bayes suggest that they could be used as effective tools for disease prediction based on natural language symptom descriptions. The use of machine learning algorithms in disease prediction could help healthcare professionals make more accurate diagnoses and improve patient outcomes.

6. Conclusion

In this study, we applied four different machine learning algorithms to predict disease labels from natural language symptom descriptions. Our experiments show that LinearSVC and Naïve Bayes achieved the highest accuracy rates, indicating their potential for use in real-world applications for disease prediction. KNN also performed well but was slightly less accurate than the top-performing algorithms. However, Decision Tree Classifier had a lower accuracy rate, suggesting that it may not be as effective for this particular task.

Overall, our results demonstrate the efficacy of machine learning algorithms in disease prediction and suggest that they could be useful tools for healthcare professionals in making more accurate diagnoses based on natural language symptom descriptions. Further research could explore the use of other machine learning algorithms or the combination of multiple algorithms to improve accuracy rates even further. Additionally, it should be noted that the size of the dataset used in our experiments was relatively small, with only 1200 datapoints. As such, further research with larger datasets could provide a more comprehensive understanding of the performance of these algorithms for disease prediction based on natural language symptom descriptions. Nonetheless, our results highlight the potential of machine learning algorithms for disease prediction, which could ultimately lead to improved healthcare outcomes for patients.

7. References

- [1] Ahsan MM, Luna SA, Siddique Z. Machine-Learning-Based Disease Diagnosis: A Comprehensive Review. *Healthcare (Basel)*. 2022 Mar 15;10(3):541. doi: 10.3390/healthcare10030541. PMID: 35327018; PMCID: PMC8950225.
- [2] Dandala, B., Devarakonda, M.V., Bornea, M.A., & Nielson, C. (2016). Scoring Disease-Medication Associations using Advanced NLP, Machine Learning, and Multiple Content Sources. *BioTxtM@COLING 2016*.
- [3] Ghosh, P., Shamrat, F.J., Shultana, S., Afrin, S., Anjum, A.A., & Khan, A.A. (2020). Optimization of Prediction Method of Chronic Kidney Disease Using Machine Learning Algorithm. *2020 15th International Joint Symposium on Artificial Intelligence and Natural Language Processing (ISAI-NLP)*, 1-6.
- [4] Hema, P., Darbha, A., Sunny, N., & Naganjani, R.V. (2023). Disease Prediction Using Symptoms based on Machine Learning Algorithms and Natural Language Processing. *2023 International Conference on Artificial Intelligence and Knowledge Discovery in Concurrent Engineering (ICECONF)*, 1-7.
- [5] Hussain, H., Aswani, K., Gupta, M., & Thampi, D.G. (2020). Implementation of Disease Prediction Chatbot and Report Analyzer using the Concepts of NLP, Machine Learning and OCR.
- [6] Lambay, M.A., Mohideen, S.P., & Rahman, B.S. (2022). AIE-DRP: Framework with Machine Learning and Deep Learning Models for Adverse Drug Reaction Prediction in Healthcare Use Case. *2022 8th International Conference on Advanced Computing and Communication Systems (ICACCS)*, 1, 1330-1336.
- [7] Locke, Saskia & Bashall, Anthony & Al-Adely, Sarah & Moore, John & Wilson, Anthony & Kitchen, Gareth. (2021). Natural Language Processing in Medicine: A Review. *Trends in Anaesthesia and Critical Care*. 38. 10.1016/j.tacc.2021.02.007.
- [8] Pooja S., P., & poojasp (2021). Machine Learning and NLP based System for Medical Data Analytics and Prediction.
- [9] Rathi, M., & Narasimhan, B. (2017). Data Mining, Soft Computing, Machine Learning and BioInspired Computing for Heart Disease Classification/ Prediction – A Review.
- [10] Vemula, S.R. (2021). Drug Disease Association Prediction Using NLP & Machine Learning. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*.
- [11] Yu, H.Q. (2019). Experimental Disease Prediction Research on Combining Natural Language Processing and Machine Learning. *2019 IEEE 7th International Conference on Computer Science and Network Technology (ICCSNT)*, 145-150.

INVESTIGATION OF BIOACTIVE PEPTIDES IN CALVATIA GIGANTEA (GIANT MUSHROOM) PROTEIN HYDROLYSATES

CALVATIA GIGANTEA (DEV KURTMANTARI) PROTEİN HİDROLİZATLARINDA BİYOAKTİF PEPTİDLERİN ARAŞTIRILMASI

Ali Zeytünlülü

Pamukkale University, Department of Chemistry and Chemical Processing Technologies, Turkey

ORCID ID: 0000-0002-2534-7241, azeytun@pau.edu.tr

Abstract

Currently, it has been reported that natural peptides obtained by microbial fermentation, food processing and enzymatic hydrolyzation showed many biological activity such as antimicrobial, antitrombotic, antihypertensive, antioxidant and anticancer and then they have significant therapeutic potential. Fungi is one of the most important parts of ecosystem and they have both specific aroma and sweet and also rich nutrition ingredients such as protein carbohydrates, fatty acids, minerals in the world.

In this study; we performed purification and characterization of bioactive peptides from the natural edible fungi species *Calvatia gigantea* found in Denizli naturally. For this purpose, The different chromatographic techniques such as ion exchange (DEAE-Cellulose), dye-ligand(Affi-gel ® Blue gel) and gel filtration (Sephadex G75) were used for purification. Temperature and pH stability of the purified peptide were defined as 37°C and pH 4.0 - 7.0. The purified peptide did not show any significant antifungal activity against *Physalospora tucumanensis*, *Fusarium oxysporum* ve *Mycosphaerella fijiensis*.

Keywords: *Calvatia gigantea*, fungus, bioactive peptide, antifungal activity, protease activity,

1. Giriş

Protein, vitamin ve minerallerce zengin olan makromantarlar, insanoğlu için bitkisel ve hayvansal gıdalardan sonra en önemli besin kaynaklarıdır. Özellikle vejeteryanlar tarafından mantarlar en çok tercih edilen gıda ürünlerinin başında gelmektedir. Mantarlar besin olarak tüketilmelerinin dışında sahip olduğu birçok biyoaktif molekül sayesinde özellikle Asya ülkelerinde çeşitli hastalıkların tedavisinde alternatif tıp uygulamalarında da değerlendirilmektedir(Erkel, 1992; Barros et al.,2008; Üstün,2011). Bunların dışında mantarlar metabolik ürünlerin elde edildiği biyoteknolojik uygulamalarda [enzim (Zheng ve Shetty, 2000) ve inhibitör (Lau et al., 2013) organik asit (Pandey ve ark.,2000) vb.] da kullanılmaktadır. Mantarlar üzerine yapılan çalışmalar sonrasında, birçok biyolojik aktivitenin mantarlarda gözlemlenmesi araştırmacıların mantarlara olan ilgisini de arttırmıştır (Tablo 1).

Tablo 1: Bazı mantar türlerinde tespit edilen biyolojik aktiviteler

Biyolojik Etki	Mantar türü	Kaynaklar
ACE inhibitörü	<i>Pholiota adiposa</i>	Kim et al.,2006
Antianjogenik	<i>Antrodia liebmanni</i> , <i>Agaricus muscarius</i> , <i>Rigidoporus ulmarius</i>	Chen et al.,2005
Antifungal	<i>Fomes lignosus</i> , <i>Marasmius jodocodo</i> , <i>Pleurotus florida</i> , <i>Ganoderma lucidum</i>	Gbolagade et al.,2007 Wang et al.,2006
Hipoglisemik	<i>Agaricus bisporus</i> , <i>Phellinus baumii</i>	Jeong et al.,2010 Hwang et al.,2005
Antienflamatuar	<i>Agrocybe aegerita</i> , <i>Termitomyces albuminosus</i>	Diyabalanage et al.,2008 Lu et al.,2008
Antioksidan	<i>Russula cyanoxantha</i> , <i>Amanita rubescens</i> , <i>Amanita caesarea</i> , <i>Suillus granulatus</i> , <i>Boletus edulis</i> , <i>Phellinus rimosus</i> , <i>Pleurotus florida</i> , <i>P. cystidiosus</i> , <i>P. ostreatus</i> , <i>P. sajor-caju</i> , <i>Ganoderma lucidum</i> , <i>Agaricus bisporus</i> , <i>Lactarius deliciosus</i> , <i>Cantharellus cibarius</i> , <i>Lentinus edodes</i> , <i>Pleurotus sp.</i> , <i>Morchella esculenta</i> , <i>Flemmulina velutipes</i> , <i>Lentinula edodes</i>	Ribeiro et al.,2008 Lakshmi et al.,2004 Anguiano et al.,2007 Yang et al.,2002
Antikanseröjen (Antitümör)	<i>Agrocybe aegerita</i> , <i>Ganoderma lucidum</i> , <i>Phellinus gilvus</i> , <i>Agaricus blazei</i> , <i>Phellinus rimosus</i>	Diyabalanage et al.,2008 Stanley et al.,2005 Bae et al.,2005 Kaneno et al.,2004 Ajith et al.,2003

Mantar protein ekstraktlarında ve enzimatik hidroliz sonrasında oluşan peptidlerde çeşitli biyolojik aktivitelerin gözlemlenmesi mantarların biyolojik yönden zengin bir kaynak olduklarını göstermektedir (Tablo 2).

Tablo 2: Bazı mantar türlerinde tanımlanan peptid ve proteinler

Mantar Tür adı	Biyolojik aktivitesi	Biyolojik yapı (Peptid/protein)	Peptid/protein adı	Dizisi	Molekül kütlesi (kDa)	Referans
<i>Cordyceps militaris</i>	Antifungal HIV-1 reverse transcriptase, antiproliferatif aktivite	Peptid	Cordymin	AMAPPYGYRTPDAAQ	11	Wong et al., 2011 Park et al., 2009
<i>Ganoderma lucidum</i>	Antifungal	Protein	Ganodermin	AGETHVTMINHAGRGAPKLV VGGKKLS	15	Wang and Ng, 2006
<i>Pleurotus eryngii</i>	Antifungal	Peptid	Eryngin	ATRVVYCNRRSGSVGGDD TVYYEG	10	Wang and Ng, 2004a
<i>Polyporus alveolaris</i>	Antifungal	Polipeptid	Alveolarin	GVCDMADLA	28	Wang and Ng, 2004b
<i>Agrocybe cylindracea</i>	Antifungal	Peptid	Agrocybin	ANDPQCLYGNVAAKF	9	Ngai et al., 2005
<i>Lentinus edodes</i>	Antifungal HIV-1 reverse transcriptase, antiproliferatif aktivite	Protein	Lentin	CQRAFNPRDDAIRW	28	Ngai and Ng, 2003
<i>Lyophyllum shimeji</i>	Antifungal	Protein	LAP	AGTEIVTCYNAGTKVPRGPS AXGGAIIDFFN	14	Lam and Ng, 2001a
<i>Hypsizygus marmoreus</i>	Antifungal	Protein	Hypsin	ITFGQDLARQQVITNADTR RKRDVRAA	20	Lam and Ng, 2001b
<i>Tricholoma giganteum</i>	Antifungal HIV-1 reverse transcriptase	Protein	Trichogin	QVHWPMF	27	Guo et al, 2005
<i>Pleurotus ostreatus</i>	Antifungal	Peptid	Pleurostrin	VRPYLVAF	7	Chu et al., 2005

Biyoaktif peptidler; sinir, kardiyovasküler ve otoimmün sistem üzerinde olumlu etkilere sahip olan spesifik protein fragmanları olarak tanımlanmaktadır (Korhonen ve Pihlanto, 2006). Biyoaktif peptidler diyabetin kontrolünde (Holst et al., 2008), obezite tedavisinde (Yada et al., 2008), kanser tedavisinde (Liu et al., 2007), antimikrobiyal ajan (Tanabe et al., 2007) olarak kullanılmaktadır. Biyoaktif peptidlerin biyolojik fonksiyonları dışında köpük oluşumu, jelleşme, emülsiyon oluşturma gibi özellikleri endüstriyel uygulamalar açısından ekonomik değerlerini arttırmaktadır (Gauthier and Pouliot, 2003).

Biyoaktif peptidler üstlendikleri fizyolojik rollerden dolayı terapötik ajan geliştirilmesi için uygun adaylar olarak da kabul edilmektedirler (Danguah and Agyei, 2012).

Ülkemiz coğrafi konumundan dolayı birçok mantar türünün yetişebileceği eşsiz bir iklime sahiptir. Ülkemiz mantarları ile yapılan çalışmalar özellikle son yirmi yılda büyük artış göstermiştir. Yapılan çalışmaların çoğunluğunun sistematik özellikte olmasına karşın, biyolojik aktivite potansiyellerinin ortaya çıkarılmasına yönelik çalışmalar da bu süreçte artmıştır.

Biyolojik zenginliklerimizden olan mantarlardan yeterince yararlanabilmek ve olası zararlarından korunabilmek için bu tür araştırmalara ivme kazandırılması büyük önem arz etmektedir (Kalyoncu et al., 2010). Dolayısıyla bu araştırma projesi ile ülkemize yetişen yabani bir mantar türünden (*C. gigantea*) medikal, zirai ve endüstriyel alanda değerlendirilebilecek yeni biyoaktif doğal peptidlerin elde edilmesi planlanmaktadır.

C. gigantea (Dev Kurtmantarı, Kabak mantarı, Patates Mantarı); mantarı; Agaricomycetes sınıfındaki Lycoperdaceae familyasında yeralan kozmopolit bir mantar türüdür. *C. gigantea* mantarı; genellikle çayır kenarlarında, tarla ve, ormanlarda yaz sonu ve sonbahar başlarında görülmektedir. Yenilebilir bir mantar türü olan *C. gigantea* mantarı büyük şişkin, futbol topunu andıran şekliyle dikkat çekmektedir (Şekil 1.). Etli kısmı; genç dönemde beyaza yakın renkte olup, sünger gibi yumuşak ve içi dolgundur. Gelişmesi ilerleyince rengi sülfür sarısından zeytin yeşiline dönmekte ve tatlımsı, ağır bir koku oluşturmaktadır.

C. gigantea mantarı besin kaynağı olarak tüketilmesinin yanında, biyoteknolojik öneme sahip enzimlerin (α -amilaz) üretiminde, kanamayı durdurucu (hemostatik ajan), yara iyileştirici ve arıcılıkta arıları sakinleştirici olarak kullanılmaktadır (Coetzee and Wyk, 2009). *C. gigantea* mantarında antibakteriyel, antiinflamatuvar, analjezik, antiproliferatif ve antikanser aktiviteleri tespit edilmiştir (Shen and Su, 1991; Wu et al., 2011; Yeh et al., 2011; Ng et al., 2003; Takaishi et al., 1997). Bu mantardan elde edilen calvacin bileşiğinin antitümör etkisinin yanında antiviral aktivitesiyle çocuk felci virüsüne karşı etkili olduğu da ifade edilmektedir (Coetzee and Wyk, 2009). *Calvatia* cinsinde yeralan diğer türlerde craniformin ve rubroflavin olarak tanımlanan iki maddenin antikarsinogenik özeliğe sahip olduğu, yine *Calvatia* türlerinden elde edilen ubiquitin-benzeri peptidin, göğüs kanserine karşı antiproliferatif ve dalak hücrelerine karşı antimitojenik aktivite gösterdiği görülmüştür (Lam et al., 2001)



Şekil 1: Calvatia gigantea'nın morfolojik görünümü

C. gigantea'nın protein içeriği % 13,7 (Shannon and Stevenson, 1975) ve % 27,3 (Agrahar-Murugkar and Subbulakshmi, 2005) olarak ölçülmüştür. Yapısında linoleik asit'in fazla, palmitik ve oleik asit ise az miktarlarda bulunduğu, kısa zincirli yağ asitlerinden oktanoik, dekanolik ve laurik asitin *C.gigantea*'nın lipid içeriğinin önemli bileşenlerini oluşturduğu vurgulanmaktadır (Nedelcheva et al., 2007). Fosfatidilkolin ve fosfatidiletanolamin eser miktarlarda yapısında yer almaktadır. 5'-GMP ve glutamik asit *C.gigantea*'da tespit edilen 2 önemli tatlandırıcı bileşendir. *Calvatia* türleri kitinolitik enzimleri (kitinaz, kitobiaz) içermektedir. *Calvatia* türlerinde lipaz ve karboks esteraz aktiviteleri gözlenmiştir (Coetzee and Wyk, 2009). *C. gigantea*'da uçucu bileşen olarak 3-Metilbutanol, 2-Metilbutanol 3-metilbütan-1-ol ve yüksek konsantrasyonda metoksibenzen tespit edilmiştir (Leffingwell and Alford ,2011; Overton.,1994).

Calvatia gigantea'nın sporlarının çok büyük miktarlarda solunmasıyla sporların Lycoperdonosis hastalığına sebep olduğu, *Calvatia* türlerinin diğer mantar türleri gibi allerjik durumları (asthma and rhinitis) tetiklediği belirtilmektedir. *Calvatia* türlerinin farklı metalleri (Hg, As, Pb, Cd ve Li) yüksek seviyelerde biyoakümüle edebilmesinden dolayı biyoindikatör olarak da kullanılabileceği belirtilmektedir (Coetzee and Wyk, 2009).

2. Materyal ve Metot

2.1. Calvatia Gigantea Mantarının Temini ve Protein Ekstraktının Hazırlanması

C.gigantea mantarı Pamukkale Üniversitesi Mantar Araştırma ve Uygulama Merkezi'nden temin edildi. 50 g *C.gigantea*(kurutulmuş); % 1,5 PVP, % 1 C vitamini ve 0,15 M NaCl içeren 50 mM Tris pH:7,4 tamponu ile önce blendırda parçalandı ve ardından homojenizörde homojenize edildi. Homojenat 4500 rpm'de 20 dakika santrifüjlendi. Süpernatanta % 80 amonyum sülfat çöktürmesi uygulandı. Çöken proteinler 10000 rpm'de 30 dakika santrifüj işlemi sonrası ayrıldı. 50 mM Tris pH:7,4 tamponuna karşı diyalizlendi. Diyaliz sonrası mantar ekstraktının protein içeriği Bradford yöntemine göre belirlendi(Bradford, 1976). Sığır serum albümin standart olarak (25-150µg/mL) kullanıldığı yöntemde ölçümler 3 tekrarlı olarak gerçekleştirildi.

2.2. Proteinlerin Enzimatik Hidroliz

Enzimatik hidroliz öncesi *C.gigantea* protein ekstraktının (25 ml) pH'sı 8,0'e ayarlandı. Alkalaz enzimi için enzim/substrat oranı (4/100) olacak şekilde uygulandı. Enzimatik parçalanma için karışım 4 saat 50 °C'deki bir su banyosu içerisinde inkübe edildi. İnkübasyon sonrası enzimatik reaksiyonun sonlandırılmasıyla, örnek ; 8000 g'de 60 dakika santrifüjlenilerek çöktürüldü.

2.3. Hidroliz Derecesinin Ölçülmesi

100 µl protein hidrolizatına 100 µl 50 mM Na₂B₄O₇(pH:9,2) ve 50 µl 4mM TNBS(taze hazırlanmış) eklenerek 30 dakika karanlıkta inkübe edildi. Daha sonra karışıma 18 mM Na₂SO₃ içeren 2 M NaH₂PO₄'den 50 µl eklenerek mikrolpaka okuyucuda 420 nm'de absorbsansları ölçüldü. Standart olarak L-Lösin kullanıldı.

Elde edilebilecek maksimum α-amino miktarını belirleyebilmek için de protein ekstraktı (25 ml) 6N HCl ile 110°C'de 24 saat muamele edilerek asit hidrolizine maruz bırakıldı. Asit hidrolizi sonrası örnek 4500 rpm'de 15 dakika santrifüjlendi. Süpernatantın pH'sı 6N NaOH ile nötralize edildi. Hidroliz derecesi (DH) aşağıdaki formüle göre hesaplandı. (Li-Chan et al., 2012; Tanzadehpanah et al., 2013).

$$DH (\%) = (L_t / L_{max}) \times 100$$

L_t: Enzimatik hidroliz sonrası açığa çıkan α-amino miktarı

L_{max}: Protein ekstraktındaki maksimum α-amino miktarı

2.4. Peptid Ekstraktındaki Peptidlerin Kromatografik Ayrımı

Enzimatik hidroliz sonrası elde edilen peptid ekstraktındaki peptidlerin ayrımı 10 mM Tris tamponu (pH:7.4) ile dengelenen DEAE-Selulöz kolonda [2,5x 10 cm econo column(Biorad)] gerçekleştirildi. Peptid elüsyonu 0,50 M NaCl içeren dengele tamponu ile

yapıldı. Kolon akış hızı dakikada 1 mL olarak gerçekleşen kolondan, fraksiyonlar 1 ml olarak toplandı. Yüksek proteaz aktivitesi ölçülen fraksiyonlar birleştirilerek dengeleme tamponuna karşı diyalizlendi ve ardından Affi-gel®Blue gel (Biorad) kolona uygulandı. Yüksek proteaz aktivitesi ölçülen fraksiyonlar birleştirilerek Sephadex G75 (Sigma) kolona yüklendi. Peptidlerin boya ligand kromatografisi ile ayırımında kolon dolgu materyali olarak Affi-gel®Blue gel (Biorad) kullanıldı. Dengeleme tamponu ile dengelenen kolondan (1,5 x 10 cm) elüsyon 1,5 M NaCl ile gerçekleştirildi. Kolon akış hızı 0,2 ml/dk olarak uygulandı. Yüksek proteaz aktivitesi ölçülen fraksiyonlar birleştirildi. Birleştirilen fraksiyonlar 10 mM 10 mM Tris-HCl pH: 7,4 tamponuna karşı diyalizlendi ve gel filtrasyon kromatografisine uygulandı. Jel filtrasyon kromatografisi sonrası yüksek proteaz aktivitesi ölçülen fraksiyonlar birleştirilerek ve yüksek basınçlı sıvı kromatografisinde (HPLC Agilent 1260) ACE RP-C18 (250 mm x 4.6 mm, 5 µM, 300 Å) kolona yüklendi. HPLC kromatogramında en yüksek proteaz aktivitesi gözlenen pikteki peptid fraksiyonu toplandı. SDS-PAGE analizi için saklandı.

2.5. SDS-PAGE Analizi

Biyoaktif peptidin (peptidlerin) saflaştırma adımları sodyum dodesil sülfat poliakrilamid jel elektroforezi (SDS-PAGE) ile izlendi. SDS-PAGE sistemi Laemmli metoduna göre uygulandı (Laemmli, 1970). Yürütme için %16'lık jel yüzdesi kullanıldı. SDS-PAGE sonrası jel Oackley ve arkadaşlarının gümüş boyama yöntemi kullanılarak boyandı (Oackley et al., 1980).

2.6. Antifungal Aktivitenin Araştırılması

Saflaştırılan peptidin antifungal aktivitesi Chu ve arkadaşlarının uyguladığı yöntemin minör modifikasyonlarıyla gerçekleştirildi (Chu et al, 2005). Antifungal aktivitenin değerlendirilmesinde de *Physalospora tucumanensis*, *Fusarium oxysporum* ve *Mycosphaerella fijiensis* mantar türleri kullanıldı. Nystatin (1 µg) pozitif, BSA (sığır serum albumin) (100µg) negatif kontrol olarak kullanıldı. Saflaştırılan peptid 40-200 µg olarak 10 µl (10 mM Tris HCl pH:7.4) içinde çözeltileri hazırlandı. Misel koloni gelişimi için hazırlanan patates dekstroz agardan (8,5 g/L) petri kaplarına (100 mm x15 mm) 10 ml döküldü. Herbir petriye ayrı ayrı olarak mantar türleri inoküle edildi. Steril disklere (0,625 cm çapında) emdirilen kontrol (tampon: 10 mM Tris HCl pH:7,4), pozitif ve negatif kontrol ile saflaştırılan peptid örneği petri kaplarına 1 cm aralıklarla yerleştirildi. Misel gelişimi için petriler 23°C'de 72 saat inkübe edildi. Oluşan inhibisyon zonuna göre saflaştırılan peptidin antifungal etkinliği değerlendirildi.

2.7. Proteaz Aktivitesinin Araştırılması

Saflaştırılan peptidin proteaz aktivitesi Wong ve arkadaşları tarafından uygulanan yöntemle göre gerçekleştirildi (Wong et al., 2011). Kazein proteaz aktivitesinin belirlenmesinde substrat olarak kullanıldı. 2 g kazein 10 ml distile su içersinde çözülerek üzerine 10 ml 0,2 M NaOH eklendi. Daha sonra 60 ml distile su daha eklenerek karışım karıştırıcıda karıştırıldı. Karışımın pH'sı HCl ile 7,5'e ayarlanarak 15 dakika 90°C'de bekletildi. Daha sonra 100 ml 40 mM CaCl₂ içeren 100 mM Tris-HCl (pH:8,0) ile karışım seyreltilerek soğutuldu. Çöken pelet uzaklaştırılacak, sıvı kısım aktivite ölçümünde kullanıldı. Proteaz aktivitesinin ölçümünde pozitif kontrol olarak Tripsin kullanıldı. Saflaştırılan peptid ve pozitif kontrol olarak seçilen tripsinin 50 µl'sine yukarıda hazırlanan kazein çözeltisinden 350 µl eklenerek 25 dakika oda sıcaklığında inkübe edildi. Süre sonunda 1 ml % 4 TCA (trikloroasetik asit) eklenerek oda sıcaklığında 30 dakika daha bekletildi. Daha sonra 15000 g'de 15 dakika santrifüj edildi. 280 nm'de süpernatantın absorbansı suya karşı (kör olarak) ölçülerek kazeinin prolitik parçalanması ile oluşan kazein fragmentlerinin miktarı belirlendi.

2.8. Saflaştırılan Peptidin Karakterizasyonu

2.8.1. pH Stabilitesinin Belirlenmesi

Saflaştırılan peptidin pH stabilitesinin belirlenmesi için pH'sı 3-11 arasında değişen farklı tamponlarda [50 mM glisin-HCl tamponu (pH 2.0–3.0), 50 mM sodyum asetat tampon (pH 4.0–5.5), 50 mM Tris-HCl tamponu (pH 8.0–8.5) ve 50 mM glisin-NaOH tamponu (pH 9.0–11.0)] peptid 18 saat 4°C'de inkübe edildi. Daha sonra proteaz aktivitesi ölçüldü.

2.8.2. Sıcaklık Stabilitesinin Belirlenmesi

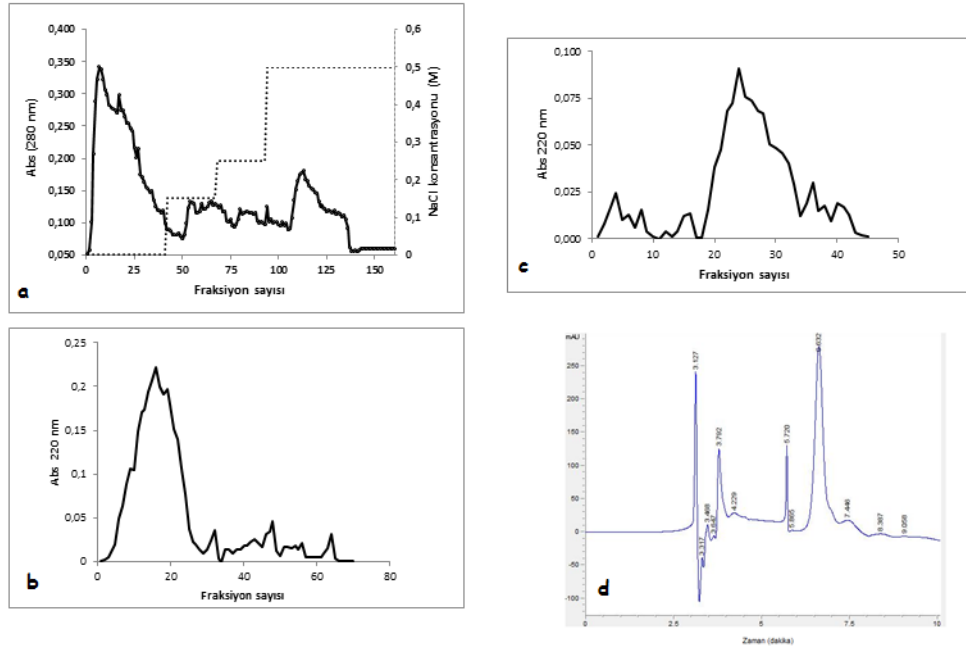
Saflaştırılan peptidin sıcaklık stabilitesinin belirlenmesi için farklı sıcaklıklarda (40, 50, 55, 65, 80 ve 100 °C) inkübasyonlar yapıldı. Daha sonra proteaz aktivitesi ölçüldü.

Kütle Spektrometresi İle Saflaştırılan Peptidin Yapısının Aydınlatılması

SDS-PAGE jelden kesilen peptid bandı kütle tayini ve tanımlanması için (Proteome Factory AG, Berlin, Almanya) analize gönderildi. Nano LC-ESI-MS/MS kullanılarak yapılan analiz sonucunda elde edilen veri Mascot Search yazılımı (Matrix Science Ltd., London, UK) kullanılarak NCBI veritabanında tarandı.

3. Bulgular

Calvatia gigantea protein ekstraktının enzimatik hidrolizi %87,3 olarak gerçekleşmiştir. Enzimatik hidroliz sonrası peptid hidrolizatından biyoaktif peptidin saflaştırılması için sıralı olarak iyon değişim, boya-ligand, jel filtrasyon kromatografileri uygulanmıştır (Şekil 2).



Şekil 2: Peptid saflaştırılmasında kullanılan kromatografik uygulamalar: a. İyon değişim kromatografisi, b. Boya-Ligand Kromatografisi, c. Jel Filtrasyon kromatografisi, d. HPLC

SDS-PAGE uygulaması sonrası jelde 5.2 kDa büyüklüğünde bir peptidin varlığı belirlenmiştir(Şekil 3).



Şekil 3: Peptidin SDS-PAGE analizi: a. Protein markırları b. Saflaştırılan Peptid

Saflaştırılan peptidin proteaz aktivitesi pH:4.0-7.0 aralığında korunmuştur. En yüksek proteaz aktivitesi 37°C’de gözlemlenirken, en düşük proteaz aktivitesi 95°C’de gerçekleşmiştir. Bitki patojen funguslarına (*Physalospora tucumanensis*, *Fusarium oxysporum* ve *Mycosphaerella fijiensis*) karşı saflaştırılan peptidin antifungal aktivitesi çok düşük gözlemlenmiştir.

SDS-PAGE jelden kesilen bantın Nano LC–ESI-MS/MS analizi sonrasında 5,2 kDa’luk peptidin uzunluğu 9 ila 14 arasında değişen 4 farklı dizisi tanımlanmıştır (Tablo 3).

Tablo 3. *C.gigantea* mantarı ekstraktında yüksek proteaz aktivitesi gösteren peptidin NanoLC-ESI-MSMS analizi

Peptid dizisi	Peptid Uzunluğu (amino asit)	m/z	Alıkonma zamanı (dk)	Kütlesi (Da)
TSEDCYVLR	9	571,7607	22,7	1141,5073
SPTSEDCYLLR	11	670,8115	26,56	1339,6077
LLVEASGNVLFRR	12	659,3796	37,02	1316,7451
LVSEFDNSLCLWGK	14	834,4086	42,3	1666,8025

4. Tartışma ve Sonuçlar

Dünya nüfusunun 2050 yılında 11,3 milyar, ülkemiz nüfusunun ise 93,5 milyon kişiye ulaşması beklenmektedir. Artan nüfusa paralel olarak da insanlar için gerekli olan gıda kaynaklarındaki azalma, gıda kaynaklarını, enerji kaynaklarından daha stratejik bir konuma getirmiştir. Dolayısıyla tüm dünyada insanların sağlıklı ve aktif bir hayat sürdürebilmeleri için yeni alternatif gıda ürünlerinin geliştirilmesi yönünde çalışmalar başlatılmıştır.

Makromantarlar bu bağlamda bitkisel ve hayvansal gıdalardan sonra önemli bir besin kaynağı olarak görülmektedir. Makromantarlar üzerine yapılan ilk literatür çalışmalarını mantarların sistematik tanımlanması, ekolojik özellikleri ve ekonomik değerlerinin belirlenmesi oluştururken, daha sonraki çalışmalarda mantarlardan biyoaktif bileşenlerin taranması üzerine odaklanılmıştır. Son yıllardaki çalışmalar ise etken biyoaktif bileşenin mantarlardan saflaştırılması, tanımlanması medikal, zirai ve endüstriyel alanda kullanılabilirliklerinin araştırılması üzerinedir. Ülkemiz coğrafi konumu itibarı ile birçok mantar türünün yetişebileceği eşsiz bir iklime sahiptir. Ülkemizde de mantarlar ile yapılan çalışmalar özellikle son yıllarda büyük artış göstermiştir. Yapılan çalışmaların çoğunluğunun sistematik özellikte olmasına karşın, biyolojik aktivite potansiyellerinin ortaya çıkarılmasına yönelik çalışmalar da bu süreçte artmıştır. Biyolojik zenginliklerimizden olan mantarlardan yeterince yararlanabilmek ve olası zararlarından korunabilmek için bu tür araştırmalara ivme kazandırılması büyük önem arz etmektedir.

Mantar protein hidrolizatlarından enzimatik parçalanma sonrası üretilen peptid dizilerinde birçok aktivitenin tanımlanması makromantarların çeşitli hastalıkların teşhis ve tedavisinde kullanılabilirliklerini gündeme getirmiştir.

Calvatia gigantea ülkemizde doğal olarak yetişen yaklaşık 45 tür ile temsil edilen Lycoperdaceae familyasında yeralan ve şişkin bir futbol topunu andıran bir mantardır. *C.gigantea* mantarı üzerinde antibakteriyel, antienflamatuvar, analjezik, antiproliferatif ve antikanser gibi farklı biyoaktiviteler tespit edilmiştir. Bu çalışmada *Calvatia gigantea*'dan enzimatik hidroliz sonucu elde edilen peptid hidrolizatından farklı kromatografik teknikler kullanılarak saflaştırılan peptidin proteaz ve antifungal aktivitesi değerlendirildi. Peptid proteaz aktivitesi sergilerken, bitki patojen funguslarına (*Phylospora tucumanensis*, *Fusarium oxysporum* ve *Mycosphaerella fijiensis*) karşı çok düşük antifungal aktivite gösterdi.

Badshah ve arkadaşları *Aspergillus fumigatus* and *Aspergillus niger* üzerine *C.gigantea* metanolik ekstraktının antifungal aktivitesine baktıklarında *A. niger* üzerinde % 50, *A. fumigatus* üzerinde ise % 15 inhibisyon etkisini gözlemlemişler ve antifungal aktiviteyi kontrole göre oldukça düşük bulmuşlardır (Badshah et al., 2012). Dolayısıyla farklı funguslar ile yapılan deneyler ve farklı ekstraksiyon yöntemleri ile hazırlanan ekstraktlarda *C. gigantea* mantarının düşük antifungal aktivite göstermediği doğrulanmıştır.

Biyoaktif peptidlerin sahip oldukları fiziksel ve kimyasal karakteristik özellikler (moleküler büyüklük, yük, polarite, çözünürlük, afinite, kovalent veya kovalent olmayan etkileşimler) onların kromatografik ayırtılma ve saflaştırılmasında etkin rol oynamaktadır. Yüke bağlı ayırtılmalarda iyon değişim, moleküler büyüklüğe bağlı ayırtılmalarda jel filtrasyon, afiniteye bağlı ayırtılmalarda ise ligand (boya) kromatografisi kullanılmaktadır. Daha iyi bir ayırım için ise yoğunlukla birden fazla kromatografik adım kombine edilerek uygulanmaktadır (Kim et al, 2013). *C. gigantea* mantarından da da biyoaktif peptidlerin ayırtılmasında kombine kromatografik adımlar kullanılmıştır. Herbir adımdan sonra elde edilen aktif fraksiyonlar birleştirilerek bir sonraki kromatografi adımına uygulanmıştır.

Sıcaklık ve pH; bir peptidin çalışma ve depolama koşullarını belirleyen önemli iki faktördür. Bu iki faktördeki değişimler peptid stabilitesini etkilemektedir. Peptidin stabilitesini etkileyen diğer önemli faktör amino asit kompozisyonudur. Peptidin amino asit kompozisyonu hidroliz, oksidasyon, deamidasyon, diketopiperazin and piroglutamik asit oluşumu ile değişmektedir. Özellikle sistein ve metiyonin içeren peptidler oksidasyona meyillidir ve oksidasyon hızı da pH ile değişmektedir. Yine asidik ve bazik koşullarda ile sıcaklıktaki değişim peptidin yan zincirinde değişime sebep olmaktadır. Bu yüzden peptidin stabilitesinin devamlılığını sağlayabilmek için ilgili peptidin stabil olduğu pH ve sıcaklık aralığının bilinmesi önemlidir. *C. gigantea* mantarından saflaştırılan peptidin pH 4.0-7.0 aralığında ve 37 °C'de stabilitesini koruduğu gözlenmiştir.

Proteazlar; protein hidrolizini katalizleyen, bitkilerden mikroorganizmalara kadar geniş bir dağılım gösteren parçalayıcı enzimlerdir. Proteazlar hücrel metabolik proseslerde önemli rol oynamalarının yanında deri işleme, deterjan sanayi, gıda işleme gibi endüstriyel proseslerde de yaygın olarak kullanılmaktadır (Ma et al., 2007). Birçok mantar türünde de [*Agaricus bisporus* (Burton et al., 1994), *Pleurotus citrinopileatus* (Cui et al., 2007), *Hypsizygus marmore* (Zhang et al., 2010), *Tricholoma saponaceum* (Kim et al., 2001)] çeşitli proteaz aktiviteyi tespit edilmiştir. Bu proje çalışmasında kullanılan *C.gigantea* mantarından saflaştırılan peptidin de yüksek proteaz aktivitesi gözlemlenmiştir.

Bu çalışma ülkemizde doğal olarak yetişen makromantarlardaki biyoaktif bileşenin saflaştırılması için öncü bir çalışmadır. Saflaştırılması yapılan peptidin farklı uygulamalarda (medical, zirai ve endüstriyel) kullanılabilirliğinin araştırılması ileriye yönelik planlanan hedeflerdir. Ayrıca *Calvatia* veya farklı mantar türlerinden farklı enzimlerle yapılacak hidroliz işlemleri ile elde edilecek yeni peptidlerde biyolojik aktivitelerinin araştırılması yine bu konuda yapılacak yeni çalışma konularını oluşturacaktır. Ayrıca biyolojik aktivitesi tespit edilen mantar türlerinin kültüre alınma işlemleri de ayrı bir çalışma konusunu oluşturacaktır.

Teşekkür: Bu çalışma TÜBİTAK tarafından 115Z774 no'lu proje ile desteklenmiştir. TÜBİTAK'a verdiği destek için teşekkür ederiz.

5. Referanslar

- Agrahar-Murugkar, D., Subbulakshmi, G., Nutritional value of edible wild mushrooms collected from the Khasi hills of Meghalaya, Food Chemistry 89 :599–603, 2005.
- Ajith, T.A., Janardhanan, K.K., Cytotoxic and antitumor activities of a polypore macrofungus, *Phellinus rimosus* (Berk) Pilat, J Ethnopharmacol.; 84: 157-62, 2003.
- Alves, M.J., Ferreira, I.C., Dias, J., Teixeira, V., Martins, A., Pintado, M., A review on antifungal activity of mushroom (basidiomycetes) extracts and isolated compounds, Current Topics in Medicinal Chemistry, 13, 2648-2659, 2013.
- Anguiano, A.C.R., Santoyo, S., Reglero, G., Rivas, C.S., Radical scavenging activities, endogenous oxidative enzymes and total phenols in edible mushrooms commonly consumed in Europe, J Sci Food Agric ; 87: 2272-8, 2007.
- Arikan S, Rex J.H., New agents for the treatment of systemic fungal infections - current status, Expert Opin Emerging Drugs;7:3-32, 2002.
- Bae, J.S., Jang, K.H., Yim, H., Jin, H.K., Polysaccharides isolated from *Phellinus gilvus* inhibit melanoma growth in mice. Cancer Lett ; 218: 43-52, 2005.
- Barros, L., Cruz, T., Baptista, P., Estevinho, L.M., Ferreira, I.C., Wild and commercial mushrooms as source of nutrients and nutraceuticals, Food Chem Toxicol.,46(8):2742-7, 2008.
- Bradford, M., A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding, Analytical Biochemistry, 72:248–54, 1976.
- Blumberg, H.M., Jarvis, W.R., Soucie, J.M., Edwards, J.E., Patterson, J.E., Pfaller, M.A., Rangel-Frausto, M.S., Rinaldi, M.G., Saiman, L., Wiblin, R.T., Wenzel, R.P., “Risk factors for candidal bloodstream infections in surgical intensive care unit patients: The NEMIS prospective multicenter study. The National Epidemiology of Mycosis Survey” Clin. Infect. Dis, 33, 177-186, 2001.
- Burton, K.S., Hammond, J.B.W., Minamide, T. , Protease activity in *Agaricus bisporus* during periodic fruiting (flushing) and sporophore development. Curr Microbiol 28: 275–278, 1994.
- Chen, S.C., Lu, M.K., Cheng, J.J., Wang, D.L., Antiangiogenic activities of polysaccharides isolated from medicinal fungi, FEMS Microbiol Lett., 249(2):247-54. 2005.
- Chu, K.T.; Xia, L.; Ng, T.B., Pleurostrin, an antifungal peptide from the oyster mushroom. Peptides, 26, 2098–2103, 2005.
- Coetzee, J.C., Wyk, A.E., The genus *Calvatia* (‘Gasteromycetes’, Lycoperdaceae): A review of its ethnomycology and biotechnological potential, African Journal of Biotechnology Vol. 8 (22), pp. 6007-6015, 2009.
- Cui, L., Liu, Q.H., Wang, H.X., Ng, T.B. , An alkaline protease from fresh fruiting bodies of the edible mushroom *Pleurotus citrinopileatus*. Appl Microbiol Biotechnol 75: 81–85, 2007.
- Dalgıç, N., İnce, E., Sistemik Etkili Antifungal İlaçlar, Klinik Pediatri;4(3):90-98, 2005,
- Danquah, M.K., Agyei, D., Pharmaceutical applications of bioactive peptides. OA Biotechnology, 1(2):5, 2012.
- Denning, D.W., “Invasive aspergillosis” Clin. Infect. Dis, 26, 781-805, 1998.
- Diyabalanage, T., Mulabagal, V., Mills, G., DeWitt, D. L., Nair, M.G. Health-Beneficial Qualities of the Edible Mushroom, *Agrocybe aegerita*, Food Chemistry, 108, 97–102, 2008.
- Erkel, İ., Dünya’da ve Türkiye’de Kültür Mantarcılığının Durumu Türkiye 4. Yemeklik Mantar Kongresi, Cilt I. Yalova, 1992.
- Gauthier, S.F. and Pouliot, Y., Functional and biological properties of peptides obtained by enzymatic hydrolysis of whey proteins, Journal of Dairy Science, 86: (E.Suppl.), E78-E87, 2003.
- Gbolagade, J., L. Kigigha, L., Ohimain, E., 2007, Antagonistic Effect of Extracts of Some Nigerian Higher Fungi Against Selected Pathogenic Microorganism, American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci., 2 (4): 364-368, 2007.
- Guo, Y.; Wang, H.; Ng, T.B. Isolation of trichogin, an antifungal protein from fresh fruiting bodies of the edible mushroom *Tricholoma giganteum*, Peptides, 26, 575–580, 2005.
- Holst, J.J., Deacon, C.F., Vilsboll, T., Krarup, T., Madsbad, S., Glucagon like peptide-1, glucose homeostasis and diabetes. Trends Mol Med ; 14:161-8, 2008.
- Hwang, H.J., Kim, S.W., Lim, J.M., Joo, J.H., Kim, H.O., Kim, H.M., Yun, J.W., Hypoglycemic effect of crude exopolysaccharides produced by a medicinal mushroom *Phellinus baumii* in streptozotocin-induced diabetic rats, Life Sci. 76(26):3069-80, 2005.
- Jeong, S.C., Jeong, Y.T., Yang, B.K., Islam, R., Koyyalamudi, S.R., Pang, G., Cho, K.Y., Song, C.H., White button mushroom (*Agaricus bisporus*) lowers blood glucose and cholesterol levels in diabetic and hypercholesterolemic rats., Nutr Res., 30(1):49-56, 2010.

- Kalyoncu, F., Oskay, M., Kalmış, E., Bazı Yabani Makrofungus Misellerinin Antimikrobiyal Aktivitelerinin Belirlenmesi, *The Journal of Fungus*, Nisan 1(1):1-8, 2010.
- Kaneno, R., Fontanari, L.M., Santos, S.A., Di Stasi, L.C., Rodrigues Filho, E., Eira, A.F., Effects of extracts from Brazilian sun-mushroom (*Agaricus blazei*) on the NK activity and lymphoproliferative responsiveness of Ehrlich tumor-bearing mice, *Food Chem Toxicol* ; 42: 909-6, 2004.
- Kim, J.H., Kim, Y.S. Characterization of a metalloenzyme from a wild mushroom, *Tricholoma saponaceum*. *Biosci Biotechnol Bioch* 65:356–362, 2001.
- Kim, J.H., Lee,D.H., Choi, S.Y, Park, J.S., Lee, J.S., Effects of Lycii fructus and Edible Mushroom, *Pholiota adiposa*, on the Quality and Angiotensin I-Converting Enzyme Inhibitory Activity of Korean Traditional Rice Wine, *Food Biotechnology*, 20:183–191, 2006.
- Kim E.K., Hwang J.W., Kim Y.S., Ahn C.B., Jeon Y.J., Kweon H.J., Bahk Y.Y., Moon S.H., Jeon B.T., Park P.J., A novel bioactive peptide derived from enzymatic hydrolysis of *rudites philippinarum*: Purification and investigation of its free-radical quenching potential. *Process. Biochem.* 48:325–330, 2013.
- Korhonen, H. and Pihlanto, A., Bioactive peptides: production and functionality, *International Dairy Journal*, 16(9):945-960, 2006.
- Küçükoğlu, K., Antifungal tedavide son gelişmeler, *J. Fac. Pharm, Ankara*, 37 (1) 63 – 90, 2008.
- Lam S.K., Ng T.B., First simultaneous isolation of a ribosome inactivating protein and an antifungal protein from a mushroom (*Lyophyllum shimeji*) together with evidence for synergism of their antifungal effects. *Arch Biochem Biophys*; 393(2): 271–80, 2001a.
- Lam, S.K.; Ng, T.B., Hypsin, a novel thermostable ribosome-inactivating protein with antifungal and antiproliferative activities from fruiting bodies of the edible mushroom *Hypsizygus marmoreus*. *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, 285, 1071- 1075, 2001b.
- Lau,C.C., Abdullah, N., Shuib, A.S., Novel angiotensin I-converting enzyme inhibitory peptides derived from an edible mushroom, *Pleurotus cystidiosus* O.K. Miller identified by LC-MS/MS, *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 13:313, 1-10, 2013.
- Lakshmi, B., Tilak, J.C., Adhikari, S., Devasagayam, T.P.A.,Janardhanan, K.K., Evaluation of antioxidant activity of selected Indian mushrooms, *Pharm Biol* ; 42(3): 179-85, 2004.
- Leffingwell, J.C., Alford, E.D., Volatile Constituents of the Giant Puffball Mushroom (*Calvatia gigantea*), *Leffingwell Reports*, Vol. 4, 1-17, 2011.
- Li-Chan, E.C., Hunag, S.L., Jao, C.L., Ho, K.P., Hsu, K.C., Peptides derived from atlantic salmon skin gelatin as dipeptidyl-peptidase IV inhibitors, *J Agric Food Chem.*, 60(4):973-8, 2012.
- Lin, S.J., Schranz, J., Teutsch, S.M., “Aspergillosis case-fatality rate: systematic review of the literature” *Clin. Infect. Dis*, 32, 358-366, 2001.
- Liu, X.,Carlisle, D.L.,Swick, M.C.,Gaither-Davis, A.,Grandis, J.R.,Siegfried, J.M., Gastrin-releasing peptide activates AKT through the epidermal growth factor receptor pathway &abrogates the effect of gefitinib, *Exp Cell Res* ; 313:1361-72, 2007.
- Lu, Y.Y., Ao, Z.H., Lu, Z.M., Xu, H.Y., Zhang, X.M., Dou,W.F., Xu, Z.H., Analgesic and anti-inflammatory effects of the dry matter of culture broth of *Termitomyces albuminosus* and its extracts, *J Ethnopharmacol.*,120(3):432-6, 2008.
- Ma, C., Ni, X., Chi, Z., Ma, L., Gao, L. Purification and characterization of an alkaline protease from the marine yeast *Aureobasidium pullulans* for bioactive peptide production from different sources. *Mar Biotechnol (NY)* 9: 343–351, 2007.
- Mikhailov, V.N. and Petrishchev, N.N., Thrombolytic Activity of Mushroom Proteinases: Thrombolytic Activity of Proteinases from *Coprinus domesticus*, *C. cinereus*, and *Cerrena unicolor*, *International Journal of Medicinal Mushrooms*, Volume 1, Issue 2, 187-190, 1999.
- Nedelcheva, D., Antonova, D., Tsvetkova, S., Marekov, I., Momchilova, S., Nikolova-Damyanova, B., TLC and GC-MS Probes into the Fatty Acid Composition of some Lycoperdaceae Mushrooms, *Journal of Liquid Chromatography & Related Technologies*, 30: 2717–2727, 2007.
- Ng, T.B., Lam, Y.W., Wang, H., Calcaelin, a new protein with translation-inhibiting, antiproliferative and antimitogenic activities from the mosaic puffball mushroom *Calvatia caelata*, *Planta Med.*, 69: 212-217, 2003.
- Ngai, P.H.K.; Ng, T.B., Lentin, a novel and potent antifungal protein from shitake mushroom with inhibitory effects on activity of human immunodeficiency virus-1 reverse transcriptase and proliferation of leukemia cells. *Life Sci.*, 73, 3363–3374, 2003.
- Ngai, P.H.K.; Zhao, Z.; Ng, T.B., Agrocybin, an antifungal peptide from the edible mushroom *Agrocybe cylindracea*. *Peptides*, 26, 191–196, 2005.
- Oakley, B. R., Kirsch, D. R. & Morris, N. R. A simplified ultrasensitive silver stain for detecting proteins in polyacrylamide gels. *Analytical Biochemistry* 105, 36 1-363, 1980.
- Onishi, J., Meinz, M.,Thompson, J., Curotto, J., Dreikorn, S., Rosenbach, M., Douglas, C., Abruzzo, G., Flattery, A., Kong, L., Cabello, A., Vicente, F., Pelaez, F.,Diez, M.T., Martin, I., Bills, G., Giacobbe, R., Dombrowski, A., Schwartz, R., Morris, S., Harris,

IV. Uluslararası Bilim ve İnovasyon Kongresi, 27-30 Temmuz 2023, TÜRKİYE
IV. International Science and Innovation Congress, 27-30 July 2023, TURKEY

- G.,Tsipouras, A., Wilson, K., Kurtz, M.B., Discovery of novel antifungal (1,3)-beta-D-glucan synthase inhibitors, *Antimicrob. Agents Chemother.*, 44:368–377, 2000.
- Pandey, A. and C.R. Soccol, Bioconversion of biomass: A case study of lignocellulosic bioconversions in solid state fermentation. *Braz. Arch. Biol. Technol.*, 41: 379-390, 1998,
- Park, B.T., Na, K.H., Jung, E.C., Park, J.W., Kim, H.H. , Anti-fungal and -cancer activities of a protein from the mushroom *Cordyceps militaris*. *Korean J Physiol Pharmacol*,13:49–54, 2009.
- Paterson, D.L., Singh, N., “Invasive aspergillosis in transplant recipients” *Medicine*, 78, 123-138, 1999.
- Rex, J.H., Walsh, T.J., Sobel, J.D., Filler, S.G., Pappas, P.G., Dismukes, W.E., Edwards, J.E., “Practise guidelines for the treatment of candidiasis” *Clin. Infect. Dis*, 30, 662-678, 2000.
- Ribeiro, B.,Valentão, P., Baptista, P.,Seabra, R.M.,Andrade, P.B., Phenolic compounds, organic acids profiles and antioxidative properties of beefsteak fungus (*Fistulina hepatica*), *Food Chem Toxicol.*, 45(10):1805-13, 2007.
- Shannon, L.J., Stevenson, K.E., Growth of *Calvatia gigantea* and *Candida steatolytica* in brewery wastes for microbial protein production and bod reduction, *Journal of Food Science*, 40(4):830–832, 1975.
- Shen, Y. S., and Su, Y., Isolation, purification and some bioeffectiveness of polysaccharides from *Calvatia gigantea*, *J. Anhui Univ.*, 2:89–92, 1991.
- Stanley, G., Harvey, K., Slivova, V., Jiang, J., Sliva, D., *Ganoderma lucidum* suppresses angiogenesis through the inhibition of secretion of VEGF and TGF- β 1 from prostate cancer cells. *Biochem Biophys Res Commun* ; 330: 46-52, 2005.
- Takaishi, Y., Murakami, Y., Uda, M., Ohashi, T., Hamamura, N., Kido, M., Kadota, S., Hydroxyphenylazoformamide derivatives from *Calvatia craniformis* (sic), *Phytochem.*, 45: 997-1001, 1997.
- Tanzadehpanah, H., A. Saberi, M.R., Jamshidkhan Chamani, J., Identification of a novel angiotensin-I converting enzyme inhibitory peptide from ostrich egg white and studying its interactions with the enzyme, *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 18: 212–219, 2013.
- Tanabe, H., Avabe, T.,Maemoto, A.,Ishikawa, C., Iniba. Y.,Sato, R. et al., Denatured human alpha-defensin attenuates the bactericidal activity and the stability against enzymatic digestion. *Biochem Biophys Res Commun* ;358:349-55, 2007.
- Üstün, O., Makrofungusların besin değeri ve biyolojik etkileri, *Türk Hij Den Biyol Derg.*, 68(4): 223 – 240, 2011.
- Valverde, M.E., Hernández-Pérez, T., Paredes-López, O., Edible Mushrooms: Improving Human Health and Promoting Quality Life, *International Journal of Microbiology*, <http://dx.doi.org/10.1155/2015/376387>, 1-14, 2015.
- Yang, J.H., Lin, H.C., Mau, J.L. Antioxidant properties of several commercial mushrooms, *Food Chem* ; 77: 229-35, 2002.
- Yada, T., Dezaki, K., Sone, H., Koizumi, M., Damdindorj, B., Nakata, M., Kakei, M., Ghrelin regulates insulin release & glycemia: physiological role & therapeutic potential, *Curr Diabetes Rev* ; 4: 8-23, 2008.
- Yeh, C.H., Yang, S.T., Chen, C.H., *Calvatia lilacina* protein extract induces apoptosis through endoplasmic reticulum stress in human colon carcinoma cells, *Process Biochemistry* 46:1599–1606, 2011.
- Wang H, Ng TB, Liu Q., , Alveolarin, a novel antifungal polypeptide from the wild mushroom *Polyporus alveolaris*. *Peptides* 25: 693–6, 2004b.
- Wang, H.; Ng, T.B. *Ganodermin*, an antifungal protein from fruiting bodies of the medicinal mushroom *Ganoderma lucidum*. *Peptides*, 27, 27-30, 2006.
- Wang, H.; Ng, T.B., *Eryngin*, a novel antifungal peptide from fruiting bodies of the edible mushroom *Pleurotus eryngii*. *Peptides*, 25,1-5, 2004.
- Wingard, J.R., Leather, H., “A new era of antifungal therapy” *Biol. Blood Marrow Transplant*, 10, 73-90, 2004.
- Wong, J.H.; Ng, T.B.; Wang, H.; Sze, S.C.W.; Zhang, K.Y.; Li, Q.; Lu, X., *Cordymin*, an antifungal peptide from the medicinal fungus *Cordyceps militaris*, *Phytomedicine*, 18, 387–392, 2011.
- Wu, J.Y.,Chen, C.H.,Chang, W.H.,Chung, K.T.,Liu, Y.W.,Lu, F.J.,Chen, C.H., Anti-Cancer Effects of Protein Extracts from *Calvatia lilacina*, *Pleurotus ostreatus* and *Volvariella volvacea*, *Evid Based Complement Alternat Med.*, doi:10.1093/ecam/neq057, 1-10, 2011.
- Xu, X., Yan,H., Chen, J., Zhang, X., Bioactive proteins from mushrooms, *Biotechnology Advances*, 29: 667–674, 2011.
- Zhang, X.Q., Liu, Q.H., Zhang, G.Q., Wang, H.X., Ng, T.B. , Purification and molecular cloning of a serine protease from the mushroom *Hypsizygus marmore*. *Process Biochem* 45: 724–30, 2010.
- Zheng, Z., Shetty,K, Solid state production of polygalacturonase by *Lentinus edodes* using fruit processing wastes, *Process Biochem.*, 35: 825-830, 2000.

A COMPILATION STUDY ON THE BURNOUT OF HEALTHCARE PROFESSIONALS SAĞLIK ÇALIŞANLARININ TÜKENMİŞLİĞİ ÜZERİNE DERLEME BİR ÇALIŞMA

Dr. Öğr. Üyesi Altuğ Çağatay ^{1*}, Dr. Figen Özşahin ²

¹ Tokat Gaziosmanpaşa University, Office Management and Administrative Assistant, Tokat

¹ ORCID ID: 0000-0001-7067-5570, altug.cagatay@gop.edu.tr

² Ankara Hacı Bayram Veli University, Health Management, Ankara

² ORCID ID: 0000-0001-9227-4938, figen.ozsahin151@gmail.com

* Corresponding Author

Abstract

Burnout is one of the concepts we hear very often. Burnout syndrome, especially in healthcare workers, puts employees in serious trouble. These; problems such as thinking about leaving the job, not being able to give himself to work, being late for work, making medical mistakes in the work environment, and lack of a sense of belonging to the institution he works for. It is stated that those who experience burnout suffer from physical and psychological disorders. The aim of this study is to investigate the individual and organizational causes of burnout in health workers. It has been observed that studies on burnout have intensified in the last ten years. All the factors that cause burnout of health care workers due to both individual and organizational reasons should be eliminated at a minimum level.

Keywords: Health workers, Burnout, Hospital.

1. Giriş

Bireyler iç ve dış çevre unsurlarından kaynaklı birden çok uyarıcıyla karşılaşmaktadır. İnsanlar bu uyarıcı ve etkenlerden olumlu veya olumsuz olarak etkilenmektedir. Birey için olumlu yönlü etkenler genellikle bireyleri mutlu etmekten, olumsuz yönlü uyarıcılar insanları sıkıntıya ve bunalıma sokarak stresli bir halin oluşmasına sebep olmaktadır. Stresli bu halin kısa sürede çözülmemesi ve uzun sürmesi durumunda ise bireyler tükenmişlik sendromuyla karşılaşabilmektedir. İnsan yaşamında birey için çalışmak önemli bir yere sahip olduğundan tükenmişlik, çalışanlar ile örgütlerin iş yaşamını önemli ölçüde etkileyen faktörlerin başında gelmektedir.

İnsanın insan ile münasebetinin çok fazla olduğu sağlık hizmetlerinde tükenmişlik daha fazla görülmektedir. Bu açıdan sağlık çalışanlarının çalışma ortamlarında yaşadıkları hususlar psikolojik ve travmatik durumlara da neden olmaktadır. Dünya ölçeğinde ortaya çıkan salgın vakası sırasında öncü kuvvet olarak nitelendirilebileceğimiz sağlık çalışanları salgının seyrinin ne olacağından bir haber kendi hayatlarını tehlikeye atmak durumuna kalmışlardır. Bu gibi çeşitli varyasyonlar ile karşı karşıya kalan sağlık çalışanlarının iş performanslarını tepkisel bir mekanizma ile kurgulamak oldukça güçtür. İnsan hayatında sağlığın kendi cilvesi gereği herkesçe istenmesi ve ulaşıldığı anda da bu hizmeti verenlerce anında, kusursuz ve eksiksiz istenmesi gibi hadiseleri birleşince stresin getirdiği bir tükenmişlik ile karşı karşıya kalınmaktadır.

Tükenmişlik kavramı ilk defa Herbert Freudberger tarafından 1974 yılında “başarısız olma, yıpranma, enerji ve gücün azalması veya tatmin edilemeyen istekler sonucunda bireyin iç kaynaklarında meydana gelen tükenme durumu” olarak ifade edilmiştir (Freudenberg, 1974).

Maslach tükenmişliğe ilişkin olarak “iş gereği insanlarla iç içe, yoğun, duygusal taleplere maruz kalan ve sürekli diğer insanlar ile birlikte çalışmak zorundaki insanlarda gözlemlenen fiziksel bıkkınlık, bitkinlik, uzun süreli halsizlik, yorgunluk, çaresizlik, düşük kişisel başarı, tükenme hali, duyarsızlaşma gibi faktörlerin yansımasıyla oluşan üç boyutlu bir sendrom” şeklinde bir tanımlamada bulunmuştur. Tükenmişliğin duyarsızlaşma, duygusal ve kişisel başarıda düşüş olarak bu etkenler ile birlikte ele alınması gerektiği, bu faktörlerin birbirinden bağımsız olamayacağı ve bunların birbirleriyle yakından ilişkili olduğuna vurgu yapılmaktadır (Sarıkaya, 2007).

Tükenmişlikle ilgili yapılan farklı araştırmalarda ortaya konulan ve diğer bireylerin rahatlıkla gözlemleyebilecekleri hal, bireylerde duygusal ve fiziksel enerji düşüklüğüyle birlikte oluşmuş bitkinlik, isteksizlik, yorgunluk ve memnuniyetsizlik halidir (Maslach, Leiter ve Schaufeli, 2001).

Tükenme sürecini yaşamış kişilerce öfkelenme, sürekli bir gerginlik hali, kızgınlık, umutsuzluk, çaresizlik gibi bir takım duyguları sık olarak yaşadıkları dile getirilmiştir. Tükenmişliğin ilerlemiş olduğu evrelerde ise bunu yaşayan insanlar “Etrafımdaki her şey ters, bunlara ne oluyor?” sorusunu sorarlar; cevap ise “kendilerinin tükendiği”dir” (Baltaş ve Baltaş, 1997). Başka bir deyişle kişisel kaynakların tükenmeye başladığı, günlük yaşanan durumlara karşı sürekli çözümsüzlük ve olumsuz düşüncelerin baş gösterdiği, yaşam hevesinin bittiği hal denilebilir (Barutçu ve Serinkan, 2008).

Tükenmişliğe yönelik başka bir tanımlama bireyde uzun süren stres sonucu duygusal, fiziksel ve zihinsel yorgunluk halidir (Gürbüz ve Karapınar, 2014).

Maslach ve Jackson duygusal, duyarsızlaşma ve kişisel başarı faktörlerinden oluşan “üç bileşenli bir psikolojik sendrom” olarak tükenmişliği ifade etmişlerdir (Maslach ve Jackson, 1986). Tükenmişlik en başta insanın duygusal birikim ve kaynaklarını tüketmesiyle baş göstermekte ve bireyin duygusal olarak çöküşüyle son bulmaktadır. Duygusal olarak tükenmiş insan bir sonrasında ise çevresinde bulunan bireylerle olan ilişkisini sınırlandırarak psikolojik olarak insandan uzaklaşma eylemi gösterir. Dolayısıyla duyarsızlık bu şekilde kendisini göstermiş olur. Son aşamasında ise birey önceki tutum ve davranışlarıyla şuan ki hali arasında oluşan ayrımı fark eder. Bunun sonucu olarak mesafeli tutum ve davranışları ile çalıştığı işletme ve topluma yaptığı katkıyı kısıtladığı düşüncesine kapılır. Bu şekilde birey, işi ve diğer insanlarla ilişkilerinde kendisini yetersiz görerek bu şekilde bir olumsuz duyguya kapılabilmektedir. Daha kısa bir ifadeyle faaliyet gösterdiği işyerinde veya insan ilişkilerinde kendisini önceki durumuna göre yetersiz görmeye başlar. Birey kendisini bu şekilde olumsuz düşünce haline kaptırmış olması kişisel başarı boyutu içerisinde tanımlanmıştır (Maslach ve Jackson, 1981; Cordes ve Dougherty, 1993; Zimbardo, vd., 2001).

2. Tükenmişlik Modelleri

Maslach’ın genel kabul gören ilkelerine göre tükenmişlik 3 modelden oluşmaktadır. Bunları duygusal tükenme, duyarsızlaşma ve kişisel başarı modelleridir.

a) Tükenmeyi duygusal ve fiziksel tükenme olarak iki başlıkta ele alarak duygusal tükenmeyi çalışan işyerine gitmeyi düşündüğünde mutsuzluk hali ve yorgunluk hissi olduğu, fiziksel anlamda ise baş ağrıları, üşüme hali, uyku süresinde kısalma gibi bireyde birtakım etkiler görüldüğü dile getirilmiştir. Duygusal yönden tükenmişlik bireyin ruhen yıpranma duygusunu hissetmesi ve yaşamasını ifade etmektedir (Naktiyok ve Karabey, 2005).

b) Duyarsızlaşma; çalışanın işine ve iletişim kurduğu bireylere karşı ilgisiz ve alakasız tutum göstererek karşı bireyin duygularını anlamaması halidir. Bu durum karşıdakilere karşı olumsuz bir tutum sergilenmesine neden olmaktadır (Arslan, Çağatay ve Savaş, 2023).

Çalıştığı ortamdaki iş arkadaşları karşısındaki insanlar hakkında olumsuz duygu ve düşünceler oluşması, işini önemsememeye başlaması, kendi içine kapanma, zorluklara karşı mücadeleden kaçınma, eskiye göre daha az iş yapma, alaycı bir yaklaşım haline bürünmüş olması gibi belirtilerden söz edilebilir (Barutçu ve Serinkan, 2008).

c) Kişisel başarı hissinde; birey başarılı olmadığını düşündüğü, buna bağlı olarak motivasyonunda düşüş, strese artış gibi faktörler baş gösterdiğini, bu durum ise yaşantısına ve iş hayatında başarısızlığa neden olmaktadır. Duygusal ve fiziksel yönden tükenmiş, hizmet ettiği bireyler ile kendisini olumsuz bir davranış haline sokmuş birey yapılması gerekli işleri tam olarak yerine getirmekte zorlanacaktır. Bu sebeple bireysel anlamda yeterliliğine ilişkin duygularında azalma olacaktır (Gündüz, 2005).

2.1. Tükenmişliğin Oluşumundaki Bireysel ve Örgütsel Etkiler

Bireysel faktörler arasında; cinsiyet, etnik köken, yaş, mesleği, medeni hâli, eğitim seviyesi, aile durumu, bireyin beklenti düzeyi gibi unsurlar yer almaktadır. Sağlık çalışanı meslek grubu içerisinde bulunan hemşirelerde duygusal tükenme, hekim statüsünde bulunan personelde ise duyarsızlaşmanın yüksek olduğu görülmüştür. Sağlık sektöründe çalışan bireylerin yarıdan fazlası çalışma ortamından memnun olmadıklarını, çoğu tekrar aynı meslek grubunda yer almak istemediklerini ifade ettikleri görülmüştür (Arslan, Çağatay ve Ay Savaş, 2023). Bu durumda ise meslek, çalışılan ortam ve kişilik özelliklerinin de tükenmişlik üzerinde etkisi bulunduğu söz etmek mümkündür.

Ayrıca, tükenmişlik olgusu duyarsızlık, bireyin başarısındaki düşüklük ve işine karşı olan ilgisinde düşüşle beraber zihinsel, duygusal ve fiziksel yorgunluğun oluştuğunu ifade eden bir durum olarak ortaya konulmuş ve 1974 yılında Freudenberg ilk defa bu durumu dile getirmiştir. En fazla tabiplik, öğretmenlik, avukatlık ve hemşirelik gibi unvanlarda insanlar ile yüz yüze ilişkisi olan mesleklerde görüldüğüne ayrıca dikkat çekilmiştir (Çapri, 2006).

Bireysel faktörler, örgüt içerisindeki bireylerden kaynaklı ve tükenmeye sebep olan unsurlardır. Örgütteki bireyin kişilik yapısı ve özellikleri kişinin tükenmişlik yaşayabilmesinde önemli bir yere sahiptir (Ardıç ve Polatçı, 2008). Kişilik özellikleri anlamında; mükemmeliyetçi, amaca odaklı, kazanmayı seven, eleştirci, kişisel çıkarları önemseyen, sadık, çevresine karşı saldırgan ve öfkeli davranışlar sergileyen, hızlı, işlerini zamanında bitirme gayreti içerisinde olan, sorumluluk sahibi ve hızlı konuşan bireyler (Freudenberg, 1974; Nagy ve Davis, 1985; Nowack, 1988; akt.), yaşamlarını kader ve şans gibi dış etkenler tarafından yönetildiğini düşünenler, gerçekleştirilmesi zor beklenti içerisinde olan (Cordes ve Dougherty, 1993), öz yeterlilikleri bulunmayanlar ve empati yapamayanlar (Lee, vd., 2003) diğer bireylere göre daha çok tükenmişlik riski altındadır.

3. Sağlık Alanında Tükenmişlik

Sağlık çalışanları, görevlerinin gereği olarak hem çalışma arkadaşları hem de hizmet sundukları hastalar ile yoğun iletişim kurmak zorunda oldukları yüksek tempolu bir iş ortamında çalışmaktadırlar (Çevik ve Özbacı, 2020). Bu ortamda çalışan sağlık profesyonellerinin tükenmişlik durumları akademik açıdan merak konusu olmuş ve birçok yazınsal değerlendirmelere tabi tutulduğu görülmüştür.

Arpacıoğlu ve arkadaşları (2021)’nın yapıtları araştırmaya göre sağlık çalışanlarının demografik değişkenler ele alınarak yapılan değerlendirmede tükenmişlik durumlarının yüksek olduğu bulunmuşlardır. Sağlık çalışanlarının önemli oranda tükenmişlik sendromuna maruz kaldıkları ve iş doyumuna istendik düzeyde sahip olmadıkları görülmektedir (Sivrikaya ve Erişen, 2019). Ayrıca yaşadıkları bu tükenmişlik durumlarının işten ayrılma niyetlerini de arttırdığı gözlemlenmiştir (Koroğlu ve Bahar, 2021) Kaygı ve tükenmişlik

hali hiç şüphesiz ki sağlık çalışanlarının işlevselliklerinde kaybı beraberinde getirme riski taşımaktadır (Türkili vd., 2022). Tükenmişlik yaşayan bireylerin, yaşam doyumlarının buna bağlı olarak zarar gördüğü anlaşılmıştır (Uzun ve Tortumlu, 2022).

Kişisel başarı hissinin ve iş arkadaşından aldıkları destek hissiyatı tükenmişliği düşürdüğü anlaşılmaktadır (Özbezek vd. 2021) Algılanan sosyal destek sistemlerinin varlığı ile tükenmişliğin azaldığı, sergilenen duygusal emek davranışlarının artması sonucu tükenmişliğin arttığı sonucuna ulaşılmaktadır (Penekli, 2022) Tükenmişlik sendromu tüm sağlık çalışanlarında sıklıkla karşılaşılan psikolojik bir durumdur. Bu sendrom ile ilgili farkındalığın oluşturulması ve etkin tedbirlerin alınarak önüne geçilmesinin, çalışan memnuniyeti ve verimliliği yanı sıra sunulan sağlık hizmet kalitesini olumlu yönde artıracaktır (Taşdemir Mecit, 2022).

Sağlık çalışanlarında tükenmişlik konusu günümüz şartlarında giderek daha da önem kazanmaya başlamıştır. Sağlık çalışanlarının yaşamış oldukları tükenmişlik durumu ise, düşük hasta memnuniyeti, yapılabilecek tıbbi hatalarda artış, mesleki tatmin düzeylerinde düşüklük gibi sonuçları ortaya çıkartabilmektedir. Tükenmişlik sonucu ortaya çıkabilecek bu olumsuzlukların önlenmesi sağlık sistemi ve sağlık çalışanları için önemli bir durumdur (Atilla ve Karakaya, 2021). Profesyonel sağlık çalışanlarının hasta ve yaralı kimselere gerekli ve yeterli sağlık hizmeti sunabilmeleri hasta ve yaralının içinde bulunduğu durumu anlamalarına, empati kurabilmelerine, hasta ve yaralının psikolojisini anlayarak tedavilerini gerçekleştirebilmelerine bağlıdır (Demirbilek ve Uzman, 2021). Çalışanların tükenmişliği etkileyen bireysel faktörlerin farkına varmasını sağlamak için gerekli çalışmalar yapılmalıdır. Aynı zamanda stresle baş etme yöntemlerinin öğretilmesi de çalışanların mutlu olmasını sağlayarak iş doyumunu artıran önemli bir etkidir. Çalışanların tükenmişliğini ve iş doyumunu etkileyen bireysel faktörler ortadan kaldırılırken aynı zamanda kurumların örgütsel faktörleri de ortadan kaldırmak için gerekli önlemleri alması gerekmektedir (Öztürk vd., 2020).

4. Sonuçlar

Sağlık açısından ele aldığımız bu yazında, sağlık çalışanlarının faaliyette bulundukları sağlık hizmetlerinin gereklerini ortaya koymaya çalışırken kendi içsel varlıklarını da sürdürebilecekleri bir oluşuma ihtiyaç duydukları aşikârdır. Yapılan çalışmaların son yıllar içerisinde Covid-19 salgınına denk gelmesi ile tükenmişlik sendromuna ilişkin çok fazla çalışma yapıldığı görülmektedir. Covid-19 öncesi, sırası ve sonrası olarak da incelenen çalışmalarda Tükenmişlik sürekli olarak kendini diri tutan ve varlığını koruyan bir durum olduğunu söylemek mümkündür. Tükenmişlik sağlık çalışanları için bir yaşanması zorunlu kader anlayışı haline geldiği ve bu meslekte çalışacaklar için olumsuz bir kaniye varılmasına neden olacak seviyede olduğunu söylemek mümkündür. Sağlık gibi önemli hizmet kolunda yüksek kapasiteli ve işine motive kişilerin varlıklarını sürdürmesi alınacak hizmetin geçerliliği ve kalitesi içinde çok önemlidir. Çünkü sağlık hizmetleri sunucularının iyi hallerinin var olmasını sağlamak aynı zamanda hizmet kalitesini de arttırdığı diğer bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır.

Sağlık çalışanlarının yaşamlarını devam ettirebilmeleri için çalışmak ve bir takım faaliyetlerde bulunmak ne kadar önemliyse sağlık kurumları açısından da çalışanlarının etkin ve verimli olması bir o kadar önem arz etmektedir. Bu sebeple hem bireyler hem de işletmeler amaçlarını gerçekleştirebilmeleri için birbirlerine ihtiyaç duymaktadır. Bu doğrultuda her iki tarafında tükenmişlik ile ilgili üzerine düşen sorumlulukları ve yükümlülüklerini yerine getirmeleri gerekmektedir. Herhangi bir tarafta yaşanacak bir olumsuzluk karşı tarafı da doğrudan etkilediğinden, tükenmişlik sendromunun çözümünde bireysel veya örgütsel olarak tek başına mücadelede başarılı olunması mümkün değildir. Böyle bir durumda örgütün katkısı olmadan ya da bireysel çabayla yani tek taraflı olarak çözülebilecek bir sorun olmadığı görülmektedir.

Tükenmişliğin oluşumu belirli bir zaman dilimi içerisinde gerçekleştiği için bunun ilk evrelerinde tedbir almak mümkündür. Sağlık gibi önemli bir iş faaliyeti içerisinde yer alan çalışanların yaşayacakları olası tükenmişlik durumlarının önceden belirlenerek önlem ile daha kaliteli bir hizmet faaliyetinde bulunulması mümkündür.

Bireyler tükenmişlik konusunda araştırma yaparak bu hususta bilgi sahibi olmaları, duygusal, davranışsal ve fiziksel belirtiler hissedilmesi halinde ise bu sendromun sonraki evrelere geçmeden çözüm üretmeleri gerekmektedir. Aksi durumda sağlık çalışanlarının ileri safhada işten ayrılma niyetlerinin ortaya çıktığı yapılan yazınsal çalışmalarda ortaya konulmaktadır.

Sağlık kurumları üst yöneticileri sağlık politikası açısından tükenmişlik konusunda çalışanlarına gerekli eğitimleri vererek çalışanları desteklemeleri, moral ve motivasyonlarını yüksek tutmaları, örgüt kültürüne bağlılığı arttırmak için her türlü adımları atmaları gereklidir.

İncelenen araştırmalar ışığında örgüt ve çalışanlar için ortak amaç ve hedefler belirlenmeli, bu doğrultuda ise bütünleşmenin sağlanması gerektiği ortaya çıkmaktadır. Birey ve örgüt arasındaki iletişime önem verilmeli, örgüt ve çalışan bireyler birbiriyle sürekli etkileşim halinde olmalıdır. Tükenmişliğe yönelik alınan her türlü tedbir ve olasılıklar devredeyken sorun çıkması halinde ise önceden belirlenmiş onarıcı ve dengeleyici unsurlardan faydalanılmalıdır. Belirtilen aşamalar ve süreç iyi yönetildiği takdirde tükenmişlik tehdit ve risk olmaktan çıkacaktır.

5. Referanslar

- Ardıç, K., & Polatçı, S. (2008). Tükenmişlik sendromu akademisyenler üzerinde bir uygulama (GOÜ Örneği). *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 10(2), 69-96.
- Arpacıoğlu, S., Baltalı, Z., & Ünübol, B. (2021). COVID-19 pandemisinde sağlık çalışanlarında tükenmişlik, Covid korkusu, depresyon, mesleki doyum düzeyleri ve ilişkili faktörler. *Cukurova Medical Journal*, 46(1), 88-100.
- Arslan, Ü., Çağatay, A., ve Savaş, A. Y. (2023), Covid-19 Pandemisinde Sağlık Personelinin Tükenmişlik Durumunun İncelenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, 14(37), 226-246.

- Atilla, E. A., & Karakaya, A. (2021). Covid-19 Pandemi Döneminin Sağlık Çalışanlarının Tükenmişlik Düzeylerine Etkisi. *Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 23(3), 653-680.
- Baltaş, A. ve Baltaş, Z. (1997), *Stres ve Başa Çıkma Yolları*, Remzi Kitabevi.
- Barutçu, E., ve Serinkan, C. (2008). Günümüzün Önemli Sorunlarından Biri Olarak Tükenmişlik Sendromu Ve Denizli’de Yapılan Bir Araştırma. *Ege Akademik Bakış Dergisi*, 8(2), 541-561.
- Cordes, C. L. ve T. W. Dougherty (1993), “A Review And An Intergration Of Research On Job Burnout”, *The Academy Of Management Review*, Vol. 18 (4), Pp. 621-656.
- Çapri, B. (2006). Tükenmişlik Ölçeğinin Türkiye Uyarlaması: Geçerlik Ve Güvenilirlik Çalışması. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(1), 63.
- Çevik, O., & Özbacı, A. A. (2020). Sağlık çalışanlarının tükenmişlik düzeyleri ile demografik özellikleri arasındaki ilişki-Samsun ili örneği. *MANAS Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 9(3), 1773-1787.
- Demirbilek, Ö., & Uzman, E. (2021). 112 Acil sağlık çalışanları arasında eşduyum yorgunluğu, eşduyum tatmini ve tükenmişlik-Kayseri ili örneği. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 10(1), 56-69.
- Freudenberger, H. J. (1974), “Staffburnout”, *Journal Of Social Issues*, Vol. 30, Pp. 159 -165.
- Gürbüz, H., ve Karapınar, M. (2014). Bankacılık Sektöründe Çalışanların Tükenmişlik Düzeylerinin Maslachkriterlerine Göre Ölçülmesi. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 10(23), 267-278.
- Köroğlu, Ö., & Bahar, E. (2021). Sağlık kurumlarında çalışan hemşirelerin tükenmişlik algılarının işten ayrılma niyetlerine etkisi. *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 13(4), 3453-3466.
- Lee, H.; R. Song, Y. S., Cho, G. Z., LEE, B. Daly; (2003), “A Comprehensive Model For Predicting Burnout İn Korean Nurses”, *Journal Of Advanced Nursing*, 44(5), Ss.534-545.
- Maslach, C. ve Zimbardo P. G. (1982), *Burnout – Thecost Of Caring*, Prentice-Hall, Inc., Englewoodcliffs, New Jersey.
- Maslach, C., Schaufeli, W. B. ve Leiter, M.P. (2001), Job Burnout, *Annu. Rev. Psychol.*, 52, 403.
- Maslach, C., Schaufeli, W. B. Ve Leiter, M.P. (2001), Job Burnout, *Annu. Rev. Psychol.*, 52, 397-422.
- Maslach, Christina Ve Michael P. Leiter (1997), *The Truth About Burnout*, Jossey-Bass, San Francisco, CA
- Nagy, S. ve Davis, L. G. (1985), “Burnout: A Comparative Analysis Of Personality And Environmental Variables”, *Psychological Reports*, 57, Ss.1319-1326
- Naktiyok, A. ve Karabey, C. N. (2005). İşkoliklik Ve Tükenmişlik Sendromu. *Atatürk Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Dergisi*, 19(2), 179-198.
- Özbezek, B. D., Paksoy, H. M., & Çopuroğlu, F. (2021). Covid-19 pandemi döneminde sağlık çalışanlarının sosyal destek algılarının tükenmişlik düzeyine etkisi. *IBAD Sosyal Bilimler Dergisi*, (11), 413-434.
- Öztürk, Z., Çelik, G., & Ezgi, Ö. R. S. (2020). Sağlık Çalışanlarında Tükenmişlik ve İş Doyumu İlişkisi: Bir Kamu Hastanesi Örneği. *Uluslararası Sağlık Yönetimi ve Stratejileri Araştırma Dergisi*, 6(2), 328-349.
- Penekli, H. (2022). Covid-19 Pandemisinin Duygusal Emek, Sosyal Destek Ve Tükenmişlik Açısından Hemşireler Üzerindeki Etkisi. *ERÜ Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 9(2), 20-27.
- Sarıkaya, P. (2007). *Tükenmişlik Sendromunun Kişilik Özelliklerinden Denetim Odağı İle İlişkisi Ve Bir Uygulama*. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı.
- Sivrikaya, S. K., & Erişen, M. (2019). Sağlık Çalışanlarının Tükenmişlik Ve İşe Bağlı Gerginlik Düzeylerinin İncelenmesi. *Anadolu Hemşirelik ve Sağlık Bilimleri Dergisi*, 22(2), 121-129.
- Taşdemir Mecit, B. B., Opak, S. Ş., Yıldırım, Ö. D., & Sivacı, R. G. (2022). COVID-19 Yoğun Bakım Ünitelerinde Çalışan ve Çalışmayan Sağlık Personelinde Tükenmişlik Düzeyi. *JARSS* 2022;30(2):84-88
- Türkili, S., Aslan, E., & Şenel, T. O. T. (2022). Türkiye’de sağlık çalışanları arasında koronavirüs salgını nedeniyle yaşanan zorluklar, kaygı, depresyon ve tükenmişlik sendromunun incelenmesi. *Mersin Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 15(1), 74-87.
- Uzun, K., & Tortumlu, M. (2022). Mesleki Tükenmişliğin Sağlık Çalışanlarının Yaşam Doyumu Üzerindeki Etkisinde Psikolojik Sağlamlığın ve Umudun Aracı Rolünün İncelenmesi. *Humanitas: International Journal of Social Sciences*, 10(20).

INSTRUMENT CHORD CLASSIFICATION WITH MACHINE LEARNING ALGORITHMS

Ashhan Guven ¹, Fatih Aydin ^{2*}

^{1,2} Balıkesir University, Computer Engineering Department, Turkey

¹ ORCID ID:0009-0001-9263-0215, aslihan.guven@ogr.balikesir.edu.tr

² ORCID ID:0000-0001-9679-0403, fatih.aydin@balikesir.edu.tr

* Corresponding Author

Abstract

In this paper, we present an approach using machine learning algorithms to determine whether an instrument chord has a major or minor chord. We use a data set of audio files recorded from two instruments, guitar, and piano, to build our machine learning models. The data set contains 502 major audio files and 357 minor audio files. We employ six conventional machine learning algorithms such as Logistic Regression, K-nearest neighbors, Support Vector Machines, Naïve Bayes, Classification and Regression Trees (CART), and Random Forest algorithms. The experimental results show that Random Forest and CART algorithms outperform the other algorithms with an accuracy of 90.1%.

Keywords: Machine learning, chord classification, decision trees, random forest.

1. Introduction

Determining chords from sound and detecting chords in the melody are important points in playing and understanding music. Music is entirely related to patterns. After learning those rules and patterns, it is possible to learn everything by ourselves. When everything is held constant, music in minor and major tones feels sad and happy. In this respect, classifying and detecting instrument chords are significant in terms of both learning and improving music and identifying the kind of music automatically.

In the literature, many works have been done for classifying instrument chords [1-3, 8]. In this research, we have proposed a new chord classification model through machine learning algorithms in order to classify instrument chords. We have used logistic regression, K-nearest neighbors, Support Vector Machines, CART and Random Forest algorithms for the chord classification process. We have applied the algorithms to pre-processed data set and compared the results. Subsequently, we have selected the model having the best performance. The chosen model would support professional or individual musicians in terms of music education and advancing music. Overall, this study reveals the significance and success of using machine learning techniques.

The remaining section of the paper has been organized as follows: in Section 2, we explain the data pre-process stage and machine learning algorithms used in the experiments. In Section 3, we present the results of the study. In Section 4, we discuss the experimental results. Finally, we conclude our study with remarks in Section 5.

2. Materials and Methods

In this section, we explain the data set used in the experiment. We then introduce machine learning methods applied to the data set.

2.1. The Data Set and Data Pre-processing

The data set consists of minor and major chords that are used most commonly in music classification. The data set contains 502 major and 357 minor sound files. Thus, we have 859 instances in total.

The chord in music is three or more notes sounding at the same time [2]. In the pre-processing stage of the data set, we first do various calculations behalf on comprehending the mathematics behind music. In this regard, we use traditional twelve-fret scale: C, C#, D, D#, E, F, F#, G, G#, A, A#, B. We calculate the frequency values that are the most important characteristics of the notes in accordance with the western music rules. Table 1 shows the frequencies of the western music notes.

Table 1. The frequencies of the western music notes

	A	A#	B	C	C#	D	D#
0	110.0	116.5	123.5	130.8	138.6	146.8	155.6
1	220.0	233.1	246.9	261.6	277.2	293.7	311.1
2	440.0	466.2	493.9	523.3	554.4	587.3	622.3
3	880.0	932.3	987.8	1046.5	1108.7	1174.7	1244.5
4	1760.0	1864.7	1975.5	2093.0	2217.5	2349.3	2489.0
5	3520.0	3729.3	3951.1	4186.0	4434.9	4698.6	4978.0
6	7040.0	7458.6	7902.1	8372.0	8869.8	9397.3	9956.1
7	14080.0	14917.2	15804.4	16744.0	17739.7	18794.5	19912.1

In the next step, we create a computer-generated note to better examine harmony concept that allow music to sound good. To this end, we exploit the sinusoidal wave. Since the signal is in time domain, we transform the signal into frequency domain via Fourier transform. We utilize the package `scipy.fft` for this transformation. Figure 1 shows the signal in time domain. Figure 2 shows the main frequency domain of the signal.

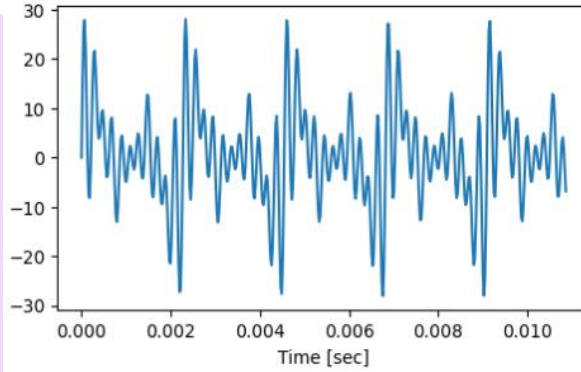


Figure 1. The illustration of a sample signal in time domain

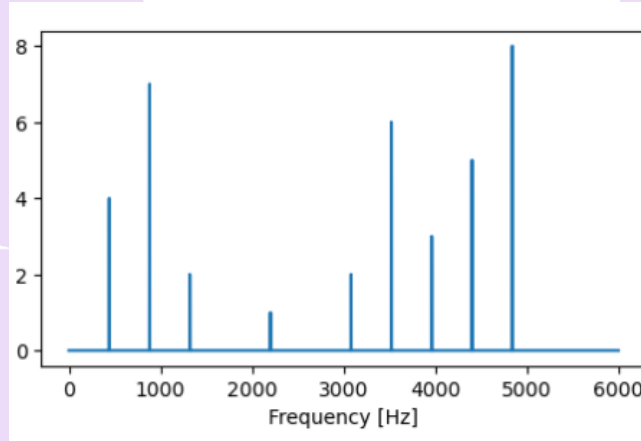


Figure 2. The main frequencies of a sample signal

Finally, we compose a data framework to analyze the sound data together. Afterward, we save the type of chords, file names, and harmonies for each file to analyze them easily. Table 2 summarizes this process.

Table 2. A piece of the data framework

	Chord type	File name	Min harmonic	Max harmonic	Harmonics
0	Major	Major_0.wav	130.67	1838.22	21
1	Major	Major_1.wav	131.11	993.33	16
2	Major	Major_10.wav	130.91	1408.64	20
3	Major	Major_100.wav	155.45	2449.09	27
4	Major	Major_101.wav	155.91	1093.64	20

2.2. Machine Learning Techniques

We have tried six machine learning algorithms (e.g., Logistic Regression, K-nearest neighbors, Support Vector Machines, Naïve Bayes, Classification and Regression Trees (CART), and Random Forest algorithms) to be able to build the chord classification model and compared their results after cross-validation experiments.

Logistic Regression is a model used to predict the presence or absence of features or outcomes. It works similar to a linear regression model but is more suitable when the dependent variable is categorical. In our study, we performed analyses using the LogisticRegression model from the scikit-learn library to classify instrument chords.

K-Nearest Neighbors (KNN) is a classification algorithm. This algorithm makes predictions by looking at the proximity of the data point to previous data points. In our study, we performed analyses using the KNeighborsClassifier model from the scikit-learn library to classify instrument chords. This model allows us to classify data points by examining their k-nearest neighbors.

Support Vector Machines (SVM) is a supervised learning method developed based on structural risk minimization. SVM does not require knowledge of any joint distribution function of the data, making it distribution-independent. Figure 2 shows the network

structure of SVM. In our study, we conducted analyses using the Support Vector Classifier (SVC) model from the scikit-learn library to classify instrument chords.

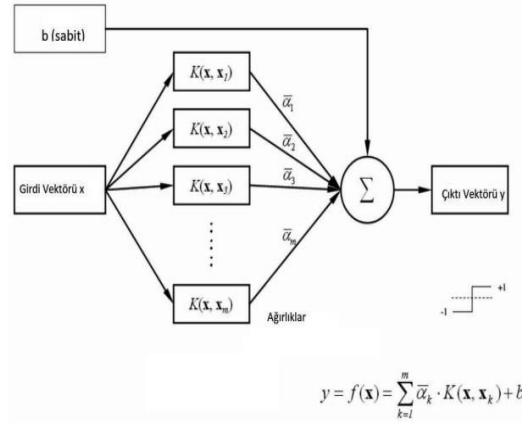


Figure 3 SVM Network Structure [12]

Gaussian Naive Bayes is an algorithm belonging to the Naive Bayes classification method. This algorithm handles continuous data and assumes that continuous features have a normal (or Gaussian) distribution for each class. Using this method, mean and standard deviation values are estimated for each class from the training data. In our study, we performed analyses using the GaussianNB model from the scikit-learn library to classify instrument chords.

Decision Tree Classifier (CART) is a classification method that creates a model in the form of a tree structure consisting of decision nodes and leaf nodes based on features and the target variable. The CART algorithm divides the dataset into smaller and even smaller subsets, thus forming a tree structure. The general appearance of decision trees is shown in Figure 4 [11]. In our study, we conducted analyses using the DecisionTreeClassifier model from the scikit-learn library to classify instrument chords.

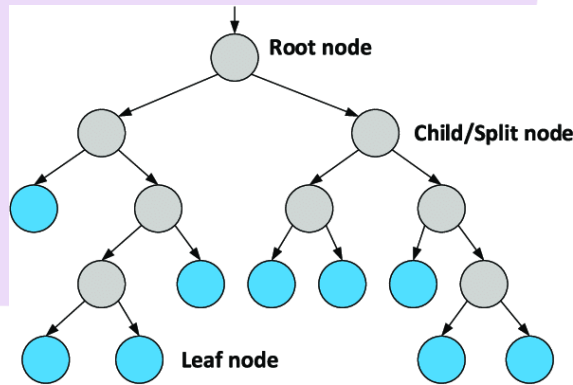


Figure 4 Decision Tree Example [13]

Random Forest is one of the supervised classification algorithms that can be used for both regression and classification problems. This algorithm aims to improve the classification accuracy by generating multiple decision trees. The Random Forest algorithm combines many independently operating decision trees to select the classification value with the highest score.

In our study, we conducted analyses using the RandomForestClassifier model from the scikit-learn library to classify instrument chords. This model allows us to obtain the best classification results by applying the Random Forest algorithm and combining multiple decision trees.

3. Results

In this section, we present the results of our experiments with six different machine learning algorithms: LogisticRegression, KNeighborsClassifier, SVC, GaussianNB, DecisionTreeClassifier, and RandomForestClassifier. We used a dataset consisting of 859 audio files to evaluate the performance of these algorithms.

The accuracy rates achieved for each algorithm are shown in Figure 5.

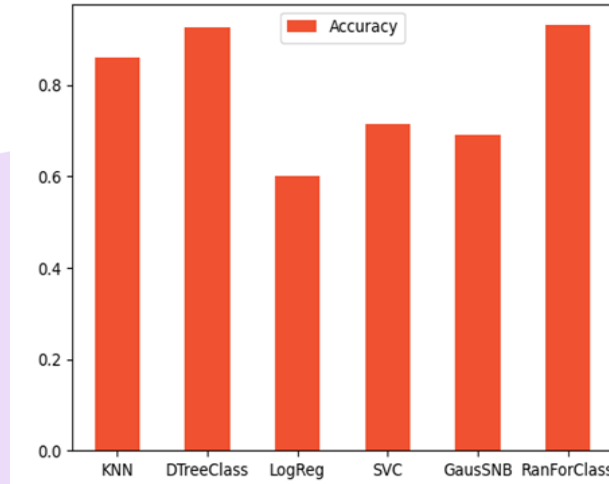


Figure 5 Accuracy rates of algorithms

We observed that the Decision Tree Classifier (CART) and Random Forest Classifier models had equal and the highest accuracy rates, reaching 0.90. This was followed by KNN with an accuracy rate of 0.83, SVC with an accuracy rate of 0.69, and GaussianNB with an accuracy rate of 0.65. The Logistic Regression model had the lowest accuracy rate of 0.56.

4. Discussion

Our experiments have demonstrated that machine learning algorithms such as LogisticRegression, KNeighborsClassifier, SVC, GaussianNB, DecisionTreeClassifier, and RandomForestClassifier can be applied for classifying instrument chords. The results indicate that the CART and Random Forest Classifier models achieved equal and the highest accuracy rates of 0.90, followed by KNN with an accuracy rate of 0.83, SVC with an accuracy rate of 0.69, GaussianNB with an accuracy rate of 0.65, and LogisticRegression with the lowest accuracy rate of 0.56.

The high accuracy rates obtained from the Classification and Regression Trees and Random Forest Classifier models demonstrate their effectiveness in instrument chord classification. The KNN model also showed good accuracy but was comparatively less performant than the top-performing algorithms. On the other hand, the accuracy rates of SVC, GaussianNB, and LogisticRegression models were much lower, indicating that these models may not be suitable for this particular task.

From an application perspective, the high accuracy rates achieved by the Decision Tree Classifier and Random Forest Classifier models suggest the effectiveness of these methods for instrument chord classification.

5. Conclusion

In this study, we applied six different machine learning algorithms for instrument chord classification. Our experiments resulted in the Classification and Regression Trees and Random Forest Classifier achieving the highest accuracy rates, indicating their potential for real-world applications in instrument chord classification. The KNN model also showed good accuracy but was comparatively less performant than the top-performing algorithms. On the other hand, the accuracy rates of the SVC, GaussianNB, and LogisticRegression models were much lower, suggesting that these models may not be suitable for this particular task.

Overall, our results demonstrate the effectiveness of machine learning algorithms in instrument chord classification and their potential as useful tools for musicians and music students to understand and advance music. Further research can explore the use of other machine learning algorithms to increase the accuracy rate and improve the performance through different algorithm combinations. Additionally, employing larger datasets can provide a broader perspective on the performance of algorithms for solving the problem in this study. Together, our findings emphasize the potential of machine learning algorithms for instrument chord classification as a means for musicians and music students to enhance their understanding and proficiency in music.

6. References

- [1] Shrestha, R. (2018). Chord classification of an audio signal using artificial neural network. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 5(11).
- [2] Tran, L., Zhang, S., & Zhou, E. (2019). CNN Transfer Learning for Visual Guitar Chord Classification.
- [3] Mirosław, & Majchrzak (2013). Major and Minor Harmonic Keys : The Discrepancy in Chord Classification Under a Computational Tonality Analytical Method. *Journal of Literature and Art Studies*, 3, 381-390.
- [4] Sahin, E., Aydos, M., & Orhan, F. (2018). Spam/ham e-mail classification using machine learning methods based on bag of words technique. 2018 26th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU), 1-4.
- [5] Bozkir, A. S., Sahin, E., Aydos, M., Sezer, E. A., & Orhan, F. (2017, September). Spam e-mail classification by utilizing n-gram features of hyperlink texts. In 2017 IEEE 11th International Conference on Application of Information and Communication Technologies (AICT) (pp. 1-5). IEEE.

- [6] Taşcı, E., & Onan, A. (2016). K-en yakın komşu algoritması parametrelerinin sınıflandırma performansı üzerine etkisinin incelenmesi. Akademik Bilişim, 1(1), 4-18.
- [7] Safavian, S. R., & Landgrebe, D. (1991). A survey of decision tree classifier methodology. IEEE transactions on systems, man, and cybernetics, 21(3), 660-674.
- [8] Osmalsky, J., Embrechts, J., Van Droogenbroeck, M., & Piérard, S. (2012). Neural networks for musical chords recognition.
- [9] Müller, M. (2015). Fundamentals of music processing: Audio, analysis, algorithms, applications (Vol. 5). Cham: Springer.
- [10] Harte, C., & Sandler, M. (2005, May). Automatic chord identification using a quantised chromagram. In Audio Engineering Society Convention 118. Audio Engineering Society.
- [11] Ayhan, S., & Erdoğan, Ş. (2014). Destek vektör makineleriyle sınıflandırma problemlerinin çözümü için çekirdek fonksiyonu seçimi. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 9(1), 175-201.
- [12] Calayır, G. N., & Kabak, M. (2021). Bakım için makine öğrenme tekniklerinin analizi ve bir uygulama. Journal of Turkish Operations Management, 5(1), 662-675.
- [13] Acosta, M. R. C., Ahmed, S., Garcia, C. E., & Koo, I. (2020). Extremely randomized trees-based scheme for stealthy cyber-attack detection in smart grid networks. IEEE access, 8, 19921-19933

FAMILIAL MEDITERRANEAN FEVER WITH TRIPLE MEFV MUTATION: COMPARISON OF TRIPLE, COMPOUND DOUBLE, AND FREQUENT SINGLE MUTATIONS IN A TURKISH PEDIATRIC COHORT

Aysegul Alpcan^{1*}, Yaşar Kandur², Derya Beyza Sayın Kocakap³, Serkan Tursun⁴, Didem Aliefendioglu⁵

^{1, 2, 4, 5}Department of Pediatrics, Faculty of Medicine, Kırıkkale University, Kırıkkale, Turkey

¹ORCID 0000-0001-9447-4263 ozcalk@yahoo.com

²ORCID 0000-0002-8361-5558 yaskan30@yahoo.com

⁴ORCID 0000-0003-3354-6360 drtursun@hotmail.com

⁵ORCID: 0000-0001-6314-34 didem.aliefendioglu@gmail.com

³Department of Medical Genetics, Faculty of Medicine, Kırıkkale University, Kırıkkale, Turkey

³ORCID: 0000-0002-8100-3216 dsayin@yahoo.com

***Corresponding author**

Abstract

This study assessed the clinical relevance and phenotypic attributes of complex allele variants, inclusive and exclusive of the R202Q allele, within the MEFV gene in triple mutation scenarios. We retrospectively examined medical data from patients with Familial Mediterranean Fever (FMF) exhibiting triple complex alleles, dual compound mutations, and prevalent singular mutations. The correlation between phenotype and genotype was evaluated in 71 FMF patients (M/F=42/29) with a median age of 8.5 years (2-17 years). These patients were segregated into three cohorts based on the occurrence of triple, compound heterozygous, and common single mutations. No significant variances were observed between the cohorts in terms of sex, average age, fever frequency, abdominal discomfort, chest pain, age at symptom onset, and early onset symptoms. The groups demonstrated no significant differences in disease severity scores (7.21 ± 2.04 , 8.11 ± 1.99 , 7.81 ± 1.13 , respectively; $p=0.228$). However, the frequency of severe scores was considerably lower in the cohorts with triple and single mutations than in the dual mutation group (16.6% vs. 26.9% and 42.8%, respectively ($p=0.04$)). Among patients with triple mutations, 83.3% had the R202Q allele variant. Patients with triple mutations exhibited a less intense disease phenotype, potentially attributable to benign variants like R202Q and E148Q. Further comprehensive, prospective research is warranted to investigate the relationship between triple mutations, R202Q, and clinical manifestations.

Keywords: Familial mediterranean fever, triple mutation, R202Q, pediatrics.

1. Introduction

Familial Mediterranean Fever (FMF) is an inheritable inflammatory disease that follows an autosomal recessive pattern. Its associated gene, MEFV, is located on chromosome 16p13.3 [1]. This gene is responsible for producing pyrin, a 781-amino-acid protein [2,3] that serves as a crucial component in controlling inflammation and apoptosis. Dysfunctional pyrin caused by mutations can result in heightened inflammation, leading to a surge in IL-1 β secretion in FMF [4].

The INFEVERS database, a digital compendium of autoinflammatory diseases (<http://fmf.igh.cnrs.fr/infevers>) [5], has reported over 310 sequence alterations. However, the implications of these changes remain unclear. A preponderance of FMF-related missense mutations was found in exons 2, 3, 5, and 10. The most common mutations included M694V, M680I, V726A, and M694I located in exon 10 and E148Q in exon 2. The majority of FMF patients exhibited homozygotic or compound heterozygotic FMF. A small proportion of patients have more than two mutations, called "complex alleles mutations" [6].

Interestingly, the FMF database identified R202Q as a polymorphism associated with disequilibrium with M694V [7]. However, recent research has demonstrated a higher prevalence of R202Q in patients with FMF than in healthy individuals. This evidence suggests that R202Q could be a mutation leading to disease [8-12]. Additionally, R202Q has been linked to uncommon mutations that cause FMF in Mediterranean populations [13].

The relationship between the genotype and phenotype in patients with complex allele mutations is not well understood. This study aimed to assess the clinical relevance and phenotypic characteristics of complex allele mutations (including triple mutations) with or without the R202Q allele of MEFV in a group of Turkish children.

2. Materials and Methods

A retrospective analysis of the medical records of patients with FMF, including those with triple complex alleles, dual compound mutations, and common single mutations, was performed. These patients were under observation at the Pediatric Nephrology Unit of the Department of Pediatrics, Faculty of Medicine, Kirikkale University. FMF diagnosis was confirmed based on the criteria stipulated by Livneh et al. (14). We conducted an evaluative comparison of patients with triple, dual compound, and single mutations, focusing on disease severity, regularity of flare-ups (>1 attack per month), extended attack duration (>3 days), symptoms, age at symptom onset, sex, consanguinity, and family history.

Uniform genetic analysis methods were used in FMF gene analysis. To detect MEFV mutations, DNA was extracted from peripheral blood (collected in EDTA tubes) using a Nucleospin kit (Macherey-Nagel, GmbH). A reverse hybridization assay (FMF StripAssay, Viennalab Labordiagnostika GmbH) was used to identify the mutations. Multiplex PCR with biotinylated primers for exons 2, 3, 5, and 10 was performed following the manufacturer's instructions. The PCR products were selectively hybridized on a test strip comprising a parallel array of allele-specific oligonucleotide probes. This included 12 MEFV mutations [E148Q, R202Q, P369S, F479L, M680I (G/C), M680I (G/A), M694V, M694I, K695R, V726A, A744S, and R761H)]. Hybridization was visualized via a reaction between streptavidin-alkaline phosphatase and a colored substrate. Patients with homozygous M694V mutations were omitted because of their elevated severity profile [15], whereas other homozygous mutations were included.

Disease severity was evaluated using the criteria of Pras et al. [16], which comprised six factors: age of onset, colchicine dosage, monthly attack frequency, presence of arthritis, erysipelas-like erythema, and amyloidosis. According to Pras et al., scores of 3-5 suggest mild (M) disease, 6-8 denote intermediate (I) disease, and scores greater than 9 indicate severe (S) disease. Symptom onset before age 6 was defined as "early age onset" and was assigned a high score.

2.1. Ethical Issue

Informed consent was obtained from all patients before genetic testing was conducted by the local Ethics Committee (2020.01.16).

2.2. Statistical Analysis

SPSS version 16.0 was used to analyze the data. The chi-square test evaluated the prevalence of male sex, frequent exacerbations, and early onset of symptoms. ANOVA was used to determine the mean severity score and age at symptom onset. We set the significance level to $p < 0.05$.

3. Results

To evaluate the phenotype-genotype correlation, 71 (M/F=42/29) FMF patients with a median age of 8.5 years (range 2-17) were divided into three groups based on the presence of triple, compound heterozygote, and frequent single mutations. Twenty-four patients (14 males, 10 females) had a triple mutation, 21 patients (9 males, 12 females) had compound heterozygous mutations, and 26 patients (17 males, 9 females) had a single frequent mutation. The mean ages of the mutation groups were 7.9 ± 3.5 , 8.2 ± 4.1 , and 9.2 ± 4.0 , respectively. Similarly, the mean age at the time of diagnosis was 6.6 ± 3.7 , 7.1 ± 3.6 , and 7.1 ± 3.9 , respectively (D.A). The demographic and clinical characteristics of the study group concerning the mutation groups are shown in Table 1.

Table 1. Demographic and clinical characteristic of Turkish FMF patients by the presence of single, double, and triple mutations

Features	Triple mutation N=24	Compound heterozygote N=21	Single mutation N=26	p value
Male gender (n%)	14 (58.3)	9 (42.8)	17 (65.3)	0.214
Early age onset (n%)	9 (37.5)	8 (38.9)	11 (42.3)	0.938
Median age of diagnosis (years)	6.6 ± 3.7	7.1 ± 3.6	7.1 ± 3.9	0.893
Fever (n%)	19 (79.1)	18 (85)	24 (92.3)	0.101
Abdomen pain (n%)	20 (83.3)	19 (90.4)	24 (92.3)	0.164
Arthritis (n%)	9 (37.5)	14 (66.6)	7 (26.9)	0.010
Chest pain (n%)	9 (37.5)	6 (28.5)	5 (19.2)	0.296
Mean severity score	7.21 ± 2.04	8.11 ± 1.99	7.81 ± 1.13	0.228
High severity score rate (n%)	4 (16.6)	9 (42.8)	7 (26.9)	0.040
Family History (n%)	13 (54.1)	11 (52.3)	11 (42.3)	0.605

Statistical significance was set at P value <0,05. The mean severity score and age at symptom onset were assessed using The Mann–Whitney U and Kruskal–Wallis tests. The proportion of male patients, frequent exacerbations, and early age at symptom onset were assessed using the chi-square test.

3.1. Phenotype Genotype Correlation

The demographics and clinical findings of the patients with triple, double, and single mutations did not differ significantly in sex, mean age, fever, abdominal pain, chest pain, age of onset, and early onset symptoms. In contrast, those with compound heterozygous mutations (66,6%) were significantly more likely to develop arthritis than those with triple or single mutations ($p=0.01$). There was no significant difference between the mutation groups in terms of disease severity score (7.21 ± 2.04 , 8.11 ± 1.99 , 7.81 ± 1.13 , respectively; $p=0.228$, (Table 1)). However, the rate of high severity scores was significantly lower in triple and single mutation groups as compared to the double mutation group (16.6 % vs. 26.9% and 42.8%, respectively ($p=0.04$) (Table I). Twenty patients

(83.3%) with triple mutations had the R202Q allele mutation. The alleles of the other four patients were M694V-V726A-E148Q, M694V-P369S-E148Q, M694I-V726A-E148Q, and M694V-M680I-E148Q. No significant differences were found between groups in terms of family history.

The most common mutation was M694V, with 95.8 %, 71.4 %, and 65.3% frequencies in the triple, compound heterozygote, and single mutation groups, respectively. The percentage of M694V alleles in the triple mutation group was significantly higher than that in the other groups ($P = 0.003$).

Moreover, the percentages of M680I (41.6%) and V726A (29.1%) alleles were significantly higher than the respective percentages in the compound and single mutation groups ($p < 0.001$ and $p = 0.005$, respectively). In addition to R202Q and E148Q, two patients in the triple mutation group had M694I, one with K695R, and one with P369S, which were not found in the other two groups (Table 2). None of the patients developed erysipelas or amyloidosis.

Table 2. Distribution of the frequencies of the alleles of the identified mutations by the study groups

Allel	Triple mutation N=24 n (%)	Compound heterozygote N=21 n (%)	Single mutation N=26 n (%)	P value
M694V	23 (95.8)	15 (71.4)	17 (65.3)	0.030
M680I	10 (41.6)	4 (19.0)	5 (19.2)	0.001
V726A	7 (29.1)	4 (19.0)	3 (11.5)	0.005
R202Q	20 (83.3)	11 (52.3)	0	0.001
E148Q	4 (16.6)	3 (14.2)	0	0.041
M694I	2 (8.3)	0	0	
K695R	1 (4.15)	0	0	
P369s	1 (4.15)	0	0	

Statistical significance was set at P value <0,05. The proportion of mutations was assessed using the chi-squared test.

4. Discussion

Recent advancements in molecular genetics have uncovered mutations that contribute to Familial Mediterranean Fever (FMF) [17]. The expertise of medical practitioners and clinical criteria carry significant weight in formulating treatment strategies. Owing to FMF's clinical heterogeneity of FMF and the absence of specific diagnostic biochemical tests, genetic analysis may offer considerable assistance in securing a definitive diagnosis. Our study elucidated the clinical manifestations and genotype-phenotype associations in 71 Turkish pediatric patients with triple, compound heterozygous, and single mutation alterations.

Typically, the screening process for FMF primarily focuses on a limited number of mutations that account for a significant proportion of carrier chromosomes in a particular population. Currently, the literature provides limited data on triple mutations. For instance, Yildirim et al. identified 21 (1.7 %) cases of triple mutations among 1223 FMF patients with a pathogenic mutation [18].

Fever, abdominal pain, and chest pain did not differ significantly between patient groups in our study. Triple mutations, however, were associated with a lower incidence of arthritis compared with compound heterozygotes.

The triple mutation group exhibited a significantly lower rate of high severity compared to the other groups. This group's mean severity score was lower, although the difference was not statistically significant. Contrary to our expectations of higher severity in the triple mutation group owing to the high prevalence of the M694V mutation, our findings suggest that the R202Q allele, which was prominent in this group, could potentially decrease FMF severity. Thus, our research indicates that the R202Q alteration of the MEFV gene may decrease symptom severity, especially among patients with pathogenic mutations (M694V, V726A, and M680I). Although the R202Q mutation has been reported as a common polymorphism [7], limited data are currently available regarding its significance. Ritis et al. [10] reported R202Q homozygosity in 4 out of 26 Greek FMF patients, compared to none in 60 healthy controls, suggesting that R202Q gene alteration may be a mutation rather than a polymorphism. Other studies, such as those by Miyoshi et al. [19], proposed that E148Q/R202Q compound heterozygosity could potentially be responsible for FMF. The clinical relevance of the R202Q alteration in Turkish patients has been reported by two independent centers. A recent study [20] showed that 23.3% of the patients with R202Q alterations had typical FMF episodes. Therefore, our results suggest that R202Q alteration might be associated with an inflammatory phenotype and is clinically significant in FMF. We also identified four patients in the triple mutation group carrying the E148Q mutation. E148Q is classified as a benign polymorphism or a variant of unknown significance, although its pathogenic impact remains unclear. The FMF phenotype has, however, been described in milder forms in patients homozygous for E148Q in other studies [21]. To the best of our knowledge, the present study provides a basis for future research into the phenotype of triple mutations. In conclusion, we found that patients with triple mutations exhibited a less severe disease phenotype, potentially due to the presence of benign variants, such as R202Q and E148Q. However, further comprehensive prospective studies are required to gain deeper insights into the relationship between triple mutations, R202Q, and clinical findings. Our findings may help enhance patient management strategies for FMF and improve family counseling regarding the disease.

5. Conclusion

This research represents a significant step towards understanding the clinical manifestations and genotype-phenotype correlations in Familial Mediterranean Fever (FMF) patients, specifically triple, compound heterozygous, and single mutations. The findings of this study shed new light on the relationship between specific mutations such as R202Q and E148Q and their influence on disease

severity and symptomatology. Our study indicates that patients with triple mutations generally exhibit a less severe disease phenotype. We surmise that this was likely due to the presence of benign variants, particularly R202Q and E148Q. However, despite these advancements, the complex nature of FMF calls for further detailed research to decipher genotype-phenotype relationships, especially in patients with triple mutations. As the first study to explore triple mutation phenotypes, this investigation lays a solid foundation for future extensive studies. This serves as an important reference point and may prompt novel directions in FMF research, leading to improved diagnosis, patient management, and family counseling. Through continued research and a deeper understanding of FMF, we have moved closer towards developing more personalized, efficient, and successful treatment strategies for FMF patients.

6. References

- [1] Centola M, Wood G, Frucht DM, Galon J, Aringer M, Farrell C, et al. The gene for familial Mediterranean fever, MEFV, is expressed in early leukocyte development and is regulated in response to inflammatory mediators. *Blood* 2000; 95: 3223-31.
- [2] Ancient missense mutations in a new member of the RoRet gene family are likely to cause Familial Mediterranean Fever. The Inter-national FMF Consortium Cell 1997; 90: 797-807.
- [3] Touitou I. The spectrum of Familial Mediter-ranean Fever (FMF) mutations. *Eur J Hum Gen* 2001; 9: 473.
- [4] Berkun Y, Ben-Chetrit E. Pyrin and cryopyrin—similar domain sequence but opposite inflammatory consequence. *Clin Exp Rheumatol* 2007; 45(Suppl): 6-8.
- [5] Battal F, Silan F, Topaloğlu N, Aylanç H, Yıldırım Ş, Köksal Binnetoğlu F, et al. The MEFV gene pathogenic variants and phenotype-genotype correlation in children with familial Mediterranean fever in the Çanakkale population. *Balkan J Med Genet* 2017;19(2):23-28.
- [6] Coker I, Colak A, Yolcu I, Turkon H, Nalbantoglu SM. MEFV gene mutation spectrum in familial Mediterranean fever (FMF): a single center study in the Aegean region of Turkey. *Z Rheumatol*. 2011; 70: 511-6.
- [7] Bernot A, da Silva C, Petit JL, Cruaud C, Caloustian C, Castet V, et al. Non-founder mutations in the MEFV gene establish this gene as the cause of familial Mediterranean fever (FMF). *Hum Mol Genet* 1998; 7:1317-25.
- [8] Giaglis S, Papadopoulos V, Kambas K, Doumas M, Tsironidou V, Rafail S, et al. MEFV alterations and population genetics analysis in a large cohort of Greek patients with familial Mediterranean fever. *Clin Genet* 2007;71:458-67.
- [9] Yigit S, Karakus N, Tasliyurt T, Kaya SU, Bozkurt N, Kisacik B. Significance of MEFV gene R202Q polymorphism in Turkish familial Mediterranean fever patients. *Gene* 2012; 506:43-5.
- [10] Ritis K, Giaglis S, Spathari N, Micheli A, Zonios D, Tzoanopoulos D, et al. Non-isotopic RNase cleavage assay for mutation detection in MEFV, the gene responsible for familial Mediterranean fever, in a cohort of Greek patients. *Ann Rheum Dis* 2004;63:438-43.
- [11] Yamaguchi K, Ikeda K, Ihara K, Takada H, Kusuhara K, Hara T. Lack of association between E148Q MEFV variant and Kawasaki disease. *Hum Immunol* 2009;70:468-71.
- [12] Ozturk A, Ozcakar B, Ekim M, Akar N. Is MEFV gene Arg202Gln (605G > A) A disease-causing mutation? *Turk J Med Sci* 2008; 38:205-8.
- [13] Aldea A, Calafell F, Aróstegui JI, Lao O, Rius J, Plaza S, et al. The west side story: MEFV haplotype in Spanish FMF patients and controls, and evidence of high LD and a recombination “hot-spot” at the MEFV locus. *Hum Mutat* 2004; 23:399
- [14] Livneh A, Langevitz P, Zemer D, Kees S, Lidav T. Criteria for the diagnosis of familial Mediterranean fever. *Arthritis Rheum* 1997;40: 1879-85.
- [15] Touitou I. The spectrum of Familial Mediter-ranean Fever (FMF) mutations. *Eur J Hum Gen* 2001;9:473.
- [16] Pras E, Livneh A, Balow JE Jr, Pras E, Kastner DL, Pras M, et al. Clinical differences between North African and Iraqi Jews with familial Mediterranean fever. *Am J Med Genet* 1998; 75: 216-9.
- [17] Sarrauste de MC, Terriere S, Pugnere D, Ruiz M, Demaille J, Touitou I. INFEVERS: the Registry for FMF and hereditary inflammatory disorders mutations. *Nucleic Acids Res* 2003; 31: 282-5.
- [18] Yildirim ME, Kurtulgan HK, Ozdemir O, Kilicgun H, Aydemir DS, Baser B, et al. Prevalence of MEFV gene mutations in a large cohort of patients with suspected familial Mediterranean fever in Central Anatolia. *Ann Saudi Med*. 2019; 39: 382-7.
- [19] Miyoshi T, Yamashita K, Ohno T, Izumi T, Takaori-Kondo A, Sasada M, et al. Familial Mediterranean fever gene as a possible modifier of Sweet syndrome with chronic myelogenous leukemia. *Acta Haematol* 2008;120:57-62.
- [20] Comak E, Akman S, Koyun M, Dogan CS, Gokceoglu AU, Arikan Y, et al. Clinical evaluation of R202Q alteration of MEFV genes in Turkish children. *Clin Rheumatol* 2014; 33:1765-71.
- [21] Özen S, Batu ED, Demir S. Familial Mediterranean Fever: Recent Developments in Pathogenesis and New Recommendations for Management. *Front Immunol*. 2017; 23:25

SURFACE-BASED MORPHOMETRIC CHANGES IN PATIENTS WITH HYPERTHYROIDISM

HİPERTİROİDİLİ HASTALARDA YÜZEY TABANLI MORFOMETRİK DEĞİŞİKLİKLER

Barış Genç

Samsun Education and Research Hospital

ORCID ID: 0000-0003-3548-6373, barisgenc12@gmail.com

Abstract

This study aims to investigate surface-based morphometric changes in patients with hyperthyroidism. In this observational study, clinical and magnetic resonance imaging (MRI) data of 24 patients and 15 healthy control participants were evaluated. Surface-based analyses of cortical thickness (CT), local gyrification index (LGI), and sulcal depth (SD) did not reveal any differences in hyperthyroidism patients. However, increased sulcal shallowing was observed in the left hemisphere of hyperthyroidism patients. These findings indicate that along with gray matter volume loss, sulcal shallowing is the dominant atrophy pattern in hyperthyroidism. This study can contribute to our understanding of changes in brain morphology associated with hyperthyroidism and provide insights into its neurological effects.

Keywords hyperthyroidism, cortical thickness, local gyrification index, sulcal depth

1. Giriş

Tiroid hormonları hem fetal hayatta hem de doğum sonrasında beyin gelişimi için oldukça önemlidir. Hipotalamusta paraventriküler nükleustan salgılanan Tirotropin salgılatıcı hormon (TRH) hipofizden da Tiroid stimüle edici hormon (TSH) salgılanmasına o da tiroid bezinden triiyodotironin (T3) ve tiroksin (T4) salgılanmasına neden olur. Bu hipotalamo-pitüiter-tiroid akstr ve vücut metabolizmasının düzenlenmesi için temel yollardan biridir. ¹ Ancak tiroid hormonları sadece metabolik yollarda yer almaz, nörogelişim açısından da oldukça önemlidir. ² Konjenital hipotiroidi geridönüşsüz bilişsel kayıp ile sonuçlanır ve hayatın erken döneminde tanınıp hormon replasmanının yapılması gerekmektedir. ³ Bununla birlikte yüksek T3 ve T4 ile karakterize hipertiroidi sinirlilik, dürtüsellik, anksiyete gibi duysal durumlar ile birlikte zayıf hafıza, konsantrasyon bozukluğu gibi bilişsel değişiklikler ile de birlikte dir.⁴ Hipertiroidinin de hipotiroidinin de bilişsel bozukluklar ile birlikte olması bu hormonların belli düzeye kadar santral sinir sistemi gelişimine destek sağlasa da fizyolojik sınırları aştığında bilişsel bozulmaya neden olduğunu düşündürmektedir.

Beyinde çeşitli hastalıklardaki atrofi paternleri birbirinden farklıdır. Atrofi gri cevher volüm kaybıyla meydana gelebildiği gibi, kortikal kıvrımlanmada veya kompleksitede azalma, kortikal kalınlıkta azalma, sulkal sığlaşma şeklinde olabilir. Farklı hastalıklarda atrofi baskın atrofi paterni de değişebilmektedir. ⁵ Hipertiroidili hastalıklarda gricevher hacim azalmasını voxel tabanlı morfometri ile gösteren kortikal kalınlık azalmasını çalışmalar vardır. Ancak surface based morphometry (SBM) ile kortikal kalınlık (CT), kortikal kıvrımlanma (LGI), ve sulkal derinlik (SD) değişikliklerini araştıran herhangi bir çalışma yoktur.

Bizim bu çalışmadaki amacımız hipertiroidili hastalardaki yüzey tabanlı morfometrik değişiklikleri saptamaktır.

2. Materyal Metot

This study was designed as observational. Clinical and MRI data was evaluated prospectively. All subjects were fully informed and gave their written informed consent, prior to each examination.

2.1. Gönüllüler ve Klinik Veriler

Çalışma, yeni teşhis konulan tedavi edilmemiş 19 Graves hastası [4 erkek (%23), 14 kadın (%78); ortalama yaş $40 \pm 8,4$] ve on beş sağlıklı kontrol [yedi erkek (%42), on iki kadın (%58); ortalama yaş $44,3 \pm 3,8$] içermektedir. TSH, FT3 ve FT4 düzeyleri aynı laboratuvar platformunda elektrokemilüminesans yöntemi kullanılarak ölçülmüştür (Roche-Hitachi Modular E170 analizörü, 2064-34, Almanya). Her bir hastada en az biri aşağıdaki klinik belirtilerden birini göstermiştir: anksiyete, artmış iritabilite, yüksek kalp hızı ve terleme, bitkinlik, ısıya karşı tahammülsüzlük, kilo kaybı, hafif tremorlar, aşırı yeme, bozulmuş bellek, dikkatsizlik ve azalmış öğrenme, bilişsel ve yürütme yetenekleri. Bu belirtilerin başlaması hipertiroidizm dönemini tanımlamaktadır.

Kontrol grubu, yaş ve cinsiyet açısından uyumlu, sağ elini kullanan, benzer eğitim düzeyine sahip sağlıklı gönüllülerden oluşmaktadır.

2.2. Manyetik Rezonans Görüntüleme

MRI taramaları, 8 kanallı kafa bobiniyle donatılmış 1.5-Tesla cihaz (Gyrosan Intera; Philips Healthcare) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. MPRAGE T1-ağırlıklı 3D gradyan-ekolar dizisi (TR/TE = 7.2/33 ms; matris = 256 x 256; NSA = 1; FOV = 256 mm; kesit kalınlığı = 1 mm; boşluk = 0 mm; flip açısı = 8°), aksiyel kesitle için elde edilmiştir.

Surface tabanlı morfometri için, T1-MPRAGE görüntüleri kullanılarak gri cevher (GM), beyaz cevher (WM) ve beyin omurilik sıvısı (CSF) segmentasyonu VBM yöntemiyle yapılmıştır. ⁶ Tüm beyin için kortikal kalınlık, lokal giralasyon indeksi ve fraktal boyut haritaları çıkarılmıştır. SBM parametrelerinin hesaplanması için Statistical parametric mapping-12 (SPM12) ile birlikte Computitonal Anatomy Toolbox 12.8 (CAT 12.8) kullanılmıştır. Kortikal kalınlık için 15 mm FWHM Gauss çekirdeği, GI, SD ve FD için ise CAT12 pipeline'ında belirtildiği gibi 20 mm FWHM Gauss çekirdeği uygulanmıştır.

İstatistiksel analizler RStudio kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Hastaların ve kontrol grubunun klinik, demografik bilgileri, hipotalamik ve limbik hacimleri cinsiyet için Pearson χ^2 testi, yaş için ise Student's T-testi ile karşılaştırılmıştır.

Yüzey tabanlı istatistik için bağımsız iki örneklem T-testi modeli, hipertiroidi ve kontrol grubu arasında karşılaştırma yapmak için oluşturulmuştur. Her bir hastada TSH, FT3, FT4 ve psikometrik testler ile CT, GI, FD ve SD arasındaki ilişkiyi incelemek için bir regresyon modeli oluşturulmuştur. Genel doğrusal modelde (GLM) yaş ve cinsiyet, kontrol değişkenleri olarak dahil edilmiştir. VBM için de benzer şekilde GLM kurulmuştur. CT, SD, FD ve GI karşılaştırmaları, non-parametrik permutasyonlar ($n = 5,000$ permutasyon; $E = 1.0$ $H = 2.0$) ve threshold-free cluster enhancement (TFCE) ile Smith ile birlikte vertex kümelerini tespit etmek için yapılmıştır. Anımlı istatistiksel eşik, 0.05 alfa düzeyinde düzeltilmiş family-wise error (FWE) oranıdır. Küme tabanlı analizler yüzey haritalarına yerleştirilmiştir. MNI koordinat sistemi göre, kümelerin lokalizasyonları milimetre cinsinden ifade edilmiştir.

3. Sonuçlar

3.1. Klinik ve Laboratuvar Parametreleri

Hasta ve kontrol grupları arasında yaş ve cinsiyet açısından anlamlı farklılık bulunmamaktadır. Tüm hastalar yüksek FT3 (ortalama $\pm$ standart sapma [SS]; 24.1 ± 11.2 pg/ml) ve FT4 (ortalama $\pm$ SS; 6.3 ± 2.2 ng/dl) düzeylerine sahiptir ve aynı zamanda TSH düzeyleri düşüktür (medyan: 0.013, interkuartil aralık: 0.025). (FT3: ortalama $\pm$ SS; 3.25 ± 0.35 pg/ml; FT4: ortalama $\pm$ SS; 1.22 ± 0.13 ng/dl; TSH: 2.13 ± 0.58 μ IU/ml) (tümü için $p < 0.001$). Hipertiroidi grubunda hastalık süresi 9.8 ± 3.8 yıldır.

3.2. Psikometrik Testler

HRDS24; hipertiroidi grubunda 17.4 ± 2.7 , kontrol grubunda 7.6 ± 1.2 olarak ölçülmüş ve artmıştır ($p < 0.001$). HARS hipertiroidi grubunda 16.2 ± 2.7 , kontrol grubunda 6.7 ± 1.1 olarak ölçülmüş ve artmıştır ($p < 0.001$). MoCa hipertiroidi grubunda 24.9 ± 2.8 , kontrol grubunda 28.6 ± 0.8 olarak ölçülmüş ve azalmıştır ($p < 0.001$).

3.3. Yüzey Tabanlı Morfometri

Hipertiroidi ve kontrol grupları arasında kortikal kalınlık (CT), lokal giralasyon indeksi (LGI) ve fraktal boyut (FD) açısından farklılık saptanmamıştır ($p > 0.05$ FWE). Hipertiroidi hastalarında sulkal sığlaşma iki ayrı kümede bulunmuştur: İlk küme insula, lateral orbitofrontal ve süperior temporal giristan oluşur (Küme boyutu: 806, TFCE: 20248, $p_{FWE} = 0.033$). İkinci küme ise supramarjinal ve postsantral giristan oluşur (Küme boyutu: 679, TFCE: 18532, $p = 0.041$).

4. Tartışma

Bu çalışmada farklı volümetrik yaklaşımlar kullanılarak hipertiroidi hastalarında kortikal morfolojik değişiklikler araştırılmıştır. Bulgularımız hipertiroidi hastalarında yaygın gri cevher hacim kaybı ile birlikte sol hemisferde sulkal sığlaşmayı göstermektedir. Kortikal kalınlıkta, giral kompleksitede ve kortikal kıvrımlanmada farklılık saptanmamıştır.

Serebral atrofi sadece gri cevherde volüm azalması şeklinde gerçekleşmez, kortikal kalınlıkta azalma, kıvrımlanmada azalma ya da sulkal sığlaşma şeklinde de olabilir. ⁵ Kodein kullananlarda sulkal sığlaşma baskın atrofi paterniyken, alzheimer hastalığı gibi patolojilerde kortikal kalınlıktaki azalma ve hipokampüste gri cevher volümünde azalma daha baskın bir paternidir. ⁷⁻⁹ Bizim çalışmamız hipertiroidili hastalarda kortikal kalınlıkta veya kıvrımlanmada değişiklik olmadığını ilk defa ortaya koydu. Ancak sol kortekte sulkal sığlaşma saptadı. Bu da hipertiroidili hastalarda baskın atrofi paterninin grisevher volüm azalması ile birlikte sulkal sığlaşma olduğunu ilk defa ortaya koymaktadır.

Çalışmamızın belli kısıtlılıkları bulunmaktadır. Çalışmamız tek merkezli bir çalışmadır, boylamsal veriler yoktur. 1.5 Tesla cihaz kullanılmıştır. Hasta sayısı kısıtlıdır. Tedavi sonrasındaki değişiklikler araştırılmamıştır. Tiroid hormonları metabolizmanın temel hormonlarından birisidir ve birçok hormonal mekanizmayı etkileyebilmektedir. Bu nedenle bu değişikliklerin bu metabolizma değişikliğinden mi olduğu yoksa tiroid hormonunun direkt etkisine mi ait olduğu araştırılmamıştır. İleride yapılacak çok merkezli boylamsal çalışmalar ve müdahale çalışmaları bulgularımızı destekleyebilir.

Sonuç olarak sol hemisferde sulkal sığlaşma meydana gelmektedir. Kortikal kalınlıkta ve kıvrımlanmada ise değişiklik yoktur. İleride yapılacak boylamsal çalışmalar bulgularımızı destekleyebilir.

5. Referanslar

- [1] Mullur R, Liu YY, Brent GA, Y-y L. Thyroid Hormone Regulation of Metabolism. *Physiol Rev.* 2014;94:355-382. doi:10.1152/physrev.00030.2013.-Thyroid
- [2] Patel J, Landers K, Li H, Mortimer RH, Richard K. Thyroid hormones and fetal neurological development. *Journal of Endocrinology.* 2011;209(1):1-8. doi:10.1530/JOE-10-0444
- [3] Grüters A, Krude H. Detection and treatment of congenital hypothyroidism. *Nat Rev Endocrinol.* 2012;8(2):104-113. doi:10.1038/nrendo.2011.160

- [4] Van Vliet NA, Van Heemst D, Almeida OP, et al. Association of Thyroid Dysfunction with Cognitive Function: An Individual Participant Data Analysis. *JAMA Intern Med.* 2021;181(11):1440-1450. doi:10.1001/jamainternmed.2021.5078
- [5] Lin HY, Huang CC, Chou KH, et al. Differential Patterns of Gyral and Sulcal Morphological Changes During Normal Aging Process. *Front Aging Neurosci.* 2021;13. doi:10.3389/fnagi.2021.625931
- [6] Gaser C, Dahnke R, Thompson PM, Kurth F, Luders E, Neuroimaging Initiative D. Title of the paper: CAT-A Computational Anatomy Toolbox for the Analysis of Structural MRI Data. doi:10.1101/2022.06.11.495736
- [7] Li M, Hua K, Li S, et al. Cortical morphology of chronic users of codeine-containing cough syrups: association with sulcal depth, gyrification, and cortical thickness. *Eur Radiol.* 2019;29(11):5901-5909. doi:10.1007/s00330-019-06165-0
- [8] Cai K, Xu H, Guan H, et al. Identification of early-stage Alzheimer's disease using sulcal morphology and other common neuroimaging indices. *PLoS One.* 2017;12(1). doi:10.1371/journal.pone.0170875
- [9] Im K, Lee JM, Won Seo S, Hyung Kim S, Kim SI, Na DL. Sulcal morphology changes and their relationship with cortical thickness and gyral white matter volume in mild cognitive impairment and Alzheimer's disease. *Neuroimage.* 2008;43(1):103-113. doi:10.1016/j.neuroimage.2008.07.016

THE EFFECT OF SUPPORTING SCIENCE EDUCATION CONCEPT TEACHING IN SCHOOLS WITH OUTSIDE CLASS ACTIVITIES ON THE ACADEMIC SUCCESS OF STUDENTS AND STUDENT OPINIONS ON THE PROCESS

OKULLARDA GERÇEKLEŞTİRİLEN FEN EĞİTİMİ KAVRAM ÖĞRETİMİNİN SINIF DIŞI ETKİNLİKLERLE DESTEKLENMESİNİN ÖĞRENCİLERİN AKADEMİK BAŞARISINA ETKİSİ VE SÜRECE YÖNELİK ÖĞRENCİ GÖRÜŞLERİ

Begüm Büşra Aksoy ^{1*}, Hasan İnaç ²

¹Ministry of Education, Şanlıurfa, Turkey

¹ ORCID ID: 0000-0002-9091-8565 , bgmbsrakyl@gmail.com

² Kırıkkale University, Kırıkkale, Turkey

² ORCID ID: 0000-0002-8870-5317, hinac@kku.edu.tr

* Corresponding Author

Abstract

The purpose of this study is to investigate the effect of using educational games outside the classroom on the academic success of students in teaching science concepts that are described as abstract and complex, and science subjects that are perceived as difficult. Science teaching aims to enable individuals to understand and reinforce science concepts and to use these concepts to solve the problem situations they encounter in their own lives. However, the Science course is seen by students as a course that is difficult to understand, contains abstract and complex concepts. For this reason, the use of teaching methods and techniques and appropriate materials that will increase the motivation of the students and make them active during the lesson is important for the students to like the science lesson and not to get away from the lesson. The research was carried out with 6th grade students studying in a village secondary school in Haliliye district of Şanlıurfa province. A mixed-method research is used in this study. A total of 40 students participated in the study, whose experimental (N=20) and control (N=20) groups were equivalent according to the pre-test. In the study, while teaching was based on the educational game technique in the experimental group, teaching was carried out in accordance with the current program in the control group. In the study, the "Transmission of Electricity Achievement Test" consisting of 21 questions and conducted by Adem (2021) was applied as a data collection tool. In addition, semi-structured interviews were conducted with 10 students from the experimental group in the collection of qualitative data in the study. According to the findings obtained as a result of the analyzes, a significant difference was obtained in the academic achievement of the students in the teaching with the educational game technique. As a result of the qualitative findings, it was concluded that the students were never bored during the educational games, they enjoyed playing the games, winning the game gave them a sense of achievement and a positive attitude towards the lesson.

Keywords: Educational game, concept teaching, transmission of electricity, academic achievement.

1. Giriş

Yaşadığımız çağda bireylerin bilim anlayışını ve bilimsel okuryazarlık seviyelerini geliştirmek için çalışmalar hız kazanmıştır (Ryder,2001). Bireylerin söz konusu gelişimlerine katkı sağlamak ise fen eğitimi ile sağlanmaktadır. Çünkü fen eğitimi gelişen teknoloji ile birlikte bilimi ve bilimin önemini öğretmeyi ve içinde bulunduğumuz çağa uyum sağlayabilecek bireyleri yetiştirmeyi amaçlamaktadır (Hançer, Şensoy & Yıldırım,2003). Fen eğitimi ile öğrencilere bilim ve toplum ilişkisi ve fen ile ilgili sosyal konular hakkında karar verme bilgisi kazandırılır (Ramsey,1989). Ayrıca yine fen eğitimi ile kişilerin fen okuryazarı olmaları ve dünyadaki hem bilimsel hem teknolojik gelişmeleri takip ederek bu gelişmelere uyum sağlayabilmeleri sağlanmaktadır (Deboer,2000). Fen eğitiminin verildiği fen bilimleri dersi, öğrencilerin günlük hayattaki olaylara bilimsel açıdan bakmasını sağlaması nedeniyle yaşamın ayrılmaz bir parçasıdır. Ancak olgu, ilke, yasa, kavram ve teorilerden oluşan fen bilimleri dersi soyut ve karmaşık kavramların fazlaca bulunduğu konular içermesi sebebiyle özellikle ortaokul çağında bulunan öğrenciler için bazen anlaşılması güç olmakta, öğrenciler derse karşı olumsuz tutumlar geliştirebilmekte ve başarısız olabilmektedir (Şaşmaz Ören & Yılmaz, 2013). Bu sebeple öğrencilerin fen bilimleri dersine karşı pozitif yönde tutum geliştirmeleri, fenle ilgili temel bilgi ve becerileri kazanmaları ve kişisel gelişmelerini tamamlamalarını sağlamak adına öğretmenlerin daha çok öğrencilerin öğrenme ortamında aktif olmasını sağlayan öğretim yöntem ve tekniklerini tercih etmeleri önerilmektedir (Parveen & Batool, 2011; Khan, 2008). Önerilen söz konusu tekniklerden bir tanesi de eğitsel oyunlardır (Altunay, 2004, Charlton, Williams & McLaughlin, 2005; Chuang & Chen, 2007; Demir, 2012; Papastergiou, 2009). Oyun, önceden hedefi belirlenmiş olarak bireylerin fiziksel ve zihinsel yeteneklerini işe koşmalarını sağlayan belirli yer ve zaman içinde yine önceden belirlenmiş kendisine has kurallar çevresinde devam eden katılımcıları sosyal, duyuşsal, fiziksel bilişsel açılardan geliştiren ve gönüllülük esasına dayanarak süreç sonunda maddi çıkar olmayan eğlenmeyi sağlayan aktivitelerdir (Hazar, 2005). Oyun, katılımcıların düşüncelerini iletmelerini, çevre ile etkileşim kurmalarını enerjilerini dış

vurmalarını sağlaması nedeniyle çocukların gelişiminin önemli bir ögesidir (Şaşmaz Ören & Erduran Avcı, 2004). Eğitsel oyun ise öğretimin temel hedeflerine uygun şekilde planlanmış, eğitim öğretim süreçlerinin gelişimine katkı sağlayan her türlü oyundur (Tural, 2005). Eğitsel oyunlar öğretim sürecinin bütünleyicisi, öğrencilerin bilişsel duyuşsal ve psikomotor gelişimlerine katkı sağlamayı hedefleyen planlı bir şekilde gerçekleştirilen aktivitelerdir (Ayan & Dündar, 2009). Aynı zamanda Eğitsel oyunlar, başta belirlenen zorlu hedefe belirli kurallara uyularak ulaşmak için yapılan keyifli ve motive edici aktivitelerdir. Eğitim öğretimde eğitsel oyunun pek çok yararından söz etmek mümkündür. Eğitsel oyunun yararlarından birisi çocuklarının dikkatlerini bir konu üzerine odaklamalarına olan etkisidir. Eğitsel oyunun diğer bir yararı ise yaratıcılığıdır. Öğrencilerin anlaşılması güç olan karmaşık ve soyut olayları kendi bilişsel ve psikomotor düzeylerine uygun olarak çözerek, kendine göre anlamlı hale getirerek yaratıcılığını geliştirmesine olanak sağlamasıdır. Diğer bir yararı ise ruh sağlığıdır. Aynı zamanda oyunlar başarılı olmak için gerekli bilişsel ve psikomotor becerilerin geliştirilmesine de imkân sağlayan güvenilir öğrenme ortamları sunan tekniklerdir (Dempsey, Rasmussen & Lucassen, 1996; Salen & Zimmerman 2004). Örneğin, Chuang ve Chen (2007), dijital eğitsel oyunların öğrencilerde problem çözme becerilerini geliştirdiğini belirtmiştir. Papastergiou (2009), çalışmasında, eğitsel oyunların öğrencilerin derse yönelik motivasyonlarını arttırdığını ifade etmiştir. Dempsey, Haynes, Lucassen ve Casey, (2002) eğitsel oyunların öğrencilerin problem çözme becerileri ve karar verme becerileri kazandırmada etkili olduğunu belirtmişlerdir. Yine Şahhüseyinoğlu (2007) ise eğitsel oyunların öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerine katkısı olduğunu belirtmiştir. Eğitsel oyunlar özellikle günlük yaşamla ilişkilendirildiğinde, konuya ilişkin ilginin artmasına ve kavramlar ve kavramlar arası ilişkilerin daha verimli öğrenilmesine katkı sağlamaktadır (Foster, 2004; Shi, 2003). Ayrıca öğrencilerin görev alma, öz denetim, özgüven ve bireysel yeterliklerle ilişkili aktif katılımları, kendi deneyimleriyle öğrenmelerini de desteklediği için birey oyun ortamında kendini tanıma imkânı bulur (Huiizinga, 1995; Kinzie, 1990; Malone & Lepper, 1987). Söz konusu çalışmalar birlikte değerlendirildiğinde eğitsel oyunların elektriğin iletimi ünitesi gibi soyut kavramlar içeren bir konunun öğretilmesinde etkili olabileceği ve çalışma ile ortaya çıkan sonuçların alanyazına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

2. Yöntem

Fen bilimleri dersi Elektriğin İletimi ünitesi öğretiminde kullanılan eğitsel oyun tekniğinin altıncı sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına etkisini ve sürece ilişkin öğrenci görüşlerini belirlemek amacıyla yapılan bu çalışmada nitel ve nicel verilerin birlikte değerlendirilmesiyle oluşan karma desen kullanılmıştır. Karma desende hem nicel hem nitel veriler birlikte toplanıp değerlendirilerek araştırmanın problemine cevap aranır (Nagy & Biber, 2010 & Punch, 2005). Bu yönüyle söz konusu desenin araştırmacılar için avantajı, nicel ve nitel yaklaşımların bir arada kullanılmasıyla araştırma probleminin daha net çözümlenmesini sağlamaktır (Clark & Creswell, 2007). Araştırma karma desen türlerinden de açıklayıcı desen yöntemine göre yapılmıştır. Açıklayıcı desende ise araştırmacılar tarafından önce nicel veriler toplanıp analiz edilir, daha sonra bu verileri tamamlamak için nitel veriler toplanır (Creswell & Clark, 2007). Brannen ve Halcomb (2009) karma desenlerde nicel verilerin ölçekler, testler vb. tekniklerle, nitel verilerin ise doküman, açık uçlu sorular ve basılı kaynaklardan toplanabileceğini söylemiştir. Brannen ve Halcomb'un (2009) söylediğine uygun olarak nicel veriler ön test son test kontrol gruplu yarı deneysel desene uygun olarak başarı testi ile nitel veriler ise fenomenolojik yöntemle uygun olarak yarı yapılandırılmış görüşmeler yoluyla toplanmıştır. Çalışma grubu amaçlı örnekleme ile belirlenmiştir. Amaçlı örnekleme de araştırmanın problem durumuna cevap bulacağı düşünülen katılımcılar yer alır (Cohen, Monion & Morrison, 2007; Patton, 2002).

Araştırmanın çalışma grubunu 2022-2023 eğitim ve öğretim yılı Şanlıurfa İlinde bir köyde yer alan devlet okulunun 6. sınıfında öğrenim gören öğrenciler oluşturmaktadır. Araştırmanın çalışma grubunda toplam 40 öğrenci yer almıştır. Bu öğrencilerden 20'si kontrol grubunda 20'si ise deney grubunda yer almaktadır. Araştırmanın nitel bölümünde ise çalışma grubu içerisinde rastgele 10 öğrenci belirlenmiş ve 10 öğrenci (N=10) ile yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılarak nitel veriler toplanmıştır.

Araştırmaya başlamadan önce eğitsel oyun destekli öğretim uygulamalarının yapılacağı ünite "Elektriğin İletimi" ünitesi olarak belirlenmiştir. Uygulama süreci toplam 4 hafta süresince 16 ders saatinden oluşmuştur. Ünitedeki konular deney ve kontrol grubunda öğrencilere fen bilimleri ders kitaplarına bağlı olarak işlenmiş, deney grubunda farklı olarak ders araştırmacı tarafından geliştirilen eğitsel oyunların kullanılmasıyla desteklenmiştir. Deney grubunda yer alan öğrencilere hangi hafta hangi konunun işlendiğini, ilgili konunun kazanımlarını ve o hafta oynatılan oyunlarla ilgili bilgileri içeren tabloya aşağıda yer verilmiştir.

Tablo 1.Uygulama Sürecine İlişkin Bilgiler

Konu/ Kazanımlar	Hafta	Ders Saati	Kazanımlar	Oyun Adı
İletken ve Yalıtkan Maddeler/ İletken madde, yalıtkan madde, iletken ve yalıtkan maddelerin kullanım alanları	1. Hafta	4 Saat	-Tasarladığı elektrik devresini kullanarak maddeleri elektriği iletme durumlarına göre sınıflandırır.	1. Bul Yapıştır
			-Maddelerin elektriksel iletkenlik ve yalıtkanlık özelliklerinin günlük yaşamda hangi amaçlar için kullanıldığını örneklerle açıklar.	Çemberi İlet
Elektriksel Direnç ve Bağlı Olduğu Faktörler/ Elektriksel direnç, elektriksel direncin bağlı olduğu faktörler(kesit alanı, uzunluk, iletkenin cinsi)	2.hafta	4 Saat	-Bir elektrik devresindeki ampulün parlaklığının bağlı olduğu değişkenleri tahmin eder ve tahminlerini deneyerek test eder.	3. İyi İleten Parlasın
	3.Hafta	4 Saat	-Elektriksel direnci tanımlar.	4. Zor Devre
	4.hafta	4 Saat	-Ampulün içindeki telin bir direncinin olduğunu fark eder.	5.

Tablo 1’den görüldüğü gibi uygulama süresince Elektrğin İletimi Ünitesi; İletken ve Yalıtkan Maddeler ile Elektriksel Direnç ve Bağlı Olduğu Faktörler olmak üzere iki ana konu başlığı üzerinden ve toplam 5 kazanım verilecek şekilde öğrencilere anlatılmıştır. Her bir kazanımın karşısında yer alan oyunlar belirtilen hafta ve ders saatlerinde öğrencilere oynatılarak uygulama süreci tamamlanmıştır. Tabloda isimleri görülen oyunların nasıl oynandığına ilişkin oyun yönergelerine ve oyunların oynanması sırasında çekilen fotoğraflara aşağıda yer verilmiştir.



Şekil 1. Öğrenciler Bul Yapıştır oyununu oynarken

Oyun 2 takım olarak oynanır. Eşleştirme kartlarının bulunduğu masa hazırlanır. Kartlarda iletken ve yalıtkanların bulunduğu görseller yer alır. Her görselden iki adettir. Her takımdan bir oyuncu seçilir. Oyuncular sıra ile kapalı kartları açarak iletken ve yalıtkan görsellerin eşlerini arar. Eşleştirdikleri görselin iletken mi yoksa yalıtkan mı olduğuna karar vererek görselleri iletken köşesi ya da yalıtkan köşesi olarak belirlenen bölgelere taşır ve yapıştırır. Tüm eşleştirmeler tamamlandıktan sonra yapıştırılan kart çiftleri ve yapıştırıldıkları köşeler kontrol edilir. Doğru sayısı fazla olan takıma 1 doğru sayısı az olan takım 0 olarak puanlanır. Tüm yarışmacılar oyunu oynadıktan sonra en çok puan alan takım oyunu kazanır.

Oyun öncesinde iletken ve yalıtkan çubukları oluşturulur. Oyun 2 takım olarak oynanır. Takımlar, oyun sırasında öğrencilerin tahminleri üzerine ve öğrenciler tarafından oluşturulur. Günlük yaşamda iletkenlik ve yalıtkanlık özelliklerinin kullanıldığı örnekler kapalı zarflar içerisinde öğrencilere rastgele olacak şekilde dağıtılır. Zarfı açan öğrenciler kağıttaki örneği gördükten sonra verilen örneğin günlük yaşamda hangi amaç için kullanıldığını tahmin ederek bir halka alır. Aldığı halka tahmin ettiği amaç doğrultusunda iletken ya da yalıtkan çubuğun renginde olmalıdır. Halkayı alarak ilgili çubuğun karşısına geçer ve aynı amaç için bir araya gelen öğrenciler bir takım oluşturur. Daha sonra her iki takımın öğrencileri zarflarındaki eşya ve kullanım amacını söyleyerek halkayı çubuğa atarak geçirmeye çalışır. Kısa sürede bütün halkalarını çubuğa geçiren takım oyunu kazanır.

İletkenin uzunluk, kesit alan, ve cinsi gibi özellikleri dikkate alınarak oyun parkuru hazırlanır. Oyuncular parkurun başlangıç kısmına geçer ve elektrik akımını sembolize eden sembolü parkurda tahminleri üzerine uygun gördüğü girişe yerleştirir. Parkurdaki ilerleyeceği yollar, iletkeni temsil etmektedir. Oyuncu ampulün parlaklığına etki edecek olan iletken uzunluğu ve iletken kesit alanını oyun sırasında kendi tahminleriyle seçecektir. Tahminlerini parkur sonundaki devrede deneyerek test eder. Yanlış tahminde bulunanlar tekrar oyunun başlangıcına döner. Doğru tahminde bulunan öğrenciler parkurun sonunda karışık olarak verilen farklı cinsteki iletkenleri devresine dahil ederek ampul parlaklığını gözlemler ve verilen farklı cins iletkenleri direnci fazla olandan direnci az olana göre sıralar. En kısa sürede parkuru tamamlayan ve doğru sıralamayı yapan oyunu kazanır.

Temsili olarak hazırlanan devreyi tamamlayan öğrenci karışık olarak verilen elektriksel direncin tanımını içeren yaz boz hunileri anlamlı bir tanım olacak şekilde sıralar ve ampulü yakar. En kısa sürede oyunu tamamlayan oyuncu oyunu kazanır.



Şekil 2. Öğrenciler Halkayı İlet oyununu oynarken



Şekil 3. Öğrenciler İyi İleten Parlasın oyununu oynarken



Şekil 4. Öğrenciler Zor Devre oyununu oynarken

3. Bulgular ve Sonuç

Yöntem olarak geliştirilen uygulamaların yürütülmesi sonunda, Nicel araştırmalarda parametrik analiz yöntemlerinin kullanılabilmesi için araştırma süresince tüm test ve ölçeklerden elde edilen nicel verilerin normal dağılım göstermesi gerekmektedir (Çepni, 2007; Sim & Wright, 2002). Bu sebeple yapmış olduğumuz çalışmada elde edilen verilere betimsel analizler yapılmıştır. Yapmış olduğumuz grupların ön test ve son test analizleri ile elde edilen veriler Tablo 2’de gösterilmektedir.

Tablo 2 gösterilen değerler incelendiğinde; ortalama(Mean), mod(Mode) ve medyan(Median) değerlerinin birbirine yakın olması nedeniyle elde edilen verilerin normal dağılım gösterdiğini söyleyebiliriz. Aynı şekilde basıklık(Kurtosis) ve çarpıklık(Skewness) değerleri incelendiğinde bu değerlerin de -2 ve +2 aralığında olmasından dolayı normal dağılım için uygun değerler olduğu görülmektedir (George & Mallery, 2003). Dolayısıyla elde ettiğimiz bu veriler ışığında verilerin analizinde parametrik testleri kullanabiliriz.

Araştırmanın “Deney grubu öğrencilerinin başarı ön test ve son test puan ortalamaları arasında anlamlı bir farkın olup olmadığına baktığımız bağımlı gruplar t testi sonuçları Tablo 3’te verilmiştir.

Tablo 2. Grupların başarı ön test ve son test puanlarına ilişkin betimsel veriler

	öntest_sonuçları	sontest_sonuçları	gruplar
N	Valid 40 Missing 0	Valid 40 Missing 0	Valid 40 Missing 0
Mean	5,9500	14,5750	1,5000
Std. Error of Mean	,26542	,61799	,08006
Median	6,0000	14,5000	1,5000
Mode	6,00	10,00	1,00 ^a
Std. Deviation	1,67867	3,90849	,50637
Variance	2,818	15,276	,256
Skewness	,870	,188	,000
Std. Error of Skewness	,374	,374	,374
Kurtosis	,487	-1,461	-2,108
Std. Error of Kurtosis	,733	,733	,733
Range	7,00	12,00	1,00
Minimum	3,00	9,00	1,00
Maximum	10,00	21,00	2,00
Sum	238,00	583,00	60,00

Tablo 3. Deney grubu öğrencilerinin başarı ön ve son test puanlarına ilişkin bağımlı gruplar t-testi sonuçları

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	öntest_sonuçları	6,5500	20	1,70062	,38027
	sontest_sonuçları	17,7500	20	2,65320	,59327
			N	Correlation	Sig.
Pair 1	öntest_sonuçları & sontest_sonuçları	20		-,120	,616

Double-click to activate

		Paired Differences							
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig. (2-tailed)
					Lower	Upper			
Pair 1	öntest_sonuçları - sontest_sonuçları	-11,20000	3,31821	,74197	-12,75297	-9,64703	-15,095	19	,000

Tablo 3 incelendiğinde deney grubundaki öğrencilerin başarı ön test puan ortalaması $\bar{X}=6,55$ iken, başarı son test puan ortalaması $\bar{X}=17,75$ olarak bulunmuştur. Dolayısıyla deney grubundaki öğrencilerin başarı ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark vardır ($t = -15,095$, $p < ,05$).

Araştırmanın Kontrol grubu öğrencilerinin başarı ön test ve son test puan ortalamaları arasında anlamlı bir fark olup olmadığının belirlenmesi için elde edilen bağımlı gruplar t testi sonuçları Tablo 4'te verilmiştir

Tablo 4. Kontrol grubu öğrencilerinin başarı ön ve son test puanlarına ilişkin bağımlı gruplar t-testi sonuçları

			Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean		
Pair 1	öntest_sonuçları		5,5500	20	1,66938	,37329		
	sontest_sonuçları		11,2500	20	1,55174	,34698		
				N	Correlation	Sig.		
Pair 1	öntest_sonuçları & sontest_sonuçları			20	,655	,002		

		Paired Differences							
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig. (2-tailed)
					Lower	Upper			
Pair 1	öntest_sonuçları- sontest_sonuçları	-5,70000	1,34164	,30000	-6,32791	-5,07209	-19,000	19	,000

Tablo 4'teki veriler incelendiğinde, kontrol grubu öğrencilerinin başarı ön test puan ortalaması $\bar{X} = 5,55$ iken başarı son test puan ortalaması ise $\bar{X} = 11,25$ olarak bulunmuştur. Kontrol grubundaki öğrencilerin başarı ön ve son test puan ortalamaları arasında anlamlı bir fark vardır ($t = -19,0$ $p < ,05$).

Araştırmada üçüncü kısım olarak deney grubu öğrencileri ile kontrol grubu öğrencilerinin başarı ön test ve son test puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı araştırılmıştır.

Deney grubundaki öğrencilerin ön test başarı puanları ile kontrol grubu öğrencilerinin ön test puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığına ilişkin yaptığımız bağımsız gruplar t-testi sonuçları Tablo 5'de verilmiştir.

Tablo 5. Grupların başarı ön test puanlarına ilişkin bağımsız gruplar t-testi sonuçları

gruplar			N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
öntest_sonuçları	deney grubu		20	6,5500	1,70062	,38027
	kontrol grubu		20	5,5500	1,66938	,37329

Levene's Test for Equality of Variances				t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
öntest_sonuçları	Equal variances assumed	,218	,643	1,877	38	,068	1,00000	,53287	-,07873	2,07873
	Equal variances not assumed			1,877	37,987	,068	1,00000	,53287	-,07875	2,07875

Tablo 5'deki veriler incelendiğinde, uygulama öncesi deney ve kontrol grubu öğrencilerinin ön test puan ortalamaları (deney grubu $\bar{X} = 6,55$; kontrol grubu $\bar{X} = 5,55$) arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($t = 1,877$, $p > ,05$). Bu elde ettiğimiz bulgular grupların uygulama öncesinde birbirine denk gruplar olduğu şeklinde yorumlanabilir.

Deney grubundaki öğrenciler ile kontrol grubundaki öğrencilerin son test başarı puan ortalamaları arasında anlamlı bir fark olup olmadığına ilişkin yapmış olduğumuz bağımsız örneklem t-testi sonuçları Tablo 6'de gösterilmiştir.

Tablo 6. Grupların başarı son test puanlarına ilişkin bağımsız gruplar t-testi sonuçları

		gruplar	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
sontest_sonuçları	deney grubu	20	17,7500	2,65320	,59327	
	kontrol grubu	20	11,4000	1,75919	,39337	

Levene's Test for Equality of Variances				t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
sontest_sonuçları	Equal variances assumed	1,019	,319	8,921	38	,000	6,35000	,71184	4,90896	7,79104
	Equal variances not assumed			8,921	33,000	,000	6,35000	,71184	4,90176	7,79824

Tablo 6'de yer alan veriler incelendiğinde deney grubu öğrencilerinin başarı testi son test puan ortalamaları $\bar{X} = 17,75$ iken kontrol grubu öğrencilerinin başarı testi son test puan ortalamaları $\bar{X} = 11,40$ olarak bulunmuştur. Deney ve kontrol grubunda yer alan öğrencilerin çalışma sonrasında başarı testi puanları arasında anlamlı düzeyde bir farklılık vardır ($t = 8,921$, $p < ,05$).

Elektriğin iletimi ünitesinin öğretiminde kullanılan sınıf dışı eğitsel oyunların öğrenci başarıları üzerine etkisinin incelendiği bu araştırmada eğitsel oyunların kullanıldığı deney grubu ile eğitsel oyunların kullanılmadığı kontrol grubu öğrencilerinin akademik başarı ön test puan ortalamalarının birbirine yakın olduğu görülmüştür. Bu veriler bize araştırmaya dâhil edilerek deney ve kontrol grubu olarak atanan iki 6. sınıf şubelerinin başarı açısından birbirine denk gruplar olduğunu göstermektedir. Her iki gruba da verilen eğitim sonrasında deney grubunun kendi içerisinde başarı ön ve son test puan ortalamaları arasında fark çıkmış ancak kontrol grubu öğrencilerinin başarı ön ve son test puan ortalamaları arasında fark çıkmamıştır. Bu çarpıcı bir sonuç olarak değerlendirilmektedir. Bu sonuç üzerinde araştırmanın yapıldığı köy okulunda başarı düzeylerinin düşük olması ve sınıfta yer alan henüz okuma yazma

bilmeyen öğrencilerin az kişilik grupta bir tanesinin bile sonuca sebep vereceği düşünülmektedir. Daha sonra deney ve kontrol grubunda yer alan öğrencilerin başarı son test puan ortalamaları karşılaştırılmış deney grubu lehine anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiştir. Bu duruma eğitsel oyunların öğrenme sürecine olan pozitif etkilerinin neden olduğu düşünülmektedir.

Alanyazında bu araştırmanın sonuçlarını destekleyen daha birçok araştırma bulunmaktadır. Örneğin, Karamustafaoğlu ve Kaya (2013) çalışmalarında optik konusunun öğretiminde eğitsel oyunların konuyu somutlaştırarak öğrenmeyi kolaylaştırdığını ve bu sebeple öğrenmeye olumlu katkıların olduğunu belirtmiştir. Clark., Nelson, Chang, Martinez-Garza, Slack ve D'Angelo (2011), eğitsel oyunların fizik konularının öğretilmesindeki etkililiğini araştırmış ve öğrencilerin derse daha çok motive olup derse konsantre olduklarını, bunun da öğretimi arttırdığını belirtmiştir. Yine Divjak ve Tomic (2011) tarafından öğrenilmesi zor, soyut ve karmaşık konuların öğretilmesinde eğitsel oyunların yararlı olduğu belirtilmiştir. Sözü edilen tüm çalışmalara göre eğitsel oyunlar başarıyı arttırmaya katkı sağlayan kullanışlı bir öğretim tekniğidir. Çünkü oyun beş duyu organına aynı anda hitap edebilir ve soyut kavramları somutlaştırarak öğretimin daha etkili olmasını sağlar. İlgili alan yazında eğitsel oyunların öğrencilerin derslerdeki akademik başarılarını arttırdığına yönelik yapılmış başka çalışmaların sonuçları da bu çalışmanın sonuçları ile benzerlik göstermektedir (Aycan, Türkoğlu, Arı & Kaynar, 2002; Şaşmaz Ören & Erduran Avcı, 2004; Saracaloğlu & Aldan Karademir, 2009; Karamustafaoğlu & Kaya, 2013; Yurt, 2007). Araştırma ile ortaya çıkan tüm sonuçlara göre, sınıf dışı eğitsel oyunların elektriğin iletimi ünitesinde 6. sınıf öğrencilerinin başarılarına olumlu yönde etki ettiği belirlenmiş öğrencilerle yapılan görüşmeler de bu duruma desteklemiş ve açıklamıştır. Bu çalışma da başarıyı artırma açısından eğitsel oyunların destekleyici olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla fen bilimleri derslerindeki diğer konu ve ünitelerle ilgili olarak da eğitsel oyunlar geliştirilebilir ve ders eğitsel oyunlarla desteklenerek işlenebilir, eğitsel oyunlar tekniği farklı sınıf seviyelerinde yer alan öğrenciler için de kullanılabilir ve Eğitsel oyun tekniği ile desteklenmiş derslerin tutum, motivasyon, kaygı gibi değişkenler üzerindeki etkisi de araştırılabilir.

4. Referanslar

- Altunay, D. (2004). *Oyunla desteklenmiş matematik öğretiminin öğrenci erişimi ve kalıcılığa etkisi*. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Ayan, S. & Dünder, H. (2009). *Eğitimde okul öncesi yaratıcılığın ve oyunun önemi*. 63-74, Selçuk Üniversitesi Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi 28.
- Aycan, Ş., Türkoğlu, S., Arı, E., & Kaynar, Ü. (2002). *Periyodik Cetvelin ve Elementlerin Tombala Oyun Tekniği ile Öğretimi ve Bellekte Kalıcılığının Saptanması* (s.61), V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi-ODTÜ-Ankara.
- Brannen, J. & Halcomb, E. J. (2009). *Data collection in mixed methods research*. Andrew, S. and Halcomb, E. J. (Eds.). *Mixed methods research for nursing and the health sciences*. London: Wiley-Blackwell.
- Charlton, B., Williams, R. L. & McLaughlin, T. F. (2005). *Educational games: A technique to accelerate the acquisition of reading skills of children with learning disabilities*. 66-73. The International Journal of Special Education 20 (2).
- Chuang, T. Y. & Chen, W. F. (2007). *Effect of digital games on children's cognitive achievement*. 27-30. Journal of Multimedia 2(5).
- Clark, D. B., Nelson, B. C., Chang, H., Martinez-Garza, M., Slack, K. & D'Angelo, C.M. (2011). *Exploring Newtonian Mechanics in a Conceptually-integrated Digital Game: Comparison of Learning and Affective Outcomes for Students in Taiwan and the United States*. 2178-2195, Computers & Education 57.
- Cohen, L., Manion, L. & Morrison, K. (2007). *Research methods in education*. (6th edition). London: Routledge Falmer.
- Creswell, J., & Plano Clark, V. (2007). *Designing and Conducting Mixed Methods Research*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Çepni, S. (2007). *Araştırma ve proje çalışmalarına giriş*. (3. basım). Trabzon: Celepler.
- Deboer, G. E. (2000). *Scientific literacy: another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform*. 582-601. Journal of Research in Science Teaching 37(6).
- Demir, M. (2012). *7. Sınıf vücudumuzdaki sistemler ünitesinin oyun tabanlı öğrenme yaklaşımı ile işlenmesinin öğrencilerin akademik başarılarına ve fen teknoloji dersine karşı tutumlarına etkisi*. X. Ulusal Fen ve Matematik Eğitimi Kongresi, Niğde Üniversitesi, Niğde.
- Dempsey, J. V., Haynes, L. L., Lucassen B. A. & Casey, M. S. (2002). *Forty simple computer games and what they could mean to educators, Simulation and Gaming*, 157-168. 33 (2).
- Dempsey, J. V., Rasmussen, K., & Lucassen, B. (1996). *The instructional gaming literature: Implications and 99 sources*. Mobile: University of South Alabama.
- Divjak, B. & Tomic, D. (2011). *The impact of game-based learning on the achievement of learning goals and motivation for learning mathematics*. Literature Review. JIOS,35(1).
- Foster, R. (2004). *Crazy bones*. 187,17. Mathematics teaching.
- George, D. & Mallery, P. (2003). *SPSS for Windows step by step: a simple guide and reference*. Boston: Allyn & Bacon
- Hançer, A. H., Şensoy, Ö. & Yıldırım, H. İ. (2003). *İlköğretimde çağdaş fen bilgisi öğretiminin önemi ve nasıl olması gerektiği üzerine bir değerlendirme*. 80-88. Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 1(13).

- Hazar, M. (2005). *Beden eğitimi ve sporda oyunla eğitim [Physical education and educational game in training]*. Ankara: Tütibay.
- Huizinga, J. (1995). *Homo Ludens. Oyunun toplumsal işlevi üzerine bir deneme*. Çev: Kılıçbay, M.A., 1. Basım. İstanbul: Ayrıntı
- Karamustafaoğlu, O. & Kaya, M. (2013). *Eğitsel oyunlarla 'yansıma ve aynalar' konusunun öğretimi: yansımali koşu örneği*. 41-49. Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi (ATED), 3(2).
- Khan, S. A. (2008). *An experimental study to evaluate the effectiveness of cooperative learning versus traditional learning method*. International Islamic University.
- Kaya, S. & Elgün, A. (2015). *Eğitsel oyunlar ile desteklenmiş fen öğretiminin ilkökul öğrencilerinin akademik başarısına etkisi*. 329-342. Kastamonu Eğitim Dergisi, 23(1).
- Nagy, S. & Biber, H. (2010). *Mixed methods research*. New York and London: The Guilford
- Papastergiou, M. (2009). *Digital game-based learning in high school computer science education: Impact on educational effectiveness and student motivation*. 1-12. Computers & Education 52.
- Parveen, Q. & Batool, S. (2011). *Effect of cooperative learning on achievement of students in general science at secondary level*. 154-158. International Education Studies, 5(2).
- Punch, K. F. (2005). *Sosyal araştırmalara giriş: nicel ve nitel yaklaşımlar*. Ankara: Siyasal Kitabevi
- Ramsey, J. (1989). *Curricular framework for community-based STS issue instruction*. 40-53. In J. Penick (Ed.), Education and urban society: Issues-Based education, 1.
- Ryder, J. (2001) *Identifying science understanding for functional scientific literacy*. 1-44. Studies in Science Education, 36.
- Saracaloğlu, A. S. & Aldan Karademir, Ç. (2009). *Eğitsel oyun temelli fen ve teknoloji öğretiminin öğrenci başarısına etkisi*. 1098-1107. [The effect of educational game based science and technology teaching on student achievement] VIII. Ulusal Sınıf Öğretmenliği Eğitimi Sempozyumu, Bildiri Kitabı. Osmangazi Üniversitesi: Eskişehir.
- Shi, Y. (2003). *Using volleyball games as examples in teaching mathematics*. 53-62. Teaching Mathematics and Its Applications, 22(2).
- Şahhüseyinoğlu, D. (2007). *Eleştirel düşünme ve eğitsel oyunlar: İngiliz dili aday öğretmenlerinin görüşleri*. 266- 273. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi 32.
- Şaşmaz Ören, F. & Erduran Avcı, D. (2004). *Eğitimsel oyunla öğretimin fen bilgisi dersi "güneş sistemi ve gezegenler" konusunda akademik başarı üzerine etkisi*. 67-76. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 18.
- Şaşmaz Ören, F. & Yılmaz, T. (2013). *Fen ve teknoloji dersinde kavram karikatürleriyle desteklenmiş bilimsel hikâyeler temelli rehber materyal geliştirme çalışması*. 130-141. Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi, 2(2).
- Tural, H. (2005). *İlköğretim matematik öğretiminde oyun ve etkinliklerle öğretimin erişimi ve tutuma etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Yurt, E. (2007). *Eğitsel oyun tekniği ile fen öğretimi ve yeni ilköğretim müfredatındaki yeri ve önemi*. (Muğla ili Merkez ilçe örneği). Yüksek Lisans Tezi. Muğla Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla.

CULTURAL COMPETENCE IN NURSING CARE HEMŞİRELİK BAKIMINDA KÜLTÜREL YETERLİLİK

Burcu Çakı Döner

Gaziantep Islamic Science and Technology University Faculty of Health Science, Nursing Department Gaziantep,
Turkey

ORCID ID:0000-0002-3592-5121, b.caki@hotmail.com

Abstract

People's beliefs and practices about health are part of the culture they live in. Nursing care is created in various forms according to human needs, taking into account cultural differences. In order to provide effective nursing care to the society, it is necessary to determine the health-related behaviors of the society and to act by knowing what the cultural factors behind such behaviors are. Therefore, when nurses first communicate with individuals, they should make a cultural assessment and plan care accordingly. For a culturally adequate care, standards and guidelines have been developed that nurses can use as a guide in clinical practice, research, education and management. While the standards developed by the American Academy of Nursing and Transcultural Nursing Association in 2009 and revised in 2011 consist of 12 standards; The guide developed in line with the standards in 2014 consists of 10 standards. It is thought that the use of these standards and guidelines developed to ensure standardization in nursing care will make significant contributions to intercultural nursing care.

Keywords: Nursing care, culture, intercultural nursing, cultural competence.

1. Giriş

Toplumların düşünce, iletişim, eylem, gelenek, inanç, değer ve kurumları olarak tanımlanan kültür, kişilerin sağlık ve hastalık konusundaki algılarını, tutumlarını ve davranışlarını etkiler (Tortumluoğlu ve diğerleri, 2004; Meydanlıoğlu, 2019). Yeterlilik, kişilerin belirli bir alanda veya konuda sahip oldukları bilgi, beceri ve tutumun toplamıdır. Bu tanımlardan yola çıkarak kültürel yeterlilik, farklı kültürlere sahip bireylerin ve sosyal grupların talep ve beklentilerini karşılayabilecek bilgiye, beceriye ve kapasiteye sahip olmak şeklinde tanımlanabilir (Çalışkan ve Yılmaz, 2017).

Küreselleşme ile birlikte farklı kültürden kişilerle etkileşim artmıştır ve kültürlerarası iletişim çalışma hayatının bir gerçeği haline gelmiştir (Çalışkan ve Yılmaz, 2017). Farklı kültürden kişilerin aynı ortamı paylaştığı sağlık hizmetlerinde de kültürlerarası hizmet kavramının önemi artmıştır (Zorel, 2014). Sağlık hizmetlerinde bakım, hizmet alanların ve verenlerin kültürel farklılıklarından, dil çeşitliliğinden, kullandıkları sözel/sözel olmayan iletişim yöntemlerinden, kişilerin sağlık, hastalık algılarından ve sağlık çalışanına bakış açılarından etkilenmektedir (Çalışkan ve Yılmaz, 2017). Halka beklenen düzeyde sağlık hizmeti sunulabilmesi, hizmetin toplum tarafından kabul edilmesi, toplumun katılımının sağlanması ve konu ile ilgili verilen eğitimleri benimsemesi için sağlık personelinin toplumun kültürel özelliklerini çok iyi bilmesi gerekir (Bolsoy ve Sevil, 2006). Dolayısıyla sağlık hizmetlerinde bakım sağlayıcı olan hemşireler; birey, aile ve toplumun sağlık ve hastalıkla ilgili davranışlarının, inançlarının ve sağlık hizmetlerinin kullanımının arkasındaki kültürel etmenleri bilmeli, uygulama ve girişimlerinde kültürel özellikleri dikkate almalıdır (Yorulmaz ve Karadeniz, 2021). Bu derlemede, kültürlerarası hemşirelik yaklaşımına ve hemşirelik bakımında kültürel yeterliliğin önemine değinilmiştir.

2. Hemşirelik Bakımı ve Kültürel Yeterlilik

Sağlık personellerinin kültürel açıdan yeterli olması bir gereklilik ve istenen bir öncelik haline gelmiştir (Temel, 2011). Hemşirelerden de toplumun kültürel ihtiyaçlarını fark etmeleri ve bakımda kültürel farklılıkları dikkate almaları beklenir (Tortumluoğlu ve diğerleri, 2004; Meydanlıoğlu, 2019). Ülkemizde hemşirelerin büyük bir kısmının farklı kültürden hastalara bakım verdiği ve çoğunun bu hastalara bakım verirken iletişim güçlüğü yaşadığı bilinmektedir. Bu zorlukların başında dil bilmeme, hastanın eğitim durumu, sağlığa ilişkin algısı, dini inançları ve maneviyatıyla ilgili sorunların yer aldığı belirtilmektedir (Meydanlıoğlu, 2019). Hemşirelerin, hastalık ile baş etme, sağlığı koruma ve yükseltmeye yönelik davranışları anlamak için kültürel veri toplamaları ve bireyleri kendi kültürleri içerisinde değerlendirmeleri gerekmektedir. Zararlı bulunan kültürel bir davranış değiştirilmeye çalışılırken, kültürlere ters olmayacak bir davranış seçilmeli ve hemşirelik uygulamaları bu doğrultuda planlanmalıdır (Tortumluoğlu ve diğerleri, 2004).

2.1. Kültürel Hemşirelik Uygulamalarında Bireylerin Değerlendirilmesi

Hemşireler, bireylerle ilk iletişimde kültürel değerlendirmeyi yapmalıdır. Bu değerlendirme derinlemesine olabileceği gibi, kısa bir değerlendirme de olabilir. Kısa bir değerlendirmede bireye; sağlık uygulamaları, beslenme alışkanlığı, dini tercihi, etnik geçmişi ve ailesi sorulabilir. Bu kısa değerlendirme hemşirenin ileride yapabileceği, derin kültürel değerlendirmeye zemin oluşturur. Derinlemesine yapılan değerlendirmede ise kişiden toplanan veriler şunlardır: (Tortumluoğlu ve diğerleri, 2004).

- Demografik veriler
- Geleneksel sağlık inançları

- Sağlığı koruma ve sürdürme yöntemleri
- Sağlığı yeniden kazandırma yöntemleri-evde yapılan tedaviler
- Sağlık bakım kaynaklarının kullanımı
- Hastalık sürecinde başvuru geleneksel yöntemler
- Çocuk doğurmak ile ilgili sağlık inanç ve uygulamaları
- Çocuk yetiştirmek ile ilgili sağlık inanç ve uygulamaları
- Ölüm ve ölümü yaklaşan bireylere yapılan geleneksel uygulamalar ve törenler

Hemşireler toplumun tüm bu kültürel özelliklerini tanımanın yanı sıra geleneksel ilaçları, ibadet yerlerini, kutsal sayılan yerleri ve bunun gibi organizasyonları da tanımalıdır. Bunların yanı sıra hemşireler toplumda yaygın olarak kullanılan ve bakım verirken iletişimi kolaylaştıracak kelime ve cümleleri de kısmen öğrenmelidir (Tortumluoğlu ve diğerleri, 2004).

2.2. Kültürel Hemşirelik Uygulamalarının Kapsamı

Bakım verenler için, hastaların en zor karşılanan ihtiyaçları kültür farklılıklarından kaynaklanan ihtiyaçlardır (Tortumluoğlu ve diğerleri, 2004). Kültürel açıdan duyarlı hemşireler farklı kültürden hastaların yaşantılarına başarılı bir şekilde müdahale etmek için gerekli bilgi ve yeteneğe sahiptir. Kültürel duyarlılık her hastayı bir birey olarak gören ve hastanın kültürel deneyimlerini tamamı ile dikkate almak için kaynak oluşturan bir güçtür (Akar, 2010; Çalışkan ve Yılmaz, 2017). Bakım verici olan hemşirelerin, karşılarındaki bireyin kültürel yapılarını bilmemeleri halinde sunacakları hizmet onlara uymayabilir (Sungur, 2012; Bektaş, 2013). Hemşireler yaşadığı olumsuz kültürel tepkilerin engellenmesi için hizmet verdiği bireyin/toplumun kültürel özelliklerine karşı duyarlı olmalı ve müdahalelerini bu doğrultuda gerçekleştirmelidir (Prosen, 2015; Sivri ve Karataş, 2015). Bu bağlamda birey ve aile merkezli kültürel yeterli bakım sağlamada kullanılan kültürel hemşirelik uygulamaları şunlardır;

- Kültürel gereksinimlerin tanımlanması
- Aile ve bireylerin kültürel bağlantılarının anlaşılması
- Bakım veren ve alanların karşılıklı hedeflere ulaşmaları için duygusal stratejilerin kullanılması

Böylece birey, aile ve toplumun kültürel inanç sistemini tahrip etmeksizin bakım verilebilir (Tortumluoğlu ve diğerleri, 2004; Tanrıverdi, 2015).

2.3. Hemşirelik Bakımında Kültürel Yeterlilik için Uygulama Standartları

Hemşirelerin farklı kültürel grupların kültürel dinamiklerine aşina olmaları oldukça zordur ve birçok kültürü öğrenmeleri neredeyse imkânsızdır. Bu sebeple, hemşirelerin kültürel değerlendirme ve uygulama esnasında genel bir yaklaşım kullanması daha pratik ve yararlı olacaktır (Meydanhoğlu, 2019). Hedeflenen bakımın sağlanmasında kültürel yeterli hemşirelik bakımı için uygulama standartları geliştirilmiştir. (Douglas ve diğerleri, 2011; Douglas ve diğerleri, 2014). Hemşirelik bakımında kültürel yeterlilik için uygulama standartları, Amerikan Hemşirelik Akademisi ve Transkültürel Hemşirelik Derneği tarafından geliştirilmiştir. Bu standartlar; dünya çapında hemşirelerin klinik uygulama, araştırma, eğitim ve yönetimi yönlendirmek için kullanabileceği, kültürel açıdan yeterli bakım için evrensel olarak uygulanabilir standartları belirlemek amacıyla oluşturulmuştur (Douglas ve diğerleri, 2011). Bu Standartlar ilk kez 2009 yılında oluşturulmuş, 2011 yılında ise güncellenmiştir (Tanrıverdi, 2019). Bu Standartlarda tanımlanan hemşirelik bakım hizmetinin alıcıları birey, aile, topluluk ya da tüm nüfustur. Bu standartlar sosyal adalet çerçevesinde, her bireyin ve grubun sosyal, eğitimsel, ekonomik ve özellikle de bu bağlamda, adil ve eşit haklara ve katılım haklarına sahip olduğu inancına dayanmaktadır. Kültürel açıdan yetkin bakım, sosyal bağlamdan bağımsız olarak sosyal adalet ve insan hakları ilkeleri ile bilgilendirilir. Sosyal adalet ilkelerinin uygulanması ve kültürel açıdan yetkin bakımın sağlanmasıyla sağlık sonuçlarındaki eşitsizlikler azaltılabilir. Dünya çapında hemşire eksikliği ve hem hemşirelerin hem de nüfusun küresel göçü, coğrafi konumdan bağımsız olarak artan çeşitlilikte hasta popülasyonuna kültürel olarak yetkin bakım sağlamak için hemşireleri eğitime ihtiyacı artırmıştır. Bu ihtiyaç, standartların belirlenmesinde birincil itici güç olmuştur (Douglas ve diğerleri, 2009; Douglas ve diğerleri, 2011; Douglas ve diğerleri, 2014).

Kültürel standartlarda; politik, ekonomik ve sosyal sistemlerde mevcuttur. Dünyadaki birçok sağlık kuruluşu, bu sistemlerin perspektifinden belirli popülasyonlara yönelik yapılan bakımı tanımlamıştır. Standartlar arasındaki farklılık ve standartların uygulandığı bağlam, tüm kültürlerle uyum tek bir set oluşumunu engellemektedir. Kültürel yeterliliği hizmet verdikleri toplumların bakım önceliği olarak vurgulamaktadır. Hemşirelik bakımında kültürel yeterlilik için geliştirilen standartlar; uygulama, yönetim, eğitim ve araştırmadaki hemşireler için bir rehber ve kaynak görevi gören 12 standarttan oluşmaktadır (Douglas ve diğerleri, 2011).

2.3.1. Standart 1: Sosyal Adalet

Profesyonel hemşireler herkes için sosyal adaleti geliştirmelidir. Uygulanan sosyal adalet ilkeleri hemşirelerin hasta, aile, toplum ve diğer sağlık uzmanlarıyla ilgili kararlarını yönlendirir. Hemşireler, sosyal olarak adil politikaları savunmak için liderlik becerileri geliştirmelidir. Standart 1'in uygulanması için öneriler şunlardır (Douglas ve diğerleri, 2011);

- Sosyal adalet kavramları ile ilgili içeriği, uygulama odağı olarak geniş bir nüfus ve topluluk kavramını içeren hemşirelik eğitimi müfredatına dâhil etmek.
- Adalet, eşitlik, saygı ve hoşgörüyü belirlemek için politikaların nasıl analiz edileceği konusunda çalıştaylar sunmak.
- Sosyal adaletsizliğin belirli konularına odaklanan sempozyumlar düzenlemek.
- Sosyal adaletsizliğin çözümüne yönelik kamu politikalarını savunmak.
- Hemşireleri sosyal adalet alanlarında lider olmaları için eğitmek.

- Sağlık eşitsizliklerinin giderilmesi ve yaşam kalitesinin artırılmasını savunmak için başkalarına rehberlik etmek üzere ileri düzey hemşire danışmanları yetiştirmek.
- Sosyal adaletsizlik konularındaki araştırmaları finanse etmek.
- Sosyal adaletsizliğin düzeltilmesine yönelik etkili yaklaşımlara ilişkin kanıtları yaymak için klinik, araştırma merkezleri kurmak ve konferanslar düzenlemek (Douglas ve diğerleri, 2011).

2.3.2. Standart 2: Eleştirel Yansıma

Hemşireler, kendi özelliklerinin kültürel açıdan yeterli hemşirelik bakımına etkilerinin farkında olabilmek için kendi kültürel miraslarının, değerlerinin ve inançlarının kritik yansımaları ile ilgilenmeli ve bunları değerlendirmelidir. Standart 2'nin uygulanması için öneriler şunlardır (Douglas ve diğerleri, 2011);

- Kültürel uyum standartlarının eleştirel düşünmeye dayalı pratikte uygulanmasını teşvik etmek.
- Kültürel olarak uyumlu hemşirelik bakımı pratiğinde eleştirel yansıma uygulamasına odaklanan küçük grup oturumları düzenlemek.
- Kültürel olarak uyumlu hemşirelik bakımını etkileyebilecek kişisel değerleri tanımanın önemini gösteren politikalar geliştirmek.
- Değerlerin ve inançların eleştirel düşünmesini ve öz farkındalığını teşvik eden programlar ve çalıştaylar düzenlemek.
- Hemşirelik bakımını etkileyen farklı kültürler, gelenekler, sosyal ve sağlık uygulamalarının daha iyi anlaşılmasını sağlayacak programlar düzenlemek.
- Rol modelleme yoluyla kültürel miras üzerine düşünmenin önemini göstermek.
- Akranlar ve personel arasında eleştirel düşünmeyi teşvik etmek.
- Klinik ortamlarda öz ve hemşirelik yaklaşımlarının daha iyi anlaşılmasını sağlamak için disiplinlerarası üyeleri sağlık ve hemşirelik ekiplerine dâhil etmek (Douglas ve diğerleri, 2011).

2.3.3. Standart 3: Kültür Bilgisi

Hemşireler çeşitli kültürdeki toplumların, ailelerin ve bireylerin birbirinden farklı gelenek, inanç ve değerlerinin olduğunu anlamaya yönelik bakış açısı kazanmalıdır. Kültürel yeterlilik dinamik, yaşam boyu bir öğrenme sürecidir. Standart 3'ün uygulanması için öneriler şunlardır (Douglas ve diğerleri, 2011);

- Kültürel açıdan yetkin bakımın genel ilkeleri hakkında personel eğitim modülleri oluşturmak ve / veya sağlamak.
- Hizmet edilen en yaygın kültürel grupların özel bilgilerinin artırılmasına odaklanan personel eğitim modülleri oluşturmak ve / veya sağlamak.
- Klinik hemşirelerinin, kanıta dayalı uygulamalarının sağlanmasına hizmet eden en yaygın kültürel gruplar hakkındaki güncel literatürü gözden geçirmek için dergi kulüpleri / personel hizmet oturumları oluşturmak.
- Klinik hemşiresi olarak, çalışan hemşireler için kültürel yeterliliği teşvik eden aylık kültürel farkındalık etkinlikleri oluşturmak (yani kültürel açıdan farklı konuşmacılar, medya, etnik yiyecekler).
- Meslektaşları ve bir bilim kütüphanecisi (varsa) ile çalışan hemşirelere, kültürler ve kültürel değerlendirme araçları (çeşitlilik web siteleri, kültürler arası sağlık hizmeti vaka çalışmaları) hakkında güncel bilgi edinmek ve elektronik kaynaklara erişmek için bilgi okuryazarlığı becerileri kazandırmak (Douglas ve diğerleri, 2011).

2.3.4. Standart 4: Kültürel Açıdan Yetkin Uygulama

Hemşireler, kültürle uyumlu hemşirelik bakımını yaparken; kültürlerarası bilgi ve duyarlı kültürel becerileri kullanmalıdır. Standart 4'ün uygulanması için öneriler şunlardır (Douglas ve diğerleri, 2011);

Personel hemşireler için uygulama önerileri;

- Açık ve hassas iletişim, aktif dinleme ve hizmet alan bireylerin kültürel inanç ve uygulamalarına saygı gösterilmesi yoluyla güvenilir bir ilişki kurmak.
- Kültürel grupların sağlık ve hastalığı yaşamlarında nasıl tanımladıklarını karşılıklı anlamalarını sağlamak. Kültürel olarak farklı grupların sağlıklarını sürdürmek için neler yaptıklarını, hastalığın sebebi olarak neye inandıklarını, bakımları ve nasıl iyileştiklerini, hemşirenin kültürel alt yapısının verdiği hizmeti nasıl etkilediğini anlamasını sağlamak.
- Hizmet alan bireylerin fiziksel, psikolojik ve kültürel özellikleri hakkında bir değerlendirme yapmak ve değerlendirme verilerini bakımın planlanması ve önceliklendirilmesi için kullanmak.
- Kültürel olarak uyumlu bakımı müzakere etmek, uygulamak ve sağlık sonuçlarını değerlendirmek (Douglas ve diğerleri, 2011).

Sağlık kuruluşları için uygulama önerileri;

- Hemşirelerin sağlık kuruluşunda sağlık hizmeti alan etnik açıdan farklı bireyler hakkında kültürel bilgilerini geliştirmek için eğitim ve öğretim çalıştayları sağlamak.
- Hemşirelerin kültürlerarası değerlendirme ve iletişim becerilerini geliştirmek için eğitim alanları sağlamak.
- Etkili kültürlerarası hemşirelik uygulamalarını sağlamak için politikalar ve prosedürler geliştirmek.
- Çeşitli kültürlerden gelen hastaların sağlık hizmetlerini karşılamada hemşirelerin yeterliliğini sağlamak için değerlendirme stratejileri geliştirmek.

- Mentorluk için ileri uygulama hemşiresi (APN) danışmanları geliştirmek ve kanıta dayalı en iyi kültürlerarası uygulamaların uygulanmasını kolaylaştırmak.
- Kültürel olarak uyumlu hemşirelik uygulamalarına etkili yaklaşımlar hakkındaki kanıtları yaymak için klinik ve araştırma merkezleri kurmak / konferansları düzenlemek (Douglas ve diğerleri, 2011).

2.3.5. Standart 5: Sağlık Sistemleri ve Organizasyonlarında Kültürel Yeterlilik

Sağlık kuruluşları, farklı kültürden hastaların kültürel ve dil ihtiyaçlarını değerlendirmek ve karşılamak için gerekli yapı ve kaynakları sağlamalıdır. Standart 5'in uygulanması için öneriler şunlardır (Douglas ve diğerleri, 2011);

- Kuruluş içindeki çeşitlilikle ilgili sorunları denetlemek ve sorumluluk almak için sistem çapında, yönetim düzeyinde bir görev gücü toplamak.
- Tercümanların işe alınması, çok dilli hasta eğitim materyallerinin üretilmesi, farklı dillerde tabelalar eklenmesi vb. gibi kültürel açıdan uygun bakımın sağlanmasını desteklemek için dâhili bir bütçe oluşturmak.
- Kültürel açıdan farklı bir işgücünü aktif olarak işe almaya ve sürdürmeye yönelik politikalar ve faaliyetler geliştirmek.
- Üst yönetim, bölüm başkanları da dahil olmak üzere hasta ile temas halinde olan tüm bölümlerde çalışan personele işe giriş döneminde oryantasyon ve her yıl hizmet içi eğitim yapmak.
- İş tanımlarına kültürel yeterlilik şartlarının yanı sıra performans ölçütleri ve terfi kriterleri eklemek.
- Kurumun hizmet verdiği coğrafi alanın yanı sıra bakım alanların mevcut ve ortaya çıkan demografik eğilimlerini gözden geçirmek için bir veri toplama sistemi geliştirmek ve kullanmak.
- Hizmetin etkinliğini ve uygunluğunu belirlemek ve kuruluştaki daha iyi ele alınabilecek sorunları belirlemeye yardımcı olmak için hasta memnuniyetini belirleyen geri bildirim sistemi kurmak.
- Kültürel çeşitlilik gösteren nüfusların ihtiyaçlarını karşılamak için fikir ve kaynak paylaşmak amacıyla toplumdaki diğer sağlık kuruluşları ile işbirliği yapmak.
- Sağlık kontrolleri, tansiyon taraması gibi sağlık hizmetlerini nüfusa getirerek toplum faaliyetlerine katılmak.
- Etik veya araştırma komiteleri, eğitim programı komiteleri, hasta eğitim komiteleri veya sigarayı bırakma, pulmoner veya kardiyak rehabilitasyon programları, egzersiz ve kilo verme programları gibi organizasyon komitelerinden destek almak (Douglas ve diğerleri, 2011).

2.3.6. Standart 6: Hastanın Savunuculuğu ve Güçlendirilmesi

Hemşireler tarafından, sağlık hizmetleri politikalarının, uygulama sistemlerinin ve kaynaklarının hastalar üzerindeki etkisini tanımak, hasta bireyleri güçlendirmek ve savunmaktır. Hemşireler, hastalarının kültürel inançlarının ve uygulamalarının sağlık hizmetlerinin tüm boyutlarına dâhil edilmesini savunurlar. Standart 6'nın uygulanması için öneriler şunlardır (Douglas ve diğerleri, 2011);

- Uygulamada sistem perspektifini ve kültürel açıdan yetkin bir yaklaşımı kullanmak. Hastayı daha geniş bir sosyokültürel sistemden etkilenen bir ailenin parçası olarak düşünmek ve bu yaklaşımla, hemşireler tarafından; hastanın sağlığını, iyileşmesini veya rehabilitasyonunu desteklemek için hasta topluluğunu, mahallesini, dini anlayışlarını, politik, ailesel ve istihdam kaynaklarını tanımlamak.
- İlk değerlendirme sırasında ve hemşirelik süreci boyunca her hastanın durumunu benzersiz olarak düşünmek. Hastaların hikayelerini kesintisiz olarak anlatmasına izin vermek, hastaların ifade edilen ihtiyaçlarını ve duygularını kabul etmek ve hastalarla etkileşime girerken olası tüm dikkat dağıtıcı gürültüleri veya eylemleri ortadan kaldırmak gibi etkili dinleme becerilerinin kullanılmasını sağlamak.
- Çözülmesi gereken sorunlardan ziyade tüm problemlere odaklanmak.
- Hastalar için savunuculuk yapmak.
- Tüm hastaların benzersizliğini korumak ve anlamak.
- Kültürel açıdan yetkin bakım sağlamak.
- Mümkün olduğunda, tüm etkileşimler sırasında ve hemşirelik bakımı planlarken ve sağlarken hastanın kültürel değerlerine, inançlarına ve uygulamalarına uyum sağlamak (Douglas ve diğerleri, 2011).

2.3.7. Standart 7: Çok-Kültürlü İşgücü

Hemşireler, sağlık bakım ortamlarında çok kültürlü bir işgücü sağlama çabasına aktif katılmalıdır. Çok kültürlü bir işgücü elde etmenin bir ölçüsü, hastane ve akademik ortamda işe alım ve elde tutma çabalarının güçlendirilmesidir. Standart 7'nin uygulanması için öneriler şunlardır (Douglas ve diğerleri, 2011);

- Farklı kültürlere sahip mezun hemşirelerin güçlendirilmesine destek ve yardım için farklı kültürlere sahip katılımcıların yer aldığı rehberlik ağı oluşturmak.
- Farklı alt yapıdan gelen hemşirelerin güçlendirilmesini içeren stratejik bir plan oluşturmak ve geliştirmek.
- Alt yapı değişiklikleri sonucu istenen hedeflere ulaşmadaki engelleri tanımlamak.
- Burs fırsatları ve bağışlar ile araştırma, uygulama ve eğitimi destekleyerek çeşitli kültürlerden hemşirelerin devamını arttırmak.
- Rehber öğrenci ve hemşirelerin proje ve araştırmalarda sağlık bakım eşitsizlikleri ya da kültürel farklılıklara odaklanmasını sağlamak.
- Yeni personelin oryantasyonu için;
 - a) Kültürel yeterlilik için standartları uygulamak

- b) Kültürel yeterlilik kritik düşünme egzersizlerini interaktif videolar ve vaka çalışmaları ile öğretmek
- c) Kültürel benzerlik grup aktivitelerine katılmak
- Advanced Practice Nurses ve çalışan hemşireler için spesifik kültürel yeterlilik kaynakları için örnekler:
 - a) Sağlık bakımında CLAS standartları (Kültürel ve Dilsel Yaklaşım Servisleri için Ulusal Standartlar)
 - b) Kültürel Yeterlilik Hemşirelik Modülleri
 - c) Kültürel Yeterlilik Müfredat Programları (Douglas ve diğerleri, 2011)

2.3.8. Standart 8: Kültürel Açıdan Yetkin Bakımda Eğitim ve Öğretim

Hemşireler, kültüre uyumlu sağlık hizmetlerini teşvik etmeye ve sağlamaya eğitimsel olarak hazırlanmalıdır. Hemşirelik bakımının kültüre uyumlu olmasını sağlamak için gerekli bilgi ve beceriler, örgün eğitim ve klinik eğitimi zorunlu kılan küresel sağlık bakım gündemlerine ve ayrıca tüm hemşireler için sürekli eğitime dâhil edilecektir. Standart 8'in uygulanması için öneriler şunlardır (Douglas ve diğerleri, 2011);

- Öğretim stratejilerini kullanmak
 - a) Diğer kültürlerin ve insanların anlayışını artırmak
 - b) Sağlıkla ilgili küresel sosyopolitik konuların tanınmasını artırmak
 - c) Fark yaratma taahhüdünü artırmak
 - d) Kişisel ve profesyonel büyümeyi tecrübe etmek
 - e) Ev sahibi ülkede profesyonel gelişime katkıda bulunmak
 - f) Kişilerarası ve kültürlerarası bağlantılar kurmak
 - g) Hassas ve etkili kültürel yeterlilik geliştirmek
- Tüm eğitim düzeylerinin kültürel açıdan yetkin bakım bilgisi ve uygulama becerilerini içermesini zorunlu kılmak.
- Kültürel açıdan yetkin bakım için danışmanlık, örgün eğitim, sürekli eğitim ve uygulama becerileri sağlamak üzere kültürlerarası hemşirelik uzmanları olan hemşirelik eğitimine fakülteyi dâhil etmek.
- Kültürel yeterlilik bilgisinin içeriğine özgü kurslar sağlamak.
- Hemşirelik müfredatı boyunca kültürel bilgi ve uygulamayı bütünleştirmek.
- İmkânlar izin veriyorsa, öğrencilerin kendilerinden farklı kültürel ortamlarda pratik yapmalarını içeren kültürlerarası, uluslararası, hizmet-öğrenme deneyimlerini kullanmak.
- Tüm kültürlerle duyarlılığı ve saygıyı artırmaya yönelik bir strateji olarak kültürel açıdan yetkin bakım için eğitim ortaklığını desteklemek.
- Uluslararası ortaklıklar kurmak için müfredat yollarını eklemek.
- Fakültelerin uluslararası deneyimler geliştirmesini teşvik etmek ve kaynaklar uygunsa uluslararası bir hemşirelik programı ile gelişmiş ortaklıklardan öğrenci projeleri talep etmek.
- Hemşirelik personeli için kültürel yeterlilik eğitimi sağlayan sürekli eğitim programları geliştirmek.
- Kültürel öğrenme ve iletişim stilleri konusunda fakülte farkındalığını artıran fakülte sürekli eğitim programları yürütmek.
- Kültürel farklılıkları kurumsal kutlamalar, özel etkinlikler ve faaliyetlerle kutlamak.
- Hemşireler ve hastalar tarafından yapılan ayrımcılığa sıfır tolerans için politikalar oluşturmak.
- Değişik kültürel programlardan yararlanmak.
- Kültürel deneyimlere ve beklentilere uygun şekilde cevap vermeleri için öğrencilere ve yeni mezun olan hemşirelere yardımcı olacak rol modelleri kullanmak.
- Bir mentorluk ağı geliştirmek için farklı kültürlerden gelen eğitimcileri ve hemşireleri kullanmak.
- Öğretim üyesi ve öğrenci hoşgörüsünün önündeki engelleri belirlemek ve buna göre altyapı değişiklikleri yapmak (Douglas ve diğerleri, 2011).

2.3.9. Standart 9: Kültürlerarası İletişim

Hemşireler, hizmet alan bireylerin değerlerini, inançlarını, uygulamalarını, algılarını ve benzersiz sağlık bakım ihtiyaçlarını tanımlamak için kültürel olarak yetkin sözlü ve sözsüz iletişim becerilerini kullanmalıdır. Standart 9'un uygulanması için öneriler şunlardır (Douglas ve diğerleri, 2011);

- Oryantasyon programlarının bir parçası olarak hemşireleri farklı kültürlerden gelen bireylerle görüşme konusunda eğitmek.
- İmkân dâhilinde, kurum içinde çeviri ve yorumlama için kaynak sağlamak.
- Spesifik kültürel içerik, etnik öyküler ve ortak dil terimleri hakkında öğrenmeyi sağlamak için hemşirelere ulaşılabilir kaynaklar sağlamak
- Hastalar için açık bir şekilde anlamı açıklanmış yazılı iletişim araçları sağlamak.
- Hemşireleri, dil iletişimi olmayan hastaların bakımı sırasında sözsüz iletişim için gözlem yapma konusunda teşvik etmek
- Toplantılara, hizmet içi ve sürekli eğitim programlarına kültürel olarak spesifik değerler, inançlar ve uygulamalar üzerine tartışmaları dahil etmek.
- Tercüman kullanma becerisini geliştirmek.
- Hastanelerde, kliniklerde ve diğer sağlık kuruluşlarında, mümkün olduğunda semboller ve piktogramlar kullanılmasını sağlamak.
- Hizmet alan bireylere tercih ettikleri dile çevrilen eğitim ve deşarj materyalleri sağlamak.
- Ağrı ölçeklerini hizmet alan bireylerin tercih ettiği dilde kullanmak.
- Değerlendirmelerle ilgili kültürel verileri sürekli olarak toplamak (Douglas ve diğerleri, 2011).

2.3.10. Standart 10: Kültürlerarası Liderlik

Hemşireler, farklı popülasyonlara kültürel olarak yetkin bakımın sonuçlarını elde etmek için bireyleri, grupları ve sistemleri etkileme yeteneğine sahip olmalıdır. Standart 10'un uygulanması için öneriler şunlardır (Douglas ve diğerleri, 2011);

- Örgütsel personelin kültürel yeterliliğinin geliştirilmesi için sistem çapında disiplinler arası programlar uygulamak.
- Topluluğun ihtiyaçlarına cevap veren kültürel ve dilsel olarak uygun bakım hizmetlerini uygulamak (ırk / etnik köken ve hasta ve topluluklara ilişkin sosyoekonomik veriler, çeviri ve yorumlama hizmetleri, hasta gezginleri, erişilebilir ve uygun fiyatlı hizmetler).
- Topluluğun yönetişime katılımını, topluluklarının sağlığına örgütsel yatırımları ve sağlayıcılar ile kuruluşlar ve çeşitli tüketici toplulukları arasındaki etkili iletişimi kolaylaştırmak için işbirlikçi ortaklıklar oluşturmak.
- Farklı sağlık kuruluşları, devlet ve sivil toplum kuruluşları, sağlık hizmeti sağlayıcıları yerel, ulusal ve küresel bağlamlarda topluluklar ile bakım hizmetlerinin düzenlenmesi için sistemler oluşturmak ve kurmak.
- Sağlık bakım eşitsizliklerini gidermek, hastaların ve toplumun memnuniyetini arttırmak için politika ve programların etkinliği ile personelin kültürel açıdan yeterliliğini değerlendiren izlem sistemleri geliştirmek.
- Çeşitli hasta ve toplulukların bakım ihtiyaçlarını ele almada personelin ve kurumun bakım etkinliğinde kalite iyileştirmesini sağlayacak politikalar ve sistemler oluşturmak.
- Farklı hasta topluluklarına özgü bakım servislerinde en iyi kanıtları kullanmak ve uluslararası araştırmalarla bütünleştirmek, işbirliği ile oluşturulan araştırma sonuçlarına personel katılımı için destek sağlamak (Douglas ve diğerleri, 2011).

Personel hemşireler için uygulama standartları;

- Kültürel yetkin bakımda diğer çok disiplinli personelin ve asstlarının eğitimine ve mentorluğuna katılmak.
- Kültürel yetkin bakımı uygulamak için örgütsel politikalar ve protokollerin ortaklaşa geliştirilmesini sağlamak.
- Kültürel açıdan yetkin bakımın verilmesini teşvik etmek için topluluk faaliyetlerine, meslek birliklerine ve organizasyonel girişimlere katılmak (Douglas ve diğerleri, 2011).

2.3.11. Standart 11: Politika Geliştirme

Hemşireler, kültürel açıdan yetkin bakımın kapsamlı bir şekilde uygulanması ve değerlendirilmesi için politikalar ve standartlar oluşturmak üzere kamu ve özel kuruluşlar, meslek birlikleri ve topluluklarla çalışmak için bilgi ve beceriye sahip olmalıdır. Standart 11'in uygulanması için öneriler şunlardır (Douglas ve diğerleri, 2011);

- Hemşirelerin mesleki ve sivil kuruluşlara üyeliklerini ve katılımlarını ödüllendirmek için yapı ve politikalar oluşturmak.
- Kuruluşun ve hemşirelerin topluluklara katılımını kolaylaştıracak programlar ve girişimler geliştirmek.
- Politika geliştirmenin politik sürecinde hemşireleri uygun danışmanlarla ilişkilendirmek için bir sistem geliştirmek.
- Hemşirelerin liderlik ve işbirliği becerilerini geliştirmek için sürekli eğitim programları uygulamak.
- Hemşirelerin sosyal farkındalığı ile toplumsal ve örgütsel düzeylerde politika ve programları değerlendirme kapasitelerini geliştirmek için bir forum oluşturmak (Douglas ve diğerleri, 2011).

Personel hemşireler için uygulama standartları;

- 1) Kültürel açıdan yetkin hizmet sunumunu geliştirmek için organizasyon komitelerine katılmak.
- 2) Farklı hastaların ihtiyaçlarını karşılamak için örgütsel ve hükümet politikalarının yanıt verme konusundaki duyarlılığını arttırmak.
- 3) Toplum bakım hizmetlerindeki bakım ihtiyaçlarını ve boşluklarını belirlemek için topluluk faaliyetlerine katılmak.
- 4) Farklı nüfusların ihtiyaçlarını ele alan politikalar ve protokoller oluşturmak için organizasyonel liderlik yapısını kullanmak (Douglas ve diğerleri, 2011).

2.3.12. Standart 12: Kanıta Dayalı Uygulama ve Araştırma

Hemşireler, uygulamalarını, sistematik olarak test edilmiş ve hizmet ettikleri kültürel olarak farklı popülasyonlar için en etkili olduğu gösterilen müdahalelere dayandırılmalıdır. Etkinlik kanıtının bulunmadığı alanlarda, hemşire araştırmacılar sağlık sonuçlarındaki eşitsizlikleri azaltmada en etkili olabilecek müdahaleleri araştırmalı ve test etmelidir. Standart 12'nin uygulanması için öneriler şunlardır (Douglas ve diğerleri, 2011);

- Hemşirelerin araştırma çalışmaları için kütüphane arama becerilerini geliştirme konusunda hizmet sınıfı veya konsültasyon gibi kaynaklar sağlamak.
- Hemşire araştırma çalışmaları için literatür araştırmaları yapmada hemşirelerin becerilerini geliştirmeye yardım edecek sağlık bilim kütüphanesi kurmak.
- Hemşirelerin kritik araştırma becerilerini geliştirmek için hemşirelik fakülteleri ile birlikte rehberlik ve danışmanlık gibi kaynaklar sağlamak.
- Hemşireler için kültürlerarası hemşirelik ve sağlık literatürünü gözden geçirmek üzere birim tabanlı, kanıta dayalı uygulama dergi kulüpleri oluşturmak.
- Hemşirelerin farklı kültürden gelen hastaların hasta memnuniyetini izleyebilmeleri ve verilen bakımın etkinliğini değerlendirebilmeleri için birim tabanlı, kanıta dayalı komiteler oluşturmak.
- Örgütler tarafından geliştirilen kılavuzlar gibi araştırma temelli uygulama protokollerinden yararlanmak.

- Hemşireler, uzman kuruluşlar tarafından geliştirilen araştırmaya dayalı uygulama protokollerini rehber olarak kullanabilmektedir.
- Araştırma sürecinde çeşitli uzmanlık alanlarından yararlanan bir kalite geliştirme projesi veya araştırma çalışması geliştirmek için disiplinler arası ekip oluşturmak.
- Araştırma süreci ve çalışma tasarımı konusunda uzmanlık için yerel fakülte ile görüşmek.
- Farklı uzmanlıklardan yararlanmak ve fon başvurusunda bulunmak için araştırmacı fakülte ekipleri geliştirmek.
- Hem eğitimcilere hem de klinisyenlere araştırılması gereken kritik problemlerin seçiminde rehberlik etmek üzere kültürlerarası / kültürler arası hemşirelik araştırmaları için ulusal bir gündem oluşturmak için uzman kuruluşlardaki hemşirelere katılmak.
- Kültürel olayların büyük ölçekli müdahale çalışmalarını tasarlamak ve uygulamak için ulusal ve uluslararası meslektaşlar ile işbirliği yapmak (Douglas ve diğerleri, 2011).

Kültürel yeterliliğin geliştirilmesine yönelik çalışmaları göz ardı etmeyen Amerikan Hemşireler Birliği (ANA), Kültürlerarası Hemşirelik Derneği'nin de katkılarını alarak Hemşirelik: Uygulama Kapsamı ve Uygulama Standartlarını yeniden güncellemiş ve üçüncü basımında kültürel yeterlilik standartlarını yayınlamıştır (Marion ve diğerleri, 2017).

2.4. Kültürel Yeterli Hemşirelik Bakımı Uygulama Rehberi

Kültürel Yeterli Hemşirelik Bakımı Uygulama Rehberi 2014 yılında kültürel yeterli hemşirelik bakımı uygulama standartları doğrultusunda geliştirilmiştir. Rehberin amacı; kültürel açıdan yeterli bakımı uygulamak için evrensel olarak uygulanabilir kuralları sunmaktır. Bu kurallar, çeşitli rollerdeki hemşireler için (klinisyenler, yöneticiler, araştırmacılar ve eğitimciler) yol gösterici olabilir. Kurallar, kullanıcının sosyo-kültürel bağlamına ve benzersiz sağlık hizmeti sunum sistemine uyarlanacak şekilde tasarlanmıştır. Rehber, kültürel yeterli hemşirelik bakımı standartlarını içeren 10 madde şeklinde oluşturulmuştur. Maddeler tamamen standartlarla aynı olup "Sosyal adalet" ve "Politika geliştirme" rehberde yer alamamıştır (Douglas ve diğerleri, 2014).

3. Sonuç ve Öneriler

Hemşireler çeşitli kültürlere sahip bireylerle karşılaşabilir veya kendi kültüründen farklı bir toplumda çalışabilir. Hemşirelerin kaliteli sağlık bakımı verebilmeleri için sağlık ve hastalık davranışlarının arkasında yatan kültürel özellikleri tanımaları önemlidir. Hemşirelerin hizmet verilen bireylerin kültürlerini iyi anlayamaması, tanıyamaması ve kültürlerarası bakımda milliyetçi girişimlerin benimsenmesi; kişilerarası iletişimde bozulmalara, çatışmalara, kalıplaşmış imajların ortaya çıkmasına, bakımda belirli bir kültüre ait bireylere özel bir ilgi gösterilmesine sebep olabilir. Şüphesiz hemşirelik uygulamalarının standartlaştırılması kültürel farklılıktan kaynaklanan olumsuzlukların ortadan kaldırmasını amaç edinmiştir.

Standartlar geliştirilen kişiler tarafından kültürel yeterliliğin sosyal adalet ve insan hakları ilkeleriyle çelişmediğini, tam tersine ikisinin temelde birbiriyle bağlantılı olduğunu düşünmektedirler. Bu bağlamda oluşturulan rehber uluslararası düzeyde yaygın görüş ve önerilerin, mevzuatların, deneyimlerin entegre edildiği çalışmaların sonuçlarıdır. Kültürlerin birbirinden farklı olduğu temel alındığında kültürel yeterlilik ile ilgili terimlerin yorumlanmasında farklılıklar olduğu kabul edilmektedir. Geliştirilen standartları ve rehberi göz ardı etmeyen bir yaklaşımın benimsenmesi hemşirelik bakımının standardize edilmesinde oldukça önemli bir adım olacaktır. Özellikle standartların ve rehberin kullanımına yönelik çalışmaların ve müdahalelerin planlanması önerilmektedir.

4. Referanslar

- Akar, N. (2010). *Hemşirelerin Ruh Hastalarına Yönelik Kültürlerarası Hemşirelik Bakımı Konusundaki Görüşleri*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Ege Üniversitesi, İzmir.
- Bektaş, H. (2013). Hemşirelik eğitiminde ve uygulamalarında kültür. *Ege Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi*, 29(1), 60-67.
- Bolsoy, N. & Sevil, Ü. (2006). Sağlık-hastalık ve kültür etkileşimi. *Atatürk Üniversitesi Hemşirelik Yüksekokulu Dergisi*, 9(3), 78-87.
- Çalışkan, H., & Yılmaz, S. H. (2017). Hemşirelerde kültürel yetkinlik algısının iş performansına etkisi. *Sağlıkta Performans ve Kalite Dergisi*, 13(1), 127-149.
- Douglas, M. K., Pierce, J. U., Rosenkoetter, M., Callister, L. C., Hattar-Pollara, M., Lauderdale, J., ... & Pacquiao, D. (2009). Standards of practice for culturally competent nursing care: A request for comments. *Journal of Transcultural Nursing*, 20(3), 257-269.
- Douglas, M. K., Pierce, J. U., Rosenkoetter, M., Pacquiao, D. F., Callister, L. C., Hattar-Pollara, M., & Purnell, L. (2011). Standards of practice for culturally competent nursing care: 2011 update. *Journal of Transcultural Nursing*, 22, 317-333.
- Douglas, M. K., Rosenkoetter, M., Pacquiao, D. F., Callister, L. C., Hattar-Pollara, M., Lauderdale, J., & Purnell, L. (2014). Guidelines for implementing culturally competent nursing care. *Journal of Transcultural Nursing*, 25(2), 109-121.
- Marion, L., Douglas, M., Lavin, M., Barr, N., Gazaway, S., Thomas, L., Bickford, C., (2017). Implementing the New ANA Standard 8: Culturally Congruent Practice. *OJIN: The Online Journal of Issues in Nursing*, 22(1), 1.

IV. Uluslararası Bilim ve İnovasyon Kongresi, 27-30 Temmuz 2023, TÜRKİYE
IV. International Science and Innovation Congress, 27-30 July 2023, TURKEY

- Meydanlıoğlu, A. (2019). Kültürogram kullanılarak bir ailenin kültüre duyarlı hemşirelik girişimlerinin planlanması: olgu sunumu. Hacettepe Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi, 6(2), 132-140.
- Prosen, M. (2015). Introducing transcultural nursing education: Implementation of transcultural nursing in the postgraduate nursing curriculum. Procedia-social and Behavioral Sciences, 174, 149-55.
- Sivri, B. B., & Karatas, N. (2015). Cultural aspect of the society: traditional practices of mother and baby care during post-partum period and the relevant examples from the world. *Güncel Pediatri*, 13(3), 183-93.
- Sungur, G. (2012). *Kronik hastalıklarda kültürel yaklaşım*. Seviğ, Ü., Tanrıverdi, G. (ed). Kültürlerarası Hemşirelik. s: 181-190. İstanbul. İstanbul Tıp Kitabevi.
- Tanrıverdi, G. (2015). Hemşirelerin kültürel yeterli bakım için uygulama standartlarına yaklaşımları. Ege Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi, 31(3), 37-52.
- Tanrıverdi, G. (2019). Hemşirelik Bakımında Kültürel Yeterlilik İçin Uygulama Standartları ve Rehberi. 2. Uluslararası 5. Ulusal Kültürlerarası Hemşirelik Kongresi. 31 Ekim-1 Kasım 2019. Bursa.
- Tortumluoğlu, G., Okanlı, A. & Özer, N. (2004). Hemşirelik bakımında kültürel yaklaşım ve önemi. Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi, 1303-5134.
- Yorulmaz, D. S., & Karadeniz, H. (2021). Farklı Kültürel Uygulamaların Sağlığa Etkisi. Türkiye Klinikleri Journal of Nursing Sciences, 13(2).
- Zorel, F. İ. (2014). Uluslararası işletme çalışanlarının sahip olması gereken niteliklerden biri olarak kültürlerarası yetkinlik. Journal of International Social Research, 7(30), 122-135.

CHANGES IN BODY TEMPERATURE IN THE NEWBORN: NURSING APPROACHES IN HYPOTHERMIA

YENİDOĞANDA BEDEN ISISINDA DEĞİŞİM: HİPOTERMİDE HEMŞİRELİK YAKLAŞIMLARI

Burcu Korkmaz^{1*}, Durdu Fatma Uğur², Atiye Karakul³, Duygu Sönmez Düz kaya⁴

¹⁻⁴Tarsus University, Department of Nursing, Mersin

¹ ORCID ID:0009-0006-5148-3569, burcubeklenickorkmaz@gmail.com

² ORCID ID:0009-0004-2183-0668, d.fatmaugur@gmail.com

³ ORCID ID:0000-0001-6580-9976, atiyekarakul@gmail.com

⁴ ORCID ID:0000-0002-1463-0674, duygusduzkaya@tarsus.edu.tr

* Corresponding Author

Abstract

The placenta is the best heat regulator in the womb. After the baby is born, this mechanism disappears and the baby's temperature decreases. The newborn, who is in an environment of 37°C in the mother's womb, finds himself in an environment with a temperature less than 10°C with the birth. If the child is born with a birth weight of less than 1 kilogram, the child's body temperature drops by 1°C in 5 minutes. The risk of death increases by 28% for every °C below 36.5°C. If there is a problem in the respiratory system of the newborn, the risk of hypothermia is high. "Neonatal hypothermia is defined as core body temperature below 36.5°C". Flicker-free heat generation needs oxygen to metabolize brown fat. On the other hand, the ability of the newborn with hypoxia to produce heat is very reduced. In the newborn with growth and development retardation, the cardiovascular response is absent for 1-3 days. Therefore, they do not have a thermal response capability. Prolonging the duration of the newborn's vital signs and treatment may make it difficult to maintain the baby's body temperature. Term babies shrink their surface area by moving into the fetal position to reduce their surface area. Preterm and hypotonic babies cannot regulate their position. The fact that the newborn, whose transfer needs to take place, cannot be transferred under appropriate conditions also causes heat loss. In such cases, the neonatal nurse aims to control hypothermia with their approach. In this context, with this study, it is aimed to provide information about the management of hypothermia, which is an important condition to be considered in the newborn.

Keywords: Hipotermia, Newborn, Nurse.

1. Giriş

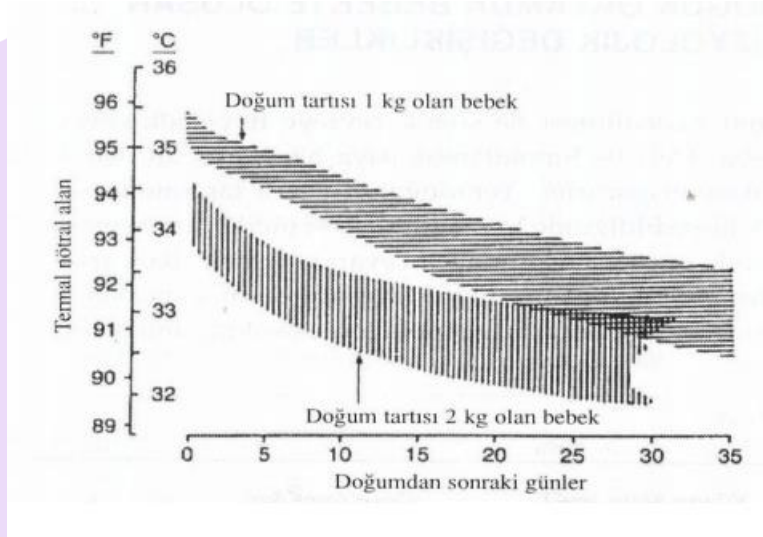
Termoregülasyon; ısı oluşumu ve kaybı anında dengenin sağlanmasıdır (Görek ve Dağoğlu, 2008:179). Yenidoğanın doğumu ile ısı yapımı ve kaybı dengelenmiştir. Fakat çevrenin sıcaklığı az ya da çok olduğunda yenidoğanın ısı dengesi bozulur. Çevrenin sıcaklığını bebeğe göre ayarlamak gerekir. Bu uygun çevre sıcaklığı ise termal nötral alan olarak tanımlanır (Görek ve Dağoğlu, 2008:179). Anne karnında normal sıcaklık aralığında olan fetus doğduktan sonra soğuk stres ile karşılaşır (Conk ve ark., 2013). Soğuk stres maruziyetin de vücut sıcaklığının azalması, bebeğin metabolik isteklerini çoğaltarak; sepsis, asfiksi, solunum sıkıntısı gibi sorunları ortaya çıkardığı için ısı yapımının ve kontrolünün sağlanması önemlidir (Tessema ve ark., 2022). Kontrolün sağlanmasını zorlaştıran birçok faktör vardır. Bunlar, ısı yapımını düzenleyecek olan sinir sistemi ve kardiyovasküler sistem gibi sistemlerin henüz tam gelişmemiş olması, titremesiz ısı üretimini sağlayan kahverengi yağ dokularının yetersiz olması, cildinin deri altı yağ dokusunun zayıf olması, yenidoğanın kilosuna göre olan yüzey alanının yetişkine oranla fazla olması (Conk ve ark., 2013). Yenidoğanın vücut ısısının kontrol altında tutulmaması ciddi sorunlara yol açabileceğinden hemşirelik yaklaşımları bu sorunların önüne geçilebilmesi açısından önem taşır (Gergin ve Atansay, 2023).

2. Yenidoğanda Isı Kontrolünün Önemi, Çevre Sıcaklığının Kontrolü

Anne karnında plasenta en iyi ısı düzenleyicisidir (Görek ve Dağoğlu, 2008:179). Bebek doğduktan sonra bu mekanizma ortadan kalkar ve bebeğin ısısı azalır. Anne karnında 37°C olan bir ortamda iken doğum gerçekleşmesi ile bebek kendisini 10°C daha az sıcaklıkta olan bir ortamda bulur. Bebek 1 kilogramdan daha az doğum ağırlığında doğmuş ise çocuğun vücut sıcaklığı 5 dk'da 1°C düşer (Görek ve Dağoğlu, 2008:180). 36.5°C altına inen her °C'de ölüm riski %28 artmaktadır (Oygür ve ark. 2021:9). Isı azalması en çok yayılım, ısınım, amniyon sıvısının tenden evaporasyonu ile gerçekleşir (Görek ve Dağoğlu, 2008:180).

Doğum Salonu Yönetimi Rehberine göre Doğum odasının ısısı 23-25°C olmalı, radyant ısıtıcı doğum öncesi açık olmalıdır (Oygür ve ark., 2021:9)

Resüsitasyon ihtiyacı ile doğan yenidoğan yatağın 60 cm üzerine 400 wattlık ısı kaynağı altına alınır. Sağlıklı doğan ise ısıtılmış havlu ile kurulanır, giydirilir, beresi takılır, sarılır ve termal nötral alanda bebek kota alınır. Termal nötral alan; çevre sıcaklığının uygun olduğu dar bir ısı aralığıdır (Görak ve Dağoglu, 2008:180). Çevre sıcaklığının normal sınırlarda olması yenidoğanın yaşamı için temel faktörlerdendir. Bu normal sınırlarda yenidoğanın metabolizma hızı en az seviyededir, enerjisini ısı kontrolü için harcamak yerine büyüme ve gelişmesi için harcamış olur (Görak ve Dağoglu, 2008:180).



Şekil 1. Nötral Termal Çevre Sınır Aralıkları(Görak ve Dağoglu,2008:181).

2.1. Hemşirelerin Nötral Termal Çevre Sağlaması için Yapması Gerekenler

- Hemşireler sıcaklık kontrolünün fiziki etkilerini bilmelidir.
- Isı üretimine ve kaybına neden olan faktörleri ortamdaki kaldırmalıdır.
- Vücut sıcaklığını olması gereken düzeyde (36,5-37,5°C) tutmak için çevresel faktörleri ayarlamalıdır(Görak ve Dağoglu,2008:181).

Tablo1. Isı Üretimini Arttıran ve Azaltan Faktörler(Görak ve Dağoglu, 2008:181)

Isı Yapımını Arttıran Durumlar	Isı Yapımını Azaltan Durumlar
Yenidoğanın Uyanık Olması	Derin Uyku Hali
Haraketli Olması	Asfiksi, Hipoksi
Sindirim	Açlık
Büyüme	Malnütrisyon
Kalp Yetmezliği	Hipotiroid
Teofilin vb kullanımı	Klorpromazin vb kullanımı

2.2. Yenidoğanların Isı Kontrolünü Sağlayamama Nedenleri

2.2.1. Yenidoğanın Bakımının Uzaması

Yenidoğanın yaşam bulguları alınırken, tedavi uygulanırken sürenin uzaması bebeğin vücut ısısının korunmasını zorlaştırabilir. Hemşire, uygulamaların öncesinde vücut sıcaklığını kontrol etmeli, düşük olan durumlarda çok acil değilse vücut ısısının yükselmesini beklemelidir. Acil olan durumda ise bebek monitörize edilip ısı kaynağı altında girişim yapılır (Görak ve Dağoglu, 2008:181).

2.2.2. Yenidoğanın Yüksek Vücut Isısına Verdiği Cevabının Sınırlılığı

Çevrenin ısısı arttıkça yenidoğanın vücut sıcaklığı da artar. Kontrolsüz eksternal sıcaklık kaynağı kullanılan durumlar da buna neden olabilir. Deri fazla ısındığında yüzeysel kan damarları genişler. Daha fazla vücut sıcaklığı arttığında ise konvülziyon akabinde ölüm meydana gelebilir. Bu riskler nedeni ile çevre ısısı kontrol aralığında olmalıdır (Görak ve Dağoglu, 2008:181).

2.2.3. Sıvı Kaybını Arttıran Nedenlerin Varlığı

Yenidoğanın deri geçirgenliğinin fazla olması, fototerapi, radyant ısıtıcı kullanımı, güneşe maruz kalma, kıyafetinin ve örtüsünün kalın olması sıvı azalmasına sebep olur. İshal ve kusma da sıvı kaybına ve akabinde vücut sıcaklığında değişikliklere neden olur (Görak ve Dağoglu, 2008:182).

2.2.4. Prenatal, postnatal dönemde veya doğum anında nörolojik yıkım oluşması, analjezik ve anestetik ilaç kullanımı

Yenidoğanlarda ısı kontrol merkezinin hasar görüp düzensizleşmesi nedeni ile hipoksi meydana gelir. Vücuttaki kan damarlarında daralma ya da genişleme meydana gelebilir (Görak ve Dağoğlu, 2008:182).

2.2.5. Düşük Doğum Ağırlığı

Düşük doğum ağırlığında olan bebekte uterusu iken hipoksi meydana gelmiş olabilir. Bebek merkezi sinir sistemi deprese olmuş şekilde doğar ve ısı merkezi hasar görmüş olur (Görak ve Dağoğlu, 2008:182).

2.3. Yenidoğanda Isı Kaybı Nedenleri

Sağlıklı yeni doğanların vücut sıcaklıkları, yetişkinlerin vücut sıcaklıklarına yakın seyreder. Ancak bazı sebepler ciddi ısı kaybına neden olur. Bu durumlar aşağıdaki şekilde özetlenebilir (Görak ve Dağoğlu, 2008:182-183).

- Yenidoğanda vücut alanının vücut kg'na oranı yetişkinlere göre daha fazladır. Zamanında doğanlarda vücut kg'na göre vücut alanı üç kez, zamanından önce doğanlarda dört kez fazladır. Yani ısıyı yayan bölge vücut ağırlığına oranla geniş ve incedir. Kilogramı 1000 gramdan daha az olan bebekte ısı kaybedilen bölge yetişkine oranla 5-6 kat daha fazladır.
- Pretermelerde deri ince olduğu için ısı kaybına karşı gerekli bariyer oluşturulamaz.
- Yenidoğanın vücut alanı minik olduğundan gerekli ısı rezervi oluşturamaz.
- Zamanında doğan bebekler yüzey alanlarını küçültmek için cenin pozisyonuna geçerek alanlarını küçültürler. Preterm, hipotonik bebekler pozisyonlarını düzenleyemezler. Hemşireler örtü ve yastık ile destek oluşturarak pozisyon verip yüzey alanlarını küçültmelerine yardımcı olurlar.
- Kahverengi yağ dokusu ve glikojen depoları yeterli olmayan prematüre ve düşük kilogramlı bebeklerde deri altı fasya tabakası azdır. Merkezi sinir sistemi gelişmemiş olduğu için cevap eksik ya da yoktur.
- Cerrahi girişimler için ameliyathane odası ısı kaybına neden olur.
- Solunum sıkıntısı, sepsis, hipoglisemi oksijen tüketimini çoğaltır, vücudun sıcaklığını devam ettirme durumu zarar görür.

Transferi gerçekleşmesi gereken yenidoğanın uygun koşullarda transfer edilememesi durumu da ısı kaybına neden olur. Transfer öncesi vücut sıcaklığı stabil olmalı, işlem transfer küvözü ile yapılmalıdır. Transfer süresince vücut sıcaklığının 30dakikada bir kontrolü yapılmalıdır (Görak ve Dağoğlu,2008:181-183).

2.4. Isı Kaybettiren Yollar

2.4.1. Radyasyon (Işıma)

Işınlama ile olur. %60 ısı bu yol ile kaybedilebilir. Yenidoğanı çevreleyen alan soğuksa ısı daha çok aktarılır (Boxwell, 2016:93). Radyant ısıtıcı altına alındığında süreç tersine döner. Buharlaşma ile ısı kaybı, pencere duvar gibi ısıyı az yerlerden uzaklaştırılarak, ısısı 25°C olan doğumhanede doğum yaptırılarak ve çift duvarı olan küvöz kullanılarak engellenebilir (Boxwell, 2016:93).

2.4.2. Kondüksiyon (İletim)

Yenidoğan, derisi ile temasta olan her yerden iletim yolu ile ısı kaybı yaşar. Bu durum yüzey gereçlerinin sıcaklığına bağlı olarak değişir. Örneğin, yenidoğan ısıtılmış örtü ile sarılırsa iletim ile ısı kaybı yaşanmaz (Görak ve Dağoğlu, 2008:184).

2.4.3. Evaporasyon (Buharlaşma)

Havanın nem oranına bağlı olarak vücut alanından ve solunum yolu mukozasından olan ısı kaybıdır. Zamanında doğmuş bebekte ısı yanıtı terleme ile olur. Doğum sonunda bebeği hemen kurulayarak, 30. haftanın altında doğanlar için küvöz nemi açarak ve polietilen streç örtü kullanarak buharlaşma ile ısı kaybı azaltılabilir (Boxwell, 2016:93).

6.1.1. Konveksiyon(Yayılm)

Yenidoğandan havaya ısı kaybı şeklinde oluşmaktadır. Çevre sıcaklığının bebeğin deri sıcaklığından daha az olduğu durumlarda ve fazla hava akımı olan durumlarda olur. Bebeğin ince plastik örtü ile sarılması kaybı azaltır (Görak ve Dağoğlu, 2008:184).

3. Hipotermi

- “Neonatal hipotermi, 36,5°C'nin altındaki çekirdek vücut sıcaklığı” olarak tanımlanır(Tessema ve ark., 2022).
- Hafif hipotermide vücut sıcaklığı: 36-36,4 °C
- Orta derece hipotermi vücut sıcaklığı: 32-35,9°C
- Şiddetli hipotermi (soğuk stres) vücut sıcaklığı: <32 °C

Yenidoğanın solunum sisteminde sorun var ise hipotermiye girme riski yüksektir. Titremesiz ısı üretimi, kahve rengi yağı metabolize etmek için Oksijene ihtiyaç duyar. Hipoksida olan yenidoğanın ısı ortaya çıkarma yeteneği çok azalmıştır(Boxwell, 2016:96).

Büyüme ve gelişme geriliği olan yenidoğanda ise kardiyovasküler cevap 1-3 gün yoktur. Bu nedenle termal cevap verme yetenekleri yoktur (Boxwell, 2016:97).

3.1. Hipotermi Belirtileri

İlk yanıt vazokonstriksiyondur. Hipotermik yenidoğan huzurlu değildir, letarjik hali vardır. Emmesi zayıf, karnı gergindir. Kusma görülebilir. Cilt rengi kırmızı ve serindir. El ve ayaklarda ödem olabilir, devam ederse siyanoz ve solunum sıkıntısı görülür. Dokularda oksijensizlik devamında metabolik asidoz gerçekleşir. Hipotermi devamında apne, bradikardi, oliguri ve şok tablosu ile karşılaşılır. İntrakraniyal kanama görülebilir(Görak ve Dağoğlu, 2008:186).

Hipotermi ağır seyrediyor ise yenidoğanın çabuk ısıtılması apneye neden olur. Saatte 0,5 °C ile 1°C arasında yavaşça ısıtılması ve her 30 dakikada bir ölçüm yapılması gerekir(Görak ve Dağoğlu,2008:186).

4. Hipoterminin Önüne Geçmek için Hemşirelik Girişimleri

- Doğum anında en çok ısı kaybı deriden amniyon sıvısının evaporasyonu ile olur. Önceden ısıtılmış havlu ile kurulamak giydirmek, varsa ısı yatağı kullanmak, stetoskop ucunu, termometreyi ve ellerini ısıtmak
- İletim ve ışıınım yolu ile kaybı azaltmak için ten tene teması sağlamak
- Yenidoğanın yatacağı yeri yatmadan önce ısıtmak
- 28 ile 31. gebelik haftasında doğan pretermilerin evaporasyon ile ısı kaybını %50 azaltmak için giyinmiş halde kütüklerinde tutmak
- Bebeğe başlık takmak önerilmektedir.
- Birçok kurum doğum ardından bebeği yıkasa da ısı kaybına neden olacağı için vücut sıcaklığının stabil olması beklenir
- 1500 gramdan az kiloda olan bebeklerde ısı kaybını önlemek için besinin sıcaklığı 37 °C civarına getirmek

Doğum odasında bebeğin giydirilmemesi gereken durumlar ile karşı karşıya kalındı ise;

- Oda ısıtılır personel sıcaklıktan rahatsız olacak ise kütük ısıtılır ya da önceden açılmış radyant ısıtıcı altına alınır
- Solunum güçlüğü yaşıyorsa sıcak nemli oksijen uygulanır
- Kan glikoz seviyesi sıklıkla yakından izlenir.

5. Yenidoğanda Vücut Isısını Koruma Yolları

Yenidoğanın vücut ısısının korunma yolları 3 ayrı başlık altında incelenebilir.

5.1. Radyant Isıtıcı

Durumu stabil olmayan veya çıplak durumda olan bebeklerde ısının korunmasında radyant ısıtıcı kullanılır. Verilen ısı çocuğun kaybettiği ısıya eşit olmalıdır. Radyant ısıtıcı kullanımında kütüğe oranla %40-50 daha fazla sıvı kaybı olmaktadır(Çağlar,2011:16). 500W/m²'yi aşmayacak güçteki radyant ısıtıcı ile bebek arasındaki mesafe 90 cm olmalıdır. Bebekteki ısı kaybı denetimi servo-kontrol yoluyla veya cilde dokunarak elle yapılabilir. Elle yapılacak kontrollerin yanlış sonuçlar verebilmesi sebebiyle ölçümlerin servo-kontrol deri ölçüm araçlarıyla yapılması daha net sonuçlar verecektir. Bu araçların ısı kaynaklarından uzak tutulması net ölçüm yapılabilmesi için önem arz etmektedir. Radyant ısıtıcı ile vücut ısı korunmak istenen bebeklerde doğum kilosuna göre belirlenen karın derisi ısıları aşağıdaki tabloda verilmiştir(Görak ve Dağoğlu,2008:187).

Tablo 2. Radyant ısıtıcı altındaki bebekler için önerilen karın derisi ısıları

DOĞUM TARTISI	KARIN DERİSİ ISISI(°C)
1000 g altı	36,9
1000-1500 g	36,7
1501-2000 g	36,5
2001-2500 g	36,3
2500 g üstü	36,0

Çok fazla girişime ihtiyaç duyulan yoğun bakım ünitelerinde yatan bebeklerde radyant ısıtıcı kütüğe göre daha fazla kullanılmalıdır.

5.2. Kütük

Kütük, kontrollü bir şekilde sıcak hava ile ısıtılmış kapalı ortamlardır. Bebekte ısı kontrolünü sağlamak ve ısı kaybını önlemek için kullanılır. Kütük odaların kapısından güneş ışığından, pencere önlerinden uzağa konumlandırılmalıdır. Nemi yaklaşık olarak %50 civarında olmalıdır(Görak ve Dağoğlu,2008:186).

Tablo 3.Doğum tartısına göre normal kütük ısıları

DOĞUM TARTISI	35°C	34°C	33°C
1000-1500 gr	10 gün	10 günden sonra	3 haftadan sonra
1500-2000 gr		10 gün	10 günden sonra
2000-2500 gr		2 gün	2 günden sonra
2500 gr üzeri			2 gün

5.3. Diğer Yöntemler

Vücut sıcaklığını normal aralıklarda tutabilmek için ısıtılmış pedler, ısıtılmış su yatakları daha risksiz prematürlerde kullanılabilir.

Kundaklama gözlemi ve radyant ısıtıcı etkisini olumsuz etkilediği için önerilmemektedir.

Ten tene temas (kanguru bakımı) kullanılabilir. Yenidoğan çıplak ancak başlığı takılı şekilde anne ya da babanın çıplak göğsüne yerleştirilir. İkisi bir battaniye ile örtülür. Yenidoğanın deri ve vücut içi sıcaklığı stabilitesi korunur (Görak ve Dağoğlu,2008:186).

6. Hipoterminin Önlenmesinde Kanıta Dayalı Uygulamalar

Yenidoğanın doğumdan sonra yaşadığı hipoterminin önemli bir sorun olarak devam ettiği, önerilen uygulamaların; kuru havlu ile kurulamak, battaniyeyi ısıtmak, radyant ısıtıcı altında bakım vermek yapılsa dahi hava akımı ve evaporasyon nedeni ile normal vücut sıcaklığına ulaşmanın çaba istediği ve bu yüzden plastik örtü kullanımının etkili ve verimli bir yöntem olduğu önerilmektedir(McCall ve ark,2018; Li ve ark., 2016).

Yenidoğanın dünyaya geldiği ilk 1 saat oldukça kritiktir. Hayati risk taşıyan yenidoğanın vücut sıcaklığının normal aralıklarda tutulabilmesi önemlidir. Hipoterminin önlenmesinde ise yapılan tanımlayıcı çalışmada Polietilen plastik sargı kullanımı önerilmektedir(Jai ve ark., 2022). Benzer ve polietilen torbanın karşılaştırıldığı bir başka çalışmada ise suyun evaporasyonunu azaltıp ısının düşmesini önleyen en etkin yöntemlerin plastik örtüler ve yün şapka kullanımı olduğu vurgulanmıştır (Possidente ve ark, 2023).

Kösa ve Çınar (2014) tarafından uygulanan çalışmada doğum salonunda dünyaya gelen bebekleri plastik örtü kullanarak sarmalamanın vücut ısısını 1 derece arttırdığı tespit edilmiştir.

Doğumdan sonra erken dönemde emzirmeye başlanması ve ten tene temasın hipotermiyi önlemede etkili olduğu Demissie ve ark. (2018) tarafından vurgulanmıştır.

Yenidoğan hipotermisinin küresel bir risk olduğunu alanında uzman hemşirelerin yaklaşımları ve doğru tıbbi kayıt tutmanın önemi ile yenidoğanın sağkalımına etki etmektedir (Muhindo ve ark., 2023). Benzer bir çalışmada (Beletew ve ark., 2020) erken dönemde emzirmeye başlanmasına ve özellikle gece doğumlarına dikkat edilmesini tespit etmiştir. Bir başka çalışmada ise sezeryen doğumlarda yenidoğan hipotermisi riskinin yüksek olarak bulunduğu ve neden olan etmenleri bulmak için daha kapsamlı araştırma yapılması önerilmektedir (Patel ve ark., 2022).

6.1. Yenidoğanda Isı Ölçümü

Normal vücut ısısı 36,6-37,5°C aralığındadır. Rektal yoldan ölçülen vücut sıcaklığının >38 °C olması ateşin varlığını ifade eder. Gereksizce kullanımı önerilmemektedir. Yenidoğanın immün sisteminin tam gelişmemiş olması, ateşin önem derecesini arttırmaktadır. Ebeveyn ya da bebeğe bakan kişi tarafından evde fark edilen ateş durumunda, ateşli olarak kabul edilip gerekli tetkik ve tedavi hızlıca yapılmalıdır. Bebeğin kıyafetleri fazla kalın ve kundaklanmış ise fazla kıyafet ve sarılı olduğu örtü çıkarılır 15 ila 30 dk sonra vücut ısısı tekrar ölçülür(İmamoğlu,2019:201). *“Rektal ölçüm öncesi bebek yüzükoyun yatırılır, bir el ile bebeğin bel bölgesi sabitlenirken, ucuna kayganlaştırıcı jel sürülmüş termometre anüs açıklığından yavaşça yaklaşık 2 cm kadar içeri itilmeli, termometre 2. ve 3. parmaklar arasında tutulurken avuç içi ile bebeğin gluteal bölgesi desteklenmeli ve 2 dakika beklendikten sonra termometre çıkarılarak vücut sıcaklığı okunmalıdır”*(İmamoğlu,2019:201).

Aksiller bölge ölçümünde vücut ısısının rektal ölçüme göre 1°C civarında düşük çıktığı ve timpanikten yapılan ölçümde %30-40 oranında ateşli bebeğin gözden kaçırılabilceği bilinmelidir (İmamoğlu,2019:201). Preterm bebekte koltuk altında 3 dk, term bebekte en az 5 dk tutulmalıdır. Term bebekte 36,5°C ile 37,5°C; preterm de 36,3°C ile 36,9°C arasındadır(Dağoğlu ve Görak, 2008:191).

7. Sonuç

Hipotermi, yenidoğan döneminde sık karşılaşılan bir sorundur. Yenidoğanın sistemlerinin immatür olması nedeniyle hipoterminin takibini yapılması oldukça önemlidir. Yenidoğanların korunabilmesi adına, hipoterminin önlenmesi ve hipotermi gelişmemesi için gerekli hemşirelik girişimlerinin uygulanması önerilmektedir.

8. Referanslar

Beletew B, Mengesha A, Wudu M, Abate M. Prevalence of neonatal hypothermia and its associated factors in East Africa: a systematic review and meta-analysis. BMC Pediatr. 2020 Apr 3;20(1):148. doi: 10.1186/s12887-020-02024-w. PMID: 32245438; PMCID: PMC7118870.

Boxwell, G.,(2016) Yenidoğan Yoğun Bakım Hemşireliği, Nobel Yayınevi, Ankara, s.259-287.

Conk Z, Başbakkal Z, Bal -Yılmaz H, Bolışık B.Pediatric Hemşireliği.1. Baskı. Ankara. Akademisyen Kitapevi; 2013. S291-292

Çağlar, S.,(2011). Preterm Bebeklerde Doğum Sonrası Gelişen Hipotermiyi Önlemeye Yönelik Uygulanan Girişimlerin Etkinliği, Doktora Tezi, İstanbul,s.16.

Dağoğlu,T., Görak, G.(2008) Temel Neonatoloji ve Hemşirelik İlkeleri, Nobel Tıp Kitabevi, Ankara, s.179-219.

Demissie, B.W., Abera, B.B., Chichiabellu, T.Y. et al. Neonatal hypothermia and associated factors among neonates admitted to neonatal intensive care unit of public hospitals in Addis Ababa, Ethiopia. BMC Pediatr 18, 263 (2018). <https://doi.org/10.1186/s12887-018-1238-0>

- Gergin, A., & Atansay, B. (2023). Yenidoğan Hemşireliğinde Hipotermi Ve Kanıta Dayalı Uygulamalar. Sağlık & Bilim 2023: Çocuk Hemşireliğinde Kanıta Dayalı Uygulamalar, 7.
- Jani, P., Mishra, U., Buchmayer, J. *et al.* Thermoregulation and golden hour practices in extremely preterm infants: an international survey. *Pediatr Res* 93, 1701–1709 (2023). <https://doi.org/10.1038/s41390-022-02297-0>
- Kösa, E. & Çınar, N. (2014). Prematüre Bebeklerde Hipoterminin Önlenmesi: Plastik Örtü Kullanımı. Balıkesir Sağlık Bilimleri Dergisi, 3 (3), 161-165. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/balikesirsbd/issue/38433/452229>
- Li S, Guo P, Zou Q, He F, Xu F, Tan L. Efficacy and Safety of Plastic Wrap for Prevention of Hypothermia after Birth and during NICU in Preterm Infants: A Systematic Review and Meta-Analysis. *PLoS One*. 2016 Jun 9;11(6):e0156960. doi: 10.1371/journal.pone.0156960. PMID: 27281027; PMCID: PMC4900561.
- McCall EM, Alderdice F, Halliday HL, Vohra S, Johnston L. Interventions to prevent hypothermia at birth in preterm and/or low birth weight infants. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2018, Issue 2. Art. No.: CD004210. DOI: 10.1002/14651858.CD004210.pub5. 12 Temmuz 2023 tarihinde erişildi.
- Muhindo MK, Bress J, Armas J, Danziger E, Wu A, Brewster RCL. The utilization of clinical decision support tools to identify neonatal hypothermia and its associated risk factors: A prospective observational study. *PLOS Glob Public Health*. 2023 Feb 9;3(2):e0000982. doi: 10.1371/journal.pgph.0000982. PMID: 36962972; PMCID: PMC10022021.
- Oygür,N.,(2021). Doğuma Hazırlık,(E. Koç vd. Editörler) Doğum Salonu Yönetimi Rehberi 2021 Güncellemesi, Güneş Tıp Kitabevi, Ankara, s.9.
- Patel M, Ramagaga N, Kruger D, Lehnerdt G, Mansoor I, Mohlala L, Rendel D, Zaheed F, Jordaan M, Mokhachane M, Nakwa FL, Mphahlele R. Hypothermia in neonates born by caesarean section at a tertiary hospital in South Africa. *Front Pediatr*. 2022 Dec 6;10:957298. doi: 10.3389/fped.2022.957298. PMID: 36561484; PMCID: PMC9763723.
- Possidente ALC, Bazan IGM, Machado HC, Marba STM, Caldas JPS. Evaluation of two polyethylene bags in preventing admission hypothermia in preterm infants: a quasi-randomized clinical trial. *J Pediatr (Rio J)*. 2023 May 10:S0021-7557(23)00055-4. doi: 10.1016/j.jped.2023.04.004. Epub ahead of print. PMID: 37172616.
- Tessema T, Asena TF, Alemayehu MM, Wube AM. Risk factors for neonatal hypothermia at Arba Minch General Hospital, Ethiopia. *PLoS One*. 2022 Dec 22;17(12):e0267868. doi: 10.1371/journal.pone.0267868. PMID: 36548275; PMCID: PMC9778974.
- World Health Organization, (1997). Thermal protection of the newborn: a practical guide (No. WHO/RHT/MSM/97.2). World Health Organization.
- Yalın İmamoğlu, E. (2018). Yenidoğanda Ateş ve Hipotermiye Yaklaşım. *Klinik Tıp Aile Hekimliği*, 10 (4), 0-0. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ktah/issue/47239/593583>

DESIGN OF SOLVENT BASED ROTOGRAVURE WHITE INK FOR PET-G MATERIAL IN HYBRID PRINTING MACHINE THAT CAN BE COMPATIBLE WITH OFFSET INKS

Bora Ocak¹, Bahman Mansurzade², Emine Topaloğlu³, Şebnem Yıldız⁴, Halide Sesli⁵, Canan Uraz^{6*}

¹⁻⁶ Ege University, Faculty of Engineering, Chemical Engineering Department, Turkey

¹ ORCID ID:0009-0008-9237-6561, ocak.bora@yahoo.com

² ORCID ID:0009-0009-8007-3683, bahman.mansurzade@gmail.com

³ ORCID ID:0009-0002-0743-8702, emine.24.topaloglu@gmail.com

⁴ ORCID ID:0009-0004-3850-4818, Sebnem.Yildiz@sunchemical.com

⁵ ORCID ID:0009-0001-8947-2893, halide.sesli@ sunchemical.com

⁶ ORCID ID: 0000-0002-9072-1420, canan.uraz@ege.edu.tr

* Corresponding Author

Abstract

This study aims to develop a solvent-based rotogravure white ink that can adapt to offset inks for Polyethylene Terephthalate Glycol-modified (PET-G) material in hybrid printing machinery. Five different ink recipes were prepared and analyzed, considering parameters such as solvent type, resin addition, varnish type, additive type, and titanium dioxide addition. The inks were tested using viscosity and gloss tests, a coefficient of friction test, and a tetrahydrofuran test, performed at SunChemical Aliğa campus laboratory. The results showed the R3 formulation to be the most resistant to the tetrahydrofuran test, making it the most suitable ink formulation. Although the R3 formulation's viscosity value is lower than desirable, its overall effectiveness justifies future research towards its improvement.

Keywords: Hybrid printing, Rotogravure white ink, PET-G, Ink formulation, Tetrahydrofuran test.

1. Introduction

The printing industry has experienced rapid advancement, providing a variety of printing methods suitable for different types of materials. With the introduction of hybrid printing, there is an increased demand for adaptable inks that can perform across multiple platforms. One such challenge lies in the development of a solvent-based rotogravure white ink that can adapt to offset inks for Polyethylene Terephthalate Glycol-modified (PET-G) material in hybrid printing machinery (Oliveira, Correia, Castro, Martins, & Lanceros-Mendez, 2018).

PET-G is a popular choice for product packaging due to its clarity, impact resistance, and chemical resistance. However, ensuring the adherence and durability of ink on this material can be challenging, and the need for specialized inks that can maintain their integrity during the hybrid printing process is pressing.

This study focuses on the design and analysis of five different ink formulations to determine the most efficient and suitable for hybrid printing on PET-G material. Parameters considered in the formulation included solvent type, resin addition, varnish type, additive type, and titanium dioxide addition. The inks underwent viscosity and gloss tests, a coefficient of friction test, and a tetrahydrofuran test, a chemical commonly used in body sleeve dressings, to observe their performance and resistance. The findings of this study provide significant insights into the formulation of inks for the hybrid printing process, potentially contributing to improved production efficiency and label quality in the flexible packaging industry.

2. Materials and Methods

In this experimental study, it is aimed to design solvent-based rotogravure white ink that can adapt to offset inks for PET-G material in hybrid printing (offset + rotogravure + flexo) machine. This study was carried out in various stages, including the preparation of different white ink recipes, the analysis of the prepared recipes, and the tetrahydrofuran test to observe whether the ink dissolves with the appropriate formulation and solvent vapor.

To determine the best formulation of the desired white ink, 5 different recipes were prepared using different parameters and experimental studies were carried out. In the study, the effects of solvent type, resin addition, varnish type, additive type and titanium dioxide addition were investigated. Inks have been prepared in line with these parameters. The prepared ink formulations are shown in Table 1.

Table 1: Contents of ink samples

	R1	SM01	SM04	R2	R3
Nitro Varnish-A	19.00	15	25	13.4	-
Nitro Varnish-B	-	-	-	-	9.5
PU1	-	15	-	-	-
PU2	-	-	11	-	-
PU3	6.00	-	-	5	4-6
Co resin varnish 1	7.30	-	-	-	-
Co resin varnish 2	5.00	-	-	-	-
Accelerator solvent	-	24.35	26	28.1	5.3
Slow solvent 1	2.60	-	-	-	-
Slow solvent 2	8.00	-	-	-	-
Slow solvent 3	-	-	-	-	37.7
White pasta 1	44.60	-	-	-	-
White pasta 2	-	39.15	34	-	-
Co resin varnish 3	-	1.5	-	-	-
Ketone varnish	-	5	-	6	9
Slip additive 1	-	-	1	3.5	1.1
Plasticizer	1.00	-	-	-	-
Wax-1	2.50	-	3	-	-
Wax-2	2.00	-	-	-	-
Slip additive 2	1.00	-	-	-	1
Adhesion additive	1.00	-	-	3	2
Titanium dioxide	-	-	-	39	27
Alkyd resin	-	-	-	2	1.8
Slip additive 3	-	-	-	-	1

The application of the prepared ink formulations on PET-G material was carried out in the R&D laboratory of the Sun Chemical factory, Aliğa campus.

After cutting equal lengths of PET-G material, they were fixed on a thick wooden layer and made suitable for ink application. While the PET-G material was placed on the layer, care was taken to ensure that the corona treated surface was on the upper side. Corona is a technique of applying electron bombardment to the surface to ensure the adhesion of printing inks and other coating materials to synthetic and metal surfaces. This technique is very important in terms of the adhesion of the materials applied to the surface. In order to understand which surface of the material to be printed is corona, it can be checked whether the ink adheres to the surface by using the corona pen. During the study, the coronal surface of the PET-G material was determined by using a corona pen. After corona surface detection, ink formulations were applied sequentially on PET-G material. With the help of a spatula, a small amount of ink was taken, poured into a thin line on the PET-G material, and pulled from top to bottom with a 0- and 2-degree rod. During the study, first of all, all inks were applied to the PET-G material one by one. In order to be able to compare later, the ink with the R2 formulation was chosen as a reference and applied to the PET-G material reciprocally.

3. Experimental Study

3.1. Viscosity Test

The viscosity test is one of the important tests that 5 different ink formulations are subjected to. In the paint industry, the viscosity of the paint plays an important role in wet-on-wet application. Knowing the viscosity value helps us to know in advance how the paint will spread on the product packaging in the production flow and to make an appropriate application. High viscosities are generally undesirable because their transfer to the surface can be slow and problematic in the production flow, while low viscosity values can in some cases create visual deficiencies in printing or adhesion problems (Schwab et al., 2020).

In our project, this experiment was carried out using viscosity flow cups. The test was carried out in the SunChemical Aliğa campus laboratory. In general, it has been stated that the value range of 20-40" is appropriate in the sector, and due to the tests performed, no samples outside this range have been seen, except for the R1 sample.

3.2. Gloss Test

Gloss is a visual perception formed by the reflection of surfaces. The perception of brightness is much more pronounced depending on how directly the light is reflected. The opacity test is one of the scales that visually reflects the quality of the product packaging (Guzman-Puyol, Benítez, & Heredia-Guerrero, 2022). The test was carried out in the SunChemical Aliğa campus laboratory. BYK micro-TRI type gloss meter was used to make the measurements. The device considers the absorption and refraction of light as its operating principle. The gloss meter used in the test is shown in Figure 1.



Figure 1: BYK micro-TRI glossmeter

In these devices, the refraction of light is measured in Luminance Unit (GU). For the tests, the device was commanded to emit light at an angle of 60°. In the test results, the lowest value was 28.5 GU for R2, and the highest value was 66.0 GU for SM 01. Other values are reflected on the device as an average of 45 GU. Figure 2 shows the gloss values of SM01 and SM04 ink formulations with #2 bar.

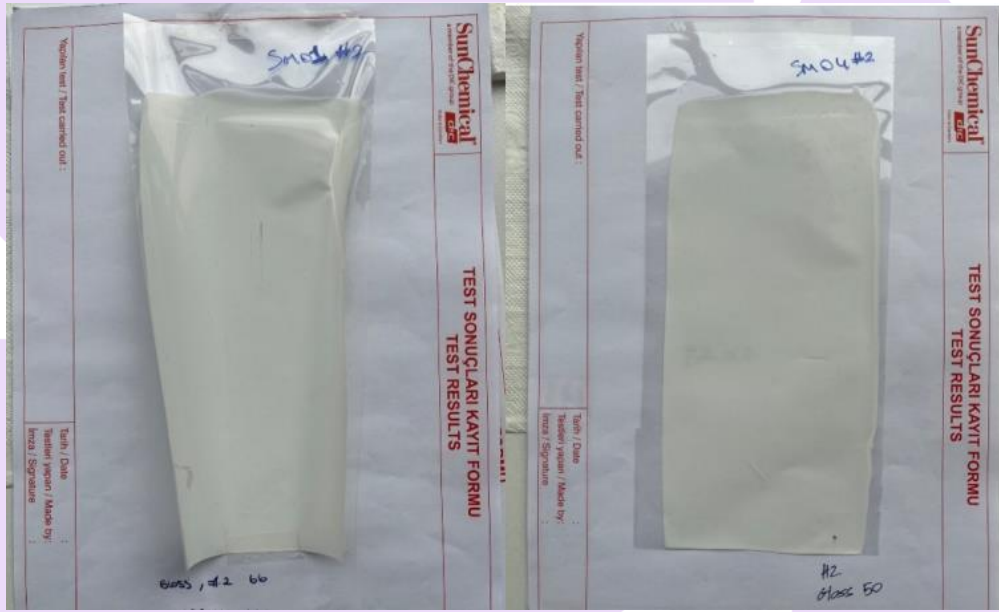


Figure 2: Brightness values of SM01 and SM04 ink formulations with #2 bar

3.3. Coefficient of Friction Test

The Coefficient of Friction (COF) test measures static and kinetic friction values to help determine the quality of the final product. It involves measuring not only the peak force when surfaces begin to rub against each other, but also the average force as the friction continues over a given time or length. When material surfaces come into mechanical contact and slide towards each other, complex microscopic interactions occur between them that can result in friction and wear. Friction can cause various problems in the manufacturing and transportation processes in the plastics industry.

The coefficient of friction tester is a handy testing tool designed to reduce losses from friction damage. The device digitally transfers the results to the computer and generates a graph showing durability. A low coefficient of friction indicates that the surfaces are more slippery and the material is less resistant to sliding action. Understanding the coefficient of friction (COF) of the packaging film is crucial to optimizing the performance of packaging films (Ohl, 2021).

The tests were carried out in the SunChemical Aliğa campus laboratory. In order to measure the frictional resistance, the samples were subjected to 2 different tests. The first of these aims to measure its friction on the metal plate. The other aims to measure the friction between two package surfaces. The second test, as a simulation of the line, plans to estimate the damage to the packaging from any friction in production. While the values were observed as 0.18 as a suitable value in the tests performed on the metal surface, the results were observed between 0.26-0.3 in the tests performed between the two surfaces. All test results are shown in Table 2.

Table 2: Coefficient of Friction (COF) test results

	R1	R2	R3	SM01	SM04
Face to metal friction test results	0.18	0.21	0.18	0.18	0.18
Face to face friction test results	0.26	0.27	0.26	0.30	0.26

3.4. Tetrahydrofuran Test

Tetrahydrofuran is a chemical used in body sleeve dressings. In paint studies on PET-G material, tetrahydrofuran polyvinyl chloride was applied and it was aimed to observe whether it damaged the paints as a chemical solvent in the next process. PVC was applied to the edges of the ink-treated PET-G materials and bonded together with the non-PVC surface of the material.

As a result of the observation of the adhesion resistance of the samples, which were kept for 24 hours by placing weight on the materials, it was seen that only the R3 sample was compatible with the result aimed by the project. Figure 3 shows the results of tetrahydrofuran application of the R3 ink formulation.



Figure 3: #0 and #2 bar results of tetrahydrofuran application of R3 ink formulation

4. Results

Test results are compared in Table 3.

Table 3: Results of test

	R1	R2	R3	SM01	SM04
Viscosity (second, ")	62"	24"	23"	30"	27"
Gloss, #2	43.5	28.5	39	66	50
COF (Face to face, #2)	0.26	0.27	0.26	0.30	0.26
COF (Face to metal, #2)	0.18	0.21	0.18	0.18	0.18
Tetrahydrofuran test	Low endurance	Low endurance	High endurance	Low endurance	Low endurance

All tests are specifically designed to select the most efficient and suitable ink formulation. It is very important to keep in mind that the product packaging industry primarily targets the marketing sector, making label quality an important component when comparing test values. It is also a necessity to prevent ink loss due to friction in the production line. Our aim was to develop an ink formulation that could withstand the tetrahydrofuran test, and only the R3 sample showed high durability in this regard. Therefore, we chose the R3 sample as the optimum ink formulation.

However, when focusing on other criteria, the viscosity value of R3 is relatively low compared to other samples. As detailed in the report, excessively high or low viscosity values are undesirable due to manufacturing difficulties, meaning that the viscosity of R3 can be improved.

The focus of research was to select the ink that was most resistant to the tetrahydrofuran test, and the R3 formulation showed high endurance. Therefore, as a result of the study, the most suitable ink formulation was determined as R3.

5. Conclusion

The selection process for an optimal ink formulation requires a delicate balance of multiple factors, bearing in mind that these factors affect not only the quality of the final product, but also the manufacturing process and environmental footprint. As a result of the extensive analysis and careful evaluation of the tests and their results, it has been conclusively understood that the R3 prescription offers the most suitable and desired formulation for the ink. Various parameters including viscosity, gloss, friction values and especially tetrahydrofuran resistance were considered to evaluate the effectiveness and suitability of the formulation.

In conclusion, this research provides valuable information and contributes significantly to ongoing efforts in the flexible packaging industry. The findings clearly demonstrate the promise of the R3 formulation to be a suitable ink for hybrid presses. This work not only helps increase production efficiency and reduce environmental impact, but also paves the way for improving the quality of product labels. Future work should focus on addressing identified areas of improvement to further improve formulation viability and performance, thereby bringing the flexible packaging industry one step closer to achieving superior quality and sustainability.

6. References

- Guzman-Puyol, S., Benítez, J. J., & Heredia-Guerrero, J. A. (2022). Transparency of polymeric food packaging materials. *Food Research International*, 161, 111792. doi:10.1016/j.foodres.2022.111792
- Ohl, D. (2021). Retrieved from <https://vikingmasek.com/packaging-machine-resources/packaging-machine-blog/what-coefficient-friction-cof-and-why-it-important-packaging>
- Oliveira, J., Correia, V., Castro, H., Martins, P., & Lanceros-Mendez, S. (2018). Polymer-based smart materials by printing technologies: Improving application and Integration. *Additive Manufacturing*, 21, 269–283. doi:10.1016/j.addma.2018.03.012
- Schwab, A., Levato, R., D'Este, M., Piluso, S., Eglin, D., & Malda, J. (2020). Printability and shape fidelity of Bioinks in 3D bioprinting. *Chemical Reviews*, 120(19), 11028–11055. doi:10.1021/acs.chemrev.0c00084

NOTE: This study is supported within the scope of TÜBİTAK 2209-B Industry Oriented Undergraduate Research Projects Support Program.

ASSISTED BREATHING PRACTICES IN NEWBORNS YENİDOĞANDA YARDIMCI SOLUNUM UYGULAMALARI

Durdu Fatma Uğur^{1*}, Burcu Korkmaz², Atiye Karakul³, Duygu Sönmez Düzkaya⁴

¹⁻⁴Tarsus University, Department of Pediatric Nursing, Mersin

¹ ORCID ID:0009-0004-2183-0668, d.fatmaugur@gmail.com

² ORCID ID:0009-0006-5148-3569, burcubeklenickorkmaz@gmail.com

³ ORCID ID:0000-0001-6580-9976, atiyekarakul@gmail.com

⁴ ORCID ID:0000-0002-1463-0674, duygusduzkaya@tarsus.edu.tr

* Corresponding Author

Abstract

Developing technology has increased the survival rate of infants hospitalized in neonatal intensive care units. The sensitivity and efficiency of the devices used in neonatal intensive care units have increased the quality of life of newborn babies. Assisted breathing applications in the newborn are used to relieve breathing in infants with respiratory distress, inadequate or no breathing. Many of the diseases encountered in newborns also affect indirect respiration and it is important to maintain respiration. Due to respiratory distress, CO₂ begins to accumulate in the lungs, and changes occur in the baby's blood gas. The newborn's respiration is tried to be relieved by starting with free oxygen first, and as the process continues, it may continue until mechanical ventilation. The causes of respiratory distress are generally surfactant deficiency, prematurity, transient tachypnea of the newborn, apnea, sepsis, congenital pneumonia and meconium aspiration. The most common causes of respiratory distress in newborns are meconium aspiration syndrome, respiratory distress syndrome (RDS), pneumonia, transient neonatal tachypnea, asphyxia, pneumothorax and sepsis. The duration of stay on mechanical ventilator varies in proportion to the gestational week and birth weight of the babies. As the week of gestation and birth weight increase, the duration of stay on mechanical ventilator decreases. The majority of ventilated infants are high-risk newborns. The parameters to be checked to evaluate the newborn's respiration are wheezing, groaning, apnea, retraction, respiratory rate above 60 per minute, cyanotic appearance and decrease in the baby's movements. In the laboratory evaluation of respiratory distress, the evaluation is made if the pH is below 7.25 in the blood gas and the PaCO₂ is above 60.

Keywords: Neonatal, Respiratory, Assisted respiratory applications, Nursing.

1. Giriş

Yenidoğan yoğun bakımlarda yatan bebeklerin rahat nefes alıp vermelerini desteklemek ve spontan solunumu olmayan bebeklerin solunum devamlılığını sağlamak amacıyla mekanik ventilasyona ihtiyaç duyulmaktadır. Yenidoğan bebeklerin mekanik ventilasyonu uzman bir multidisipliner yaklaşımla karşılanmalıdır [1,2]. Ekip üyeleri yenidoğan uzmanı hekimler, yenidoğan hemşireleri ve diğer sağlık personellerini içerir. Ekip üyelerinin eğitimli ve deneyimli olması yenidoğanların yaşam kalitelerini arttırmakta ve yaşam oranlarını arttırmaktadır. Mekanik ventilasyonda amaç oksijenlenmeyi sağlamak, yenidoğanın solunumunu rahatlatmak ve desteklemektir [3]. Solunum sıkıntısı olan veya solunumu olmayan yenidoğanların solunumunu desteklemek için mekanik ventilasyon kullanılır. Amaç bebeğin en kısa zamanda ventilatörden ayrılması ve yenidoğanın spontane solunumunun sorunsuz yapabilmesidir [2]. Yenidoğanlarda en çok ve serbest bir şekilde ilk olarak oksijen uygulanır. Oksijen fazla uygulanmasının tehlikeli etkileri de vardır. Ventilasyon da yenidoğanın hedef saturasyonu%90-95 arasında takip edilmeye çalışılır. Mekanik ventilasyonda takip edilen yenidoğanların bakımının ortak bir protokolle hemşirelik bakımının yapıldığında ventilatörde kalma süresi azalmıştır [4]. nCPAP (nazal sürekli pozitif havayolu basıncı) en çok kullanılan yöntemdir. nCPAP ile takip edilen yenidoğanlarda maskenin veya prongun kullanımı önemlidir. Kullanım şekline bağlı olarak burunda şekil bozukluğu, nekroz ve burun septumunda hasar ve burun deliklerinde bozukluk gözlenebilir. Yenidoğanın burun yapısına uygun kanüller tercih edilmeli septum koruyucuların kullanılması düşünülmelidir. Kılıç ve ark. (2012) yapmış olduğu çalışmada, gebelik haftası arttıkça ventilatörden kaynaklı komplikasyonların görülme oranı azalmıştır ve anlamlı bir fark bulunmuştur [5]. Belbınar (2020) çalışmasında nazal cpap da takibi yapılan prematüre bebeklerin terapötik dokunma ve anne sesi uygulamalarının ncpap esnasında meydana gelen ağrıyı azalttığı saptanmıştır. Olumlu etkilerinden bu uygulamaların yenidoğan yoğun bakımlarda uygulanması önerilmiştir [6]. Bu bağlamda bu çalışma ile yenidoğanda dikkat edilmesi gereken önemli bir durum olan yardımcı solunum uygulamaları konusunda bilgi verilmesi amaçlanmıştır.

2. Yardımcı Solunum Uygulamaları

2.1. Yenidoğanlarda Non-İnvaziv Ventilasyon (NIV) Uygulamaları

Yenidoğanlarda akciğerin gelişmemesi, solunum kaslarının zayıflığı sebebiyle etkili solunum yapamazlar solunumun desteklenmesi gerekir. NIV solunumun endotrakeal tüp kullanmadan üst solunum yolunun kullanılarak verilmesine denir. NIV uygulanması için yenidoğan stabil olmalı ve spontane solunumu var olmalıdır.

2.2. Sualtı Yöntemi ile CPAP (BUBBLE CPAP)

Bu uygulama çok basittir. Ventilatör kullanılmasına gerek yoktur. Akımölçerle birlikte oksijen oranlı hava ısıtılıp nemlendirildikten sonra maske, nazal kanül veya nazal prong aracılığıyla bebeğe verilir. Sistem ekspiryum ve inspiryumdan oluşur. Ekspiryumda gelen hortumun ucu ne kadar peep yapılmak istenirse o kadar batırılır. Olumlu yönü çok eğitime gerek yoktur. Olumsuz yönü ise alarm sistemi yoktur [7-9].

2.3. Nazal Aralıklı Pozitif Basıncılı Ventilasyon (NIPPV)

Prematüre ve düşük ağırlığı olan bebeklerde tercih edilir. Özel bir ventilatörle pozitif basıncılı bebeğin spontane solunumunu akış sensörü ile destekleyen bir sistemdir. Özellikle ncpap dan fayda görmeyen bpd ve apne de etkilidir [1].

2.4. İki Seviyeli Pozitif Havayolu Basıncı (BIPAP)

Solunum esnasında iki tane farklı seviyede basınç verilmesine dayanır. Alveoller açık kalacak şekilde aralıklı basınç farkları olmaktadır. İnspirasyon basıncı akciğer basıncını artırarak en yüksek tidal hacmi hedefler. Ekspirasyon basıncı atelektaziye önler [1].

2.5. Yüksek Akımlı Nazal Kanül (HFNC)

Hava ile karıştırılan O₂'nin bebeğe yüksek basınç ve akımla verilmesidir. Normal kanüllerden ince binazalkanüler kullanılır [1].

2.6. Nazal Sürekli Pozitif Havayolu Basıncı (NCPAP)

Mekanik ventilatörler veya akış üretici kullanılarak uygulanır. Spontane solunum yapan yenidoğanlarda solunum yollarına sürekli pozitif bir basınç uygulayarak akciğerlerin kollabe olmasının önüne geçer. Bu basınç sayesinde hava yolunda meydana gelen direnç azalır, sürtükten salınımı artar, diyafram çalışması artar, akciğerin uyumu artar, apne'yi azaltır. Yenidoğanın hastanede kalma süresini azaltır. Nemlendirilmiş, ısıtılmış, uygun basınç ve konsantrasyondaki hava bebeğe kanül ve nazal prong aracılığıyla verilir [1].

2.7. Mekanik Ventilasyon

Solunum yapmakta zorlanan veya solunum hiç yapmayan yenidoğanlarda kullanılır. CO₂ atılımını sağlamak yeterli oksijenlenmeyi ve solunumu rahatlatmak hedeflenir. Yenidoğan yoğun bakım ünitelerinde MV uygulaması mortalite ve morbiditenin belirgin azalmasını sağlamaktadır. Temel amaç en kısa sürede MV den ayrılmasıdır [10,11].

Mekanik ventilasyonun fizyolojik amaçları;

- Arteriyel oksijenizasyonu desteklemek (PaO₂ ve SaO₂)
- Alveolar ventilasyonu sağlamak (PaCO₂ ve pH),
- Akciğer volümünü arttırmak,
- Fonksiyonel rezidüel kapasite (FRK)'yi arttırmak,
- Solunum kaslarını dinlendirmek.

Mekanik ventilasyonun klinik amaçları;

- Hipoksiyi düzeltmek (SaO₂ > %90),
- Solunumsal asidozu düzeltmek,
- Solunum sıkıntısını ortadan kaldırmak,
- Solunum kaslarının yorgunluğunu ortadan kaldırmak,
- Atelektazileri önlemek veya ortadan kaldırmak,
- Sedasyon veya nöromusküler blokaja imkan tanımak,
- İntrakraniyal basıncı azaltmak,
- Sistemik veya miyokart oksijen tüketimini azaltmak,
- Toraks duvarını stabilize etmektir.

Yenidoğan entübe edilir güvenli bir şekilde ventilatöre bağlanır. Çift taraflı akciğer sesleri duyulduktan sonra kilo+6 cm dikkate alınarak tüp sabitlenir. O₂ saturasyonu 90-95 arasında tutulur. Isıtılmış ve nemlendirilmiş hava ventilatörden uygun basınçla verilir. Aspirasyon kısa tutulmalı 10 sn geçmemelidir [2].

3. Yardımcı Solunum Uygulamalarında Hemşirelik Bakımı

3.1. CPAP'ta Takibi Yapılan Yenidoğanın Bakımı

Yenidoğanın hava yolu açıklığını sağlamak, sekresyonlarla hava yolu açıklıkları tıkanmışsa bebeği uygun şekilde yumuşak bir sonda ile yavaşça aspire etmek gerekir. Yenidoğana uygun pozisyon vermek prone pozisyonunda bebeklerin oksijen ihtiyaçları azalmış ve midenin daha hızlı sindirim yaptığı gözlenmiştir. Yenidoğanın baş ve boynuna dikkat edilmeli uygun pozisyon verilmelidir [12].

Yenidoğanın vücut ısısının takibi yapılır, ısıdaki artma solunumu da etkilemektedir. Yenidoğanın beslenmesine dikkat edilir. Takipnesi olduğu durumlarda beslenme atlanabilmelidir. Solunum sıkıntısı düzelene kadar beslenme oral veya parenteral yapılır. Beslenme sonrası gaz çıkışı sağlanmalıdır. Bebeğe stabil olduğu zaman kanguru bakımı verilmelidir. Bebek anne etkileşimi artırılmalıdır. Solunum sıkıntısı devam ederse Ncpap daha da artarsa mv takip edilir [8,13]. Yenidoğanın nCPAP uygulaması esnasında cildine dikkat edilir, deri bütünlüğü korunmaya çalışılır bebeğe uygun maske veya prong kullanılır. Nazal septum koruyucu kullanılabilir. Bebeğe uygun cilt bakımı yapılır. Bu bebekler ağrıya, gürültüye ve ses'e hassastır bu yüzden ortam yenidoğana uygun hale getirilmelidir.

3.2. Mekanik Ventilatörde Takibi Yapılan Yenidoğanın Bakımı

Mekanik ventilasyon, oksijenlenmesi yeterli olmayan hastalarda, hastanın kendi solunum fonksiyonları ile yeterli oksijenlenme sağlanana kadar, bu fonksiyonun entübe edilen veya trakeostomisi olan hastaya cihaz aracılığı ile dışarıdan sağlanmasıdır [13].

Bu doğrultuda yenidoğanın kan gazını düzgün seviyede tutmak ve akciğer hasarını en aza indirmek yenidoğan hemşiresinin ilk hedefidir. Kullanılan tüm konvansiyonel (HFOV, IPPV) modlarda en önemli olay solunum döngüsünü en elverişli akciğer kapasitesini sağlayarak PEEP oluşturmaktır. En iyi MV modu yoğun bakımın kendi aktif kullandığı moddur [8]. Yenidoğanın entübasyon sonrası tüp tespitinin yapılması, tüpün yerinin kontrolü ve tüpün kısaltılması aşamalarını yenidoğan hemşiresi takip eder. En önemli hedef tüpün yerinden çıkmasını önlemektir. Tüp tespiti orta hatta uzun süre kullanılmamalı dudak sağ veya sol tarafına tespit edilmeli, orta hatta uzun süre kullanım damakta zedelenmeye neden olmaktadır. Oksijen fazla verilmemeli hedef saturasyon 90-95 civarında tutulmalıdır, oksijenin fazlasının zararlarının farkında olunmalıdır. Ventilatörde ısıtılmış ve nemlendirilmiş hava kullanılmalıdır. Devrede toplanan su varsa ara boşaltılmalıdır. El hijyenine dikkat edilmelidir. Bebeğin vücut ısısının takibi yapılmalıdır. Yenidoğan kapalı sistem aspirasyonla aspire edilmeli, basınca dikkat edilmeli ve ihtiyacı olduğu zaman aspire edilmelidir. Aspirasyon süresi 5-10 saniyeyi geçmemelidir. Bebeğe ağız bakımı verilmelidir. Bebeğe uygun pozisyon verilmelidir. Anne ile bebek en kısa sürede buluşturulmalı kanguru bakımı yapılmalıdır. Yapılacak en önemli hemşirelik bakımı minimum dokunma maksimum gözlemlerdir. Mekanik ventilasyon ağırlı bir işlem olduğu için kanıta dayalı uygulamalarla non farmakolojik ağrı yönetimi sağlanmalıdır [14,15].

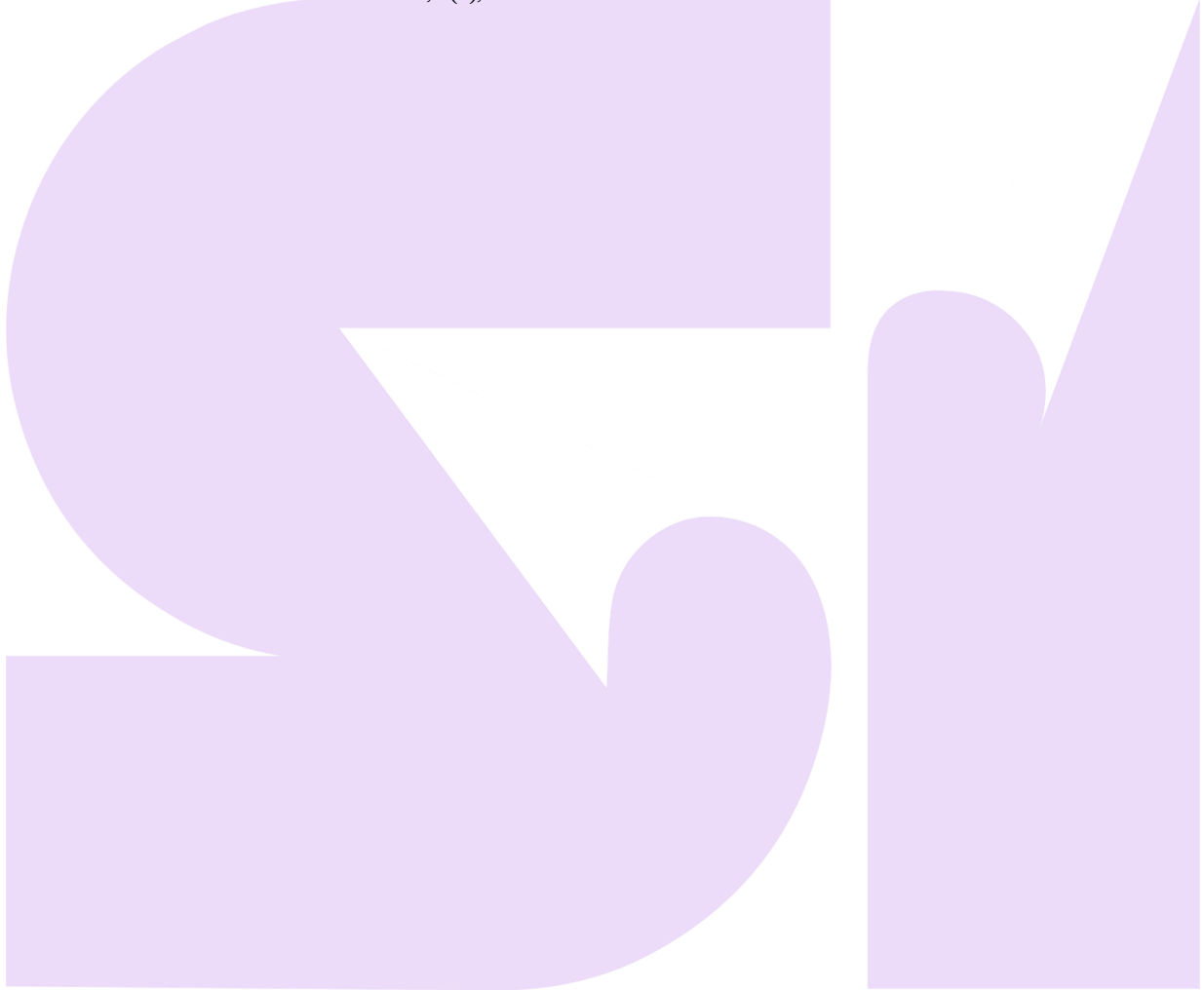
4. Sonuç

Solunum problemleri, yenidoğan döneminde sık karşılaşılan bir sorundur. Bu nedenle yenidoğana uygulanabilecek yardımcı solunum uygulamalarının yönetiminin doğru bir şekilde uygulanması yenidoğan hemşiresinin temel sorumluluklarından biridir. Yenidoğanın sistemlerinin immatür olması nedeniyle solunum takibinin yapılması oldukça önemlidir. Yenidoğanların yaşamlarının sağlıklı bir şekilde devam etmesi veya yaşam kalitesinin artması adına, yardımcı solunum uygulamalarının yapılırken solunum takibi, aspirasyon, ağrı kontrolü, tüp yerini tespiti gibi gerekli hemşirelik girişimlerinin uygulanması önerilmektedir.

5. Referanslar

- [1] Belpınar, A. (2020). Nazal cpap uygulama sırasında terapötik dokunma ve anne sesinin ağrı ve konfor üzerine etkisinin incelenmesi (Master's thesis, İnönü Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü).
- [2] Özkeçeci, C. F., & Karagöl, B. S. (2021). Mekanik ventilatördeki yenidoğan bebeğin bakımı. *Kocatepe Tıp Dergisi*, 22(1), 73-79.
- [3] Sivaslı E, Tekinalp G. Ventilatöre Bağlı Bebeğin Bakımı. İçinde: Yurdakök M, Yiğit Ş, Tekinalp G. Yenidoğanda Solunum Desteği. Güneş Kitabevi, Ankara 2005: 219-33.
- [4] Başara, S. G., & Küçük, S. (2020). Mekanik ventilasyon tedavisi alan yenidoğanların bakımında hemşire: Eğitim ve bilgi düzeyi ilişkisi. *Acıbadem Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, (2), 330-336.
- [5] Kılıç, A., Salihoğlu, Ö., Tan, İ., Akyol, B., & Hatipoğlu, S. S. (2012). İnvaziv mekanik ventilatör desteği alan yenidoğanlarda morbidite ve mortalite analizi. *Journal of Clinical and Experimental Investigations*, 3(4), 483-492.
- [6] Belpınar, A. (2020). Nazal cpap uygulama sırasında terapötik dokunma ve anne sesinin ağrı ve konfor üzerine etkisinin incelenmesi (Master's thesis, İnönü Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü).
- [7] Manley, B. J., Arnold, G. R., Wright, I. M., Owen, L. S., Foster, J. P., Huang, L., ... & Buckmaster, A. G. (2019). Nasal high-flow therapy for newborn infants in special care nurseries. *New England Journal of Medicine*, 380(21), 2031-2040.
- [8] Yılmaz, F. H. (2018). Yenidoğanın geçici takipnesi, yenidoğanda apne. *Türkiye Klinikleri J Fam Med-Special Topics*, 9(2), 112-6.
- [9] Rodriguez, R. J. (2003). Management of respiratory distress syndrome: An update. *Respir Care*, 48:279-86
- [10] Raha, B. K., Alam, M. J., & Bhuiyan, M. A. Q. (2020). Spectrum of respiratory distress in newborn: a study from a tertiary care military hospital. *Congenital heart disease (CHD)*, 2, 3-6.
- [11] Biban, P., Gaffuri, M., Spaggiari, S., Silvagni, D., Zaglia, F., & Santuz, P. (2013). Weaning newborn infants from mechanical ventilation. *Journal of Pediatric and Neonatal Individualized Medicine (JPNIM)*, 2(2), e020225-e020225.
- [12] Picone, S., Aufieri, R., Paolillo, P. Apnea Of Prematurity: Challenges And Solutions, *Research And Reports in Neonatology*, 2014, 4, 101- 109.

- [13] Dursun, M., & Bülbül, A. (2014). Mekanik ventilasyondaki yenidoğan bebeğin bakımı. Şişli Etfal Hastanesi Tıp Bülteni, 48(2), 67-78.
- [14] Chen, C. Y., Chou, A. K., Chen, Y. L., Chou, H. C., Tsao, P. N., & Hsieh, W. S. (2017). Quality improvement of nasal continuous positive airway pressure therapy in neonatal intensive care unit. Pediatrics & Neonatology, 58(3), 229-235.
- [15] Wu, Q., Liu, J., Liu, Y., & Jiang, Y. (2020). Management and experience of postural placement in postoperative mechanical ventilation of newborns. Ann Palliat Med, 9(4), 1997-2002.



DEVELOPMENT OF LABVIEW-BASED QUALITY CONTROL SYSTEM FOR DETECTION OF DIMENSIONAL DEFECTS IN AUTOMOTIVE INDUSTRY PRODUCTION LINES

Elif Aydan Bike^{1*}, Gökay Bayrak²

¹ ERBAB Otomat Yedek Parça San. Tic. HOSAB 3.Cd No:5/a, 16120 Bursa, Türkiye

¹ Bursa Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Akıllı Sistemler Anabilim Dalı, 16330, Bursa, Türkiye

¹ ORCID ID : 0000-0003-0249-9522, elif.kaya@erbab.com

² Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, 16330, Bursa, Türkiye

² ORCID ID : 0000-0002-5136-0829, gokay.bayrak@btu.edu.tr

* Corresponding Author

Abstract

The dimensional accuracy and quality of parts produced in various manufacturing fields, especially the automotive industry, are crucial for production. While the current measurement systems can keep the produced parts under control, situations that rely on operator control and the high costs of post-production inspection systems increase the probability of errors. In particular, quality checks conducted with laser sensors called micrometers are costly solutions for businesses. Therefore, in recent years, efforts have accelerated to develop camera inspection systems for controlling parts in the manufacturing sector. Industrial control systems using artificial vision are designed in line with Industry 4.0 principles to automate these processes. With artificial vision control systems, the dimensional measurements of parts of existing production lines, especially diameter, length, etc., can be accurately measured according to the desired quality control criteria. In this context, image processing systems enable the automatic detection of defects in manufactured parts and the automatic removal of identified faulty parts from the line. This study aims to develop a cost-effective quality control system with low cost compared to expensive micrometers and high measurement accuracy by performing dimensional checks and analyses, such as diameter, length, and width of parts exiting the production line, using LabVIEW NI Vision Builder software.

Keywords: Industry 4.0, Automotive, Vision control systems, Dimensional control

1. Giriş

Otomotiv ve sanayi sektöründe, hatalı parçaların müşteriye gitmesi durumunda montaj hatlarında veya son kullanıcıda hayati sonuçlar ortaya çıkmaktadır. Parçadaki küçük bir hata, montajdan sonra tamamlanan nihai üründe güvenlik endişelerine neden olabilmektedir. Sonuç olarak son üründe işlevsel bozukluklar, kalitesel sıkıntılar yaşanabilir. Mevcut endüstriyel yapıda parça kontrolleri manuel olarak veya üretim işlemi bittikten sonra belirlenen kontrol alanında kontrol personelleri tarafından yapılır. İnsana bağlı olan bu sistemlerde hatanın saptanmasında geç kalma veya hatayı müşteriye kaçırma riskleri oluşmaktadır.

Yapay görme sistemleri, yakın gelecekte Endüstri 4.0 ile imalatın önemli bir parçası haline gelecektir. İmalat aşamalarında insan müdahalesi, üretim süreçlerinin daha yüksek hassasiyette yapılması ve istenen kalite seviyesinin yüksek olması nedeniyle verimliliği azaltır. Kontrollerin personeller tarafından manuel kontrol edilmesi birçok soruna neden olmakta ve müşteri tarafından olumsuz sonuçlarla karşılaşmaktadır. Diğer taraftan üretim sonrasında kameralı ölçüm yapan hazır sistemlerin kullanılmasında, firmaya maddi yükler getirmektedir.

Yapay görme sistemi, üretim hattından çıkan parçanın ölçümsel kontrollerini yaparak hatalı ürünü ayırır ve hatanın devamını önlemede uyarıcı görev alır. Hatalı parça sistemden uzaklaştırılarak müşteriye gitmesi önlenir, hatalı ürün miktarında artmanın önüne geçileceğinden maliyetler düşürülebilir ve düzeltici önlemler alınabilir.

Literatürde görüntü işleme ile ilgili hata tespiti yaklaşımları genel olarak yapısal, istatistiksel ve derin öğrenme yaklaşımı özelinde sınıflandırılmıştır. Yapısal yaklaşımlar, hataları dokusal ilkelerin bir bileşimi olarak görür. Doku analizi ve yerine koyma kurallarıyla hata tespiti yapar. Genellikle basit doku yapılarının bileşimiyle hatalı parçanın genel dokusunu belirlemeye çalışır. Güvenilirlik düzeyi düşüktür ve belirgin hataları olan dokulardan ayırmada daha başarılıdır.

İstatistiksel yaklaşımlar, dokusal özellikleri çıkarmak için birinci ve ikinci dereceden istatistikleri kullanır. Eşleşme matrisi, histogram özellikleri, otomatik korelasyon işlevi ve matematiksel morfoloji gibi yöntemler kullanılır. Ayrıca, çapraz korelasyon, istatistiksel momentler, kenar tespiti ve sinir ağı yöntemleri gibi diğer istatistiksel yaklaşımlar da bulunur.

Derin öğrenme yaklaşımı ise, parça görüntülerinden elde edilen temel dokusal özellikleri kullanarak daha ayırt edici özellikler elde etmeye çalışır. Destek Vektör Makineleri (SVM) gibi sınıflandırıcılar kullanılarak hata tespiti çalışmaları yapılır. Özellikle, Yapay

Sinir Ağları (YSA) ve derin sinir ağları (DNN) sınıflandırmada başarılı sonuçlar vermiştir. Evrişimli sinir ağları (CNN) özellikle nesne algılama ve sınıflandırmada popülerdir. Son yıllarda derin öğrenme temelli sınıflandırma çalışmaları önemli ölçüde artmıştır.

Yapay görme ile hata tespit teknolojisi, boru hatlarında [1,2], elektronik bileşenlerin hata tespitinde [3,4], parçaların ölçüsel kontrollerinde [5,6], arıza teşhisinde [7,8] ve diğer alanlarda [9,10] kullanılmıştır. Bununla birlikte, küçük parçaların hata tespiti üzerine yapılan araştırmalar, özellikle konveyör bantlarında gerçek zamanlı olarak küçük parçaların hata tespiti üzerine yapılan literatür çalışmaları oldukça sınırlıdır.

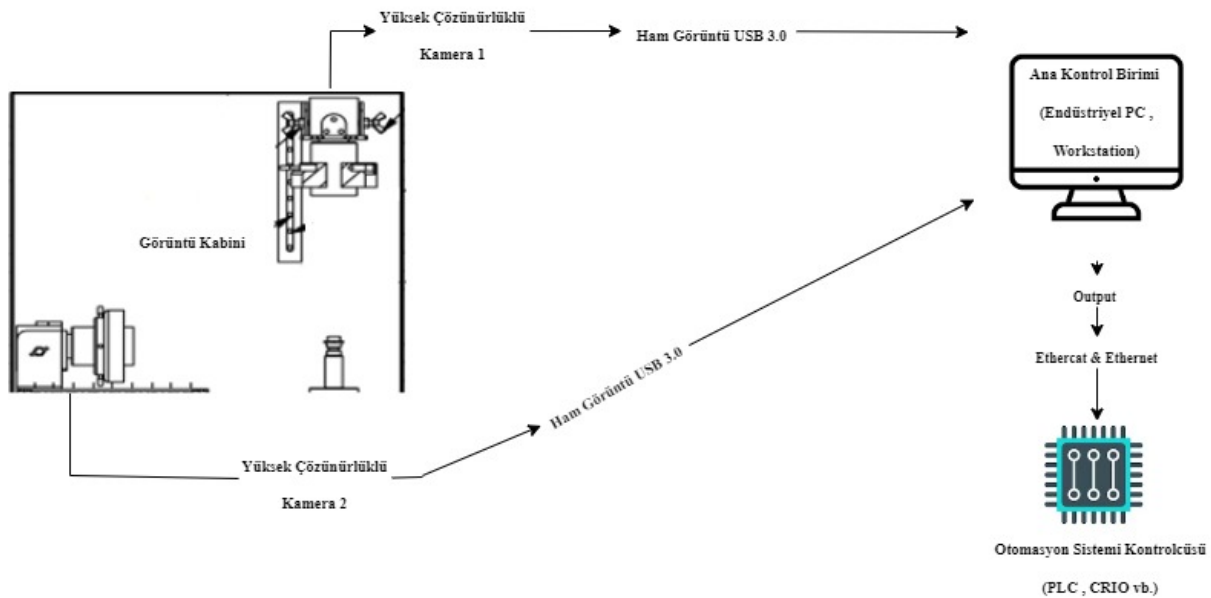
Makine görüşü kusur tespiti alanında Boaretto ve Centeno [11], mekanik ürün radyasyon görüntüsü otomatik tespiti ve sınıflandırması için çift görüntü pozlama tekniği önermiştir. Deney için "kusurlar" ve "kusursuzlar" arasındaki kesintiler göstergeler olarak alınmış ve yarı denetimli öğrenme teknolojisi kullanılarak elde edilen sınıflandırıcı test verileri %88.6 doğruluk oranına ulaşmıştır. Hajizadeh ve arkadaşları [12], işaretlemeyen yapılan kusur adayı tespiti için yüksek frekanslı kameraları kullanmışlar ve kusursuz görüntü verilerindeki dengesizliği gidermişlerdir. Wakaf ve Jalab [13], bir görüntü arka planından histogram eşleme kullanarak mekanik ürünlerin kusurlarını tespit etmişlerdir. Martinez, işlenmiş metal parçalardaki kusurları tespit eden bir makine görüşü sistemi geliştirirken, görüntü işleme sırasındaki aydınlatma yöntemini doğruluk oranını artırmak için dikkate almış ama kusurlu özellikleri füzyonla bir görüntüden türetmiş, bu nedenle kusur tespitinin zaman maliyetini artırmış ve gerçek zamanlı kusur tespiti yapmayı zorlaştırmıştır [14]. Üretim için gerçek zamanlı küçük parça hata tespiti sistemi için bir uçtan uca CNN algoritması önermiştir. Çalışmalarında, küçük parçaların hatalarını doğru ve verimli bir şekilde tespit edebilen gelişmiş bir nesne tespit algoritması olan SSD'yi kullanmışlardır. [15]. 2021 yılında yapılan bir çalışmada, geliştirilen algoritma ile endüstriyel bir parçanın kalite kontrolü gerçek zamanlı olarak gerçekleştirilmiştir [16]. Yine başka bir çalışmada, sac şekillendirme sonrası çıkan parçalar için yüksek hassasiyetli yapay görme ve görüntü işleme tabanlı kalite kontrol sistemi, otomasyonu ve kontrol ara yüzü geliştirilmiştir [17].

Bu çalışmada, otomotiv ve savunma sanayi üretim hatlarından çıkan parçaların yapay görme sistemi ile otomatik olarak hata tespitinin yapılması ve hatalı olarak tespit edilen parçaların otomatik olarak hattan ayrılmasını gerçekleştirecek sistemin geliştirilmesi hedeflenmiştir. Çalışmada, standart kamera sistemleri ile hem maliyeti düşürebilmek hem de verimliliği artırabilmek adına %0,5-%1 seviyelerindeki hata oranında çalışabilecek akıllı bir yapay görme sisteminin geliştirilmesine çalışılmıştır. Buna ek olarak program yazılımı tüm bileşenleri ile tasarlanan otomasyon sistemine entegre edilerek Endüstri 4.0 ile uyumlu bir uygulama oluşturulmuş olacaktır. Manuel hataları, işçilik maliyetlerini ve üretim süresini azaltmak için mevcut üretim otomasyonuna geliştirilen yapay görme sistemi entegre edilmiştir.

2. Materyal ve Metod

2.1. Geliştirilen Yapay Görme Sistemi

Otomatik görüntü işleme ve kontrol sisteminin geliştirilmesinde, endüstriyel tip kamera, lens, ağ kartı, aydınlatma sistemi, kontrolcü (PLC vb.) ve PC (iş istasyonu, endüstriyel PC) gibi bileşenler kullanılmıştır. Geliştirilen sistem, imal edilen görüntü alma test kabini, kameralar ve endüstriyel PC gibi bileşenlerden oluşmaktadır. Şekil 1'de görüntünün alınarak sistemin kontrolünün sağlandığı aşamalar için temel düzeyde sistem diyagramı verilmiştir.



Şekil 1. Geliştirilen yapay görme kontrol sistemi temel prensip şeması

Görüntü alma test kabini içinde konumlandırılan yüksek çözünürlüklü kameralar, seri haberleşme ile ana kontrol birimine ham görüntüleri iletmektedir. Ana kontrol biriminde tüm kontrol algoritmaları, görüntü işleme yazılımları ve karar mekanizmaları çalışmaktadır. Ham görüntüler ana kontrol biriminde işlenerek hata tespiti gerçekleştirilmekte ve elde edilen çıktılar otomasyon sisteminin kontrolcüsüne USB 3.0 üzerinden iletilmektedir. Sistemde kullanılan bileşenlere ilişkin bilgiler Tablo 1’de verilmiştir:

Tablo 1. Geliştirilen sisteme ilişkin donanım bileşenleri

	Malzeme	Özellikler	Adet
1	Kamera ve Data-Güç Kabloları	ELP USB Camera 4K 3840x 2160P 30fps IMX415 Sensor Manual Focus	2
2	Kamera Lens	3 megapiksel 1/1/2 "3.3-10.5mm manuel Iris Lens CS	2
3	Endüstriyel Ethernet Switch (5 portlu)	Gigabit Ethernet (1000 Mbps) / 12VDC-48 DC	2
5	Endüstriyel PC	HDMI 2.1 ve DisplayPort 1.4a 1080p (Full HD), 1440p (QHD), 2160p (4K UHD)	1
6	LabVIEW Yazılımı	-	1
7	Aydınlatma Sistemi	Mikroskop LED halka ışık USB 5V 4 bölge	1 Set
8	Mini PC	Intel Core i5	1

Çalışmada, alan tarama tipinde 4K çözünürlüğe sahip iki adet kamera kullanılmıştır. Kameraya uygun lens seçiminde, görüş alanı ve sensör boyutuna bağlı olarak yapılmıştır. Lensin şekli ve netliği, oluşturulan resmin boyutlarına doğrudan etki eder. Lens seçiminde f değeri formülle hesaplanır ve $f - 2 \leq FFL \leq f + 2$ kriterine göre bir lens seçilebilir. Bu nedenle 3.5-18mm 3Mp Manuel Iris lensler kullanılmıştır.

$$f = \frac{B}{G} \times g$$

Yapay görme sistemlerinde aydınlatma, ölçüm hassasiyetine etki eden çok önemli bir kriterdir. Otomatik parça kontrol sistemleri için doğrudan ve indirekt aydınlatma teknikleri kullanılır. Işığın genişliği, ışıklandırmanın konumu ve kalitesi görüntü kalitesini etkiler. Projede şerit LED aydınlatma ile indirekt aydınlatma tercih edilmiştir. Işığın optimal genişliğini seçmek için aşağıdaki formül kullanılmıştır:

$$\text{Işık genişliği (mm)} = \text{ışıklı alan} + (2 * \text{kamera çalışma mesafesi})$$

Kamera ile veri işleme birimi arasındaki veri aktarımı için görüntü yakalama kartı kullanılmıştır. Verilerin hızlı ve kayıpsız bir şekilde iletilmesi için bu kartın kullanımı önemlidir. Sistemde kullanılacak verilerin yoğunluğu göz önüne alınarak, işlemci hızı ve ekran kartı yüksek olan Tablo 1’de gösterilen özelliklerde PC kullanılmıştır.

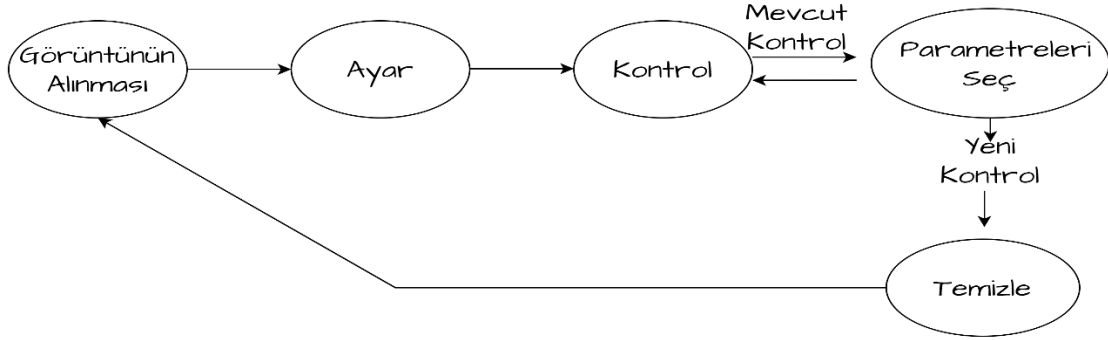
Geliştirilen yapay görme sistemine ilişkin hata tespit test kabini Şekil 2’de gösterilmiştir.



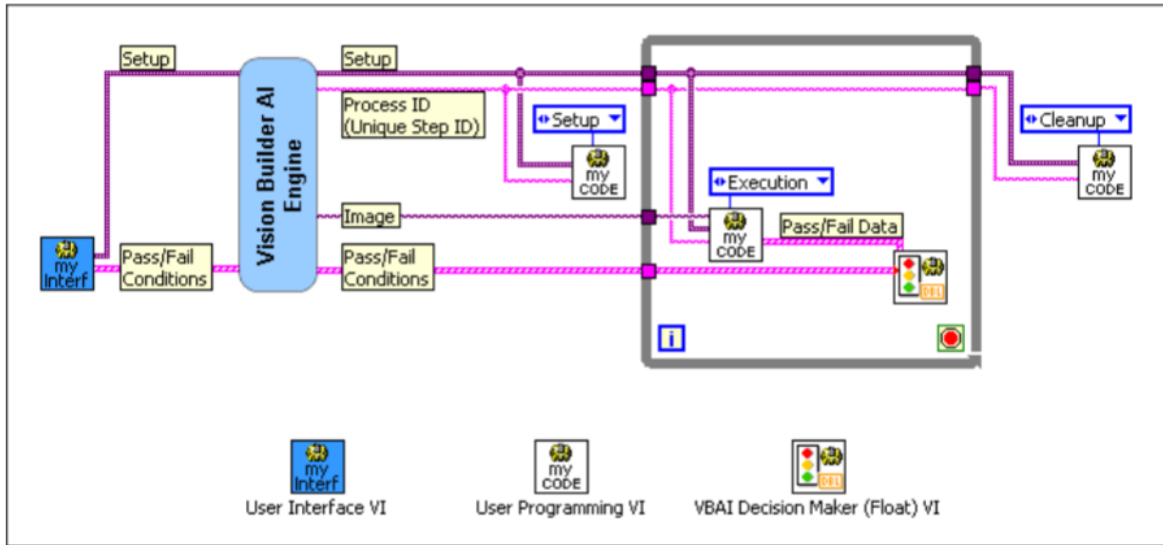
Şekil 2. Geliştirilen yapay görme sistemi test kabini

2.2. Geliştirilen Otomatik Hata Tespit Yazılımı

Görüntü işleme ve kontrol yazılımının geliştirilmesi için LabVIEW NI Vision Builder yazılımı ve ilgili vision araçları kullanılmıştır. Çalışmada, gerçek zamanlı hata tespiti ve otomatik kontrol sağlayan bir görüntü işleme sistemi geliştirilmesi amaçlanmıştır. Görüntü işleme yazılımı, NI firmasının Vision Builder yazılım ortamında ilgili yapay görme araçlarını kullanarak geliştirilmiştir. Sistemde kullanılan ara yüz tasarımları, sistem haberleşmesi ve kontrol algoritmaları da aynı yazılım ortamlarında oluşturulmuştur. Geliştirilen yazılıma ilişkin yazılım akış şeması ve LabVIEW yazılımı Şekil 3'te gösterilmiştir:

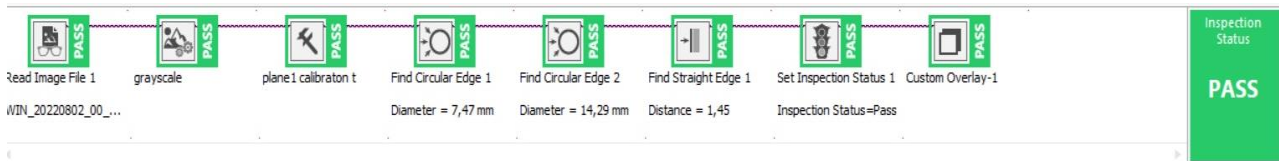


Şekil 3.a. Vision Builder AI Kontrol Akış Şeması

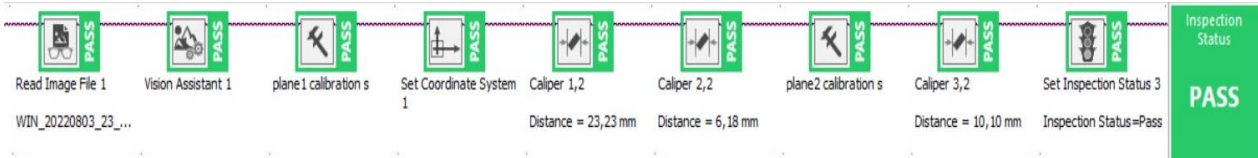


3.b. Vision Builder AI Kontrol Akışı

Şekil



Şekil 3.c. Geliştirilen yapay görme yazılımı Üst Görünüm Akışı



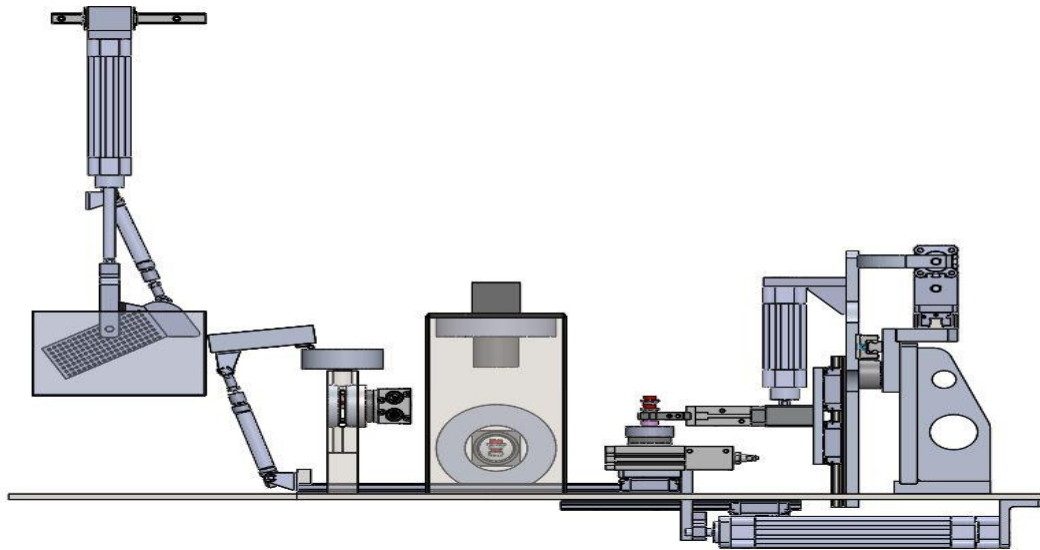
Şekil 3.d. Geliştirilen yapay görme yazılımı Yan Görünüm Akışı

2.3. Üretim Hattında İlgili Parçaların Otomatik Kontrolü

Bölüm 2.1 ve 2.2’de detayları verilen sistem, Şekil 4’teki sisteme entegre edilmiştir. Şekil 4a’da gösterilen T01 numaralı CNC üretim hattının sonuna, Şekil 4b’deki otomatik kontrol sistemi entegre edilmiştir. Burada A ile işaretlenen kısım, Şekil 2’de gösterilen yapay görme sistemi test kabinidir. Entegre edilecek sistem tezgâhtan düşen parçayı öncelikle yağdan arındıracak ve kamera kontrol kabinine istenilen konumda gelmesi için pime oturtulacaktır. Yağdan arınan ve konumlanan parça mekanik sistem üzerinde ilerletilerek kamera kontrol kabinine getirilecektir. Kabin içerisinde önce ölçümsel kontroller yapılacaktır, ölçümsel değerleri uygun ise görsel kontrol aşamasına geçilecektir. 2 kontrol sonrası da uygun sonuçlar alınması durumunda yazılım otomasyon ile haberleşerek parçanın ilgili kutuya atılmasını sağlayacaktır.



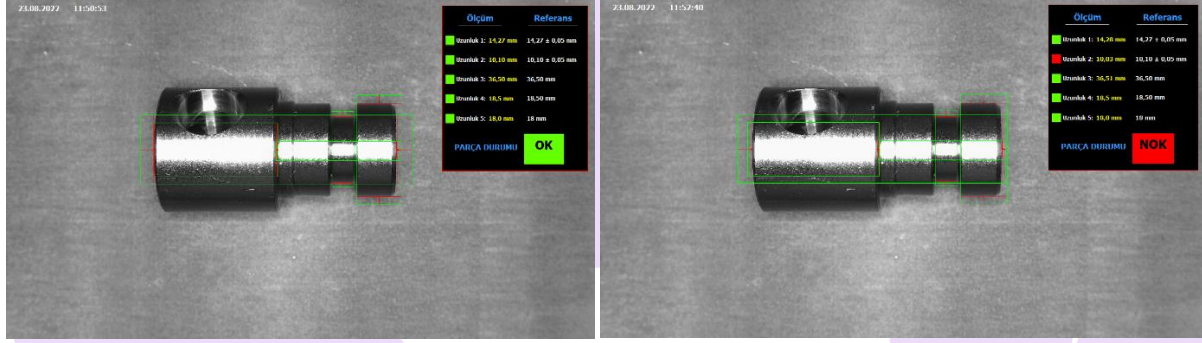
Şekil 4.a. Gerçekleştirilen sistemin uygulama alanı



Şekil 4.b. Üretim hattı Kontrol Mekanik Tasarımı

3. Geliştirilen Yapay Görme Sistemi ile Otomatik Kontrol

Çalışmada üretim hattında T01 nolu tezgâhta üretilen hidrolik bağlantı parçalarının geliştirilen yapay görme sistemi ile otomatik kontrolü gerçekleştirilmiştir. Geliştirilen yazılım ara yüzünde parçanın durumu OK/NOK şeklinde gösterilmekte ve çap, en, boy ve uzunluk gibi ölçümsel parametreler incelenmiştir. Elde edilen ölçüm görselleri Şekil 5 ve Şekil 7 arasında detaylı olarak gösterilmiştir. Hatasız ve hatalı parçalar için ölçüm sonuçları ve referans değerler geliştirilen ara yüzde görülebilmektedir. Kontrol birimleri, indikatörler aracılığıyla yeşil veya kırmızı renkte OK/NOK çıktı vermektedir. Hatalı parçaların tespiti sonrasında ana kontrol birimi, otomasyon kontrolcüsüne çıktı göndererek hatalı parçaların hattan ayrılmasını sağlamaktadır.



Şekil 5. Birinci tip örnek parça hata tespiti



Şekil 6. İkinci tip örnek parça hata tespiti



Şekil 7. İkinci tip (alt görünüm) örnek parça hata tespiti

Şekil 5 ve Şekil 6'da parçanın yandan görünümü için kontrol gösterilmiştir. Şekil 7 ise parçanın üstten ölçüm sonucunu göstermektedir. Geliştirilen yazılım ara yüzünde kontrol birimleri ekranın sağ üst kısmında çerçeve içerisinde yazdırılmaktadır. Çerçeve içerisinde ölçüm ve referans değerler için iki kısım bulunmaktadır. Yapılan kontrol sonrasında ölçüm sonucu ekrana yazdırılmaktadır ve referans değer bilgisi de ekranda gösterilmektedir. Şekil 5'te görüleceği üzere, parçanın referans ölçüsü 10,10 mm iken bu uzunluk değeri hatalı olduğundan indikatör kırmızıya dönmüştür. Diğer şekillerde de benzer çalışmalar görülmektedir. Tüm kontrol birimleri için bir indikatör oluşturularak yeşil renk ile gösterilmiştir. Kontrol birimi istenilen aralıkta değilse indikatör kırmızıya dönerek çıktı vermektedir. Buna ek olarak parçanın genel durumunu gösteren bir indikatör de ara yüz ekranına eklenmiştir. Bu indikatör alt indikatörlerden en az birinin hata tespit etmesi durumunda kırmızıya dönerek çıktı vermektedir. Tablo 2'de kontrol edilen parçalara ilişkin referans parametreler ile ölçülen değerler gösterilmiştir. Tablo 2'den de görüleceği üzere, geliştirilen sistemin kontrol hassasiyetinin < %1 olduğu görülmektedir.

Tablo 2. Geliştirilen sistemde kontrol edilen parçalara ilişkin ölçüm sonuçları

Kontrol Edilen Parça	Uzunluk-1		Uzunluk-2		Uzunluk-3		Uzunluk-4		Uzunluk-5	
	Referans Değer (mm)	Ölçülen Değer (mm)	Referans Değer (mm)	Ölçülen Değer (mm)	Referans Değer (mm)	Ölçülen Değer (mm)	Referans Değer (mm)	Ölçülen Değer (mm)	Referans Değer (mm)	Ölçülen Değer (mm)
Parça-1	14,27	14,26	10,10	10,09	36,5	36,507	18,5	18,502	18	18,01
Parça-1 Hata (%)	%0,7		%0,099		%0,02		%0,01		%0,055	
Parça-2	14	14,009	7	6,991	2	2,005	-	-	-	-
Parça-2 Hata (%)	%0,064		%0,13		%0,25		-		-	
	Çap-1		Çap-2		Çap-3					
	Referans Değer (mm)	Ölçülen Değer (mm)	Referans Değer (mm)	Ölçülen Değer (mm)	Referans Değer (mm)	Ölçülen Değer (mm)				
Parça-3	19,30	19,291	12,98	12,990	9,63	9,633				
Parça-3 Hata (%)	%0,047		%0,077		%0,0311					

4. Sonuç ve Tartışma

Bu çalışmada, standart kamera sistemleri ile hem ölçüm maliyetini düşürebilmek hem de üretim verimliliğini artırabilmek adına %0,5-%1 seviyelerindeki hata oranında çalışabilecek akıllı bir yapay görme sisteminin geliştirilmesine çalışılmıştır. Uygulanan yöntem ile elde edilen sonuç hassasiyetinin istenilen referans değerlerinde sağlandığı görülmektedir ve bununla beraber uygulanan yöntem %0,5 - %1 seviyelerindeki hata oranı ile başarılı sonuçlar vermektedir. Üretilen çözüm yöntemleri, proje gereksinimlerini dikkate alarak tartışılmış ve en uygun yöntem seçilmiştir ve aydınlatma ve kamera sistemlerinin seçimi için ön çalışmalar yapılmıştır. İhtiyaca uygun olarak 2 kamera ve aydınlatma sistemini içeren mekanik tasarım yapılmış, ön yazılım çalışmaları sonucunda düşük hata oranı sağlayan bir yazılım altyapısı oluşturulmuştur.

Kullanıcı ara yüzü altyapısı oluşturularak ölçüm sonuçları anlık olarak gösterilmektedir. Sistem tasarımında planlandığı gibi 2 kamera üzerinde kontrol işlemleri gerçekleştirilerek hatalı/hatasız şekilde sınıflandırma yapılmaktadır. Karar mekanizması, otomasyon sistemi için uygun çıktılar üretebilmektedir. Mevcut durumda üretilen parçaların kontrolünde kullanılan ve yurtdışından ithal edilen mikrometre maliyeti on binlerce Euro ile ifade edilirken, geliştirilen sistemin maliyetinin sadece mikrometre maliyetinin %10'u bir maliyetle ve geliştirilebilir esnek bir yazılım ile gerçekleştirilebilmesinin önü açılmıştır. Sistemin tam otomatik hale dönüştürülmesi ile firmada diğer otomotiv yedek parça üretim hatlarına da uygulanması planlanmaktadır.

Teşekkür: Bu çalışma TÜBİTAK TEYDEB 1501 Sanayi AR-GE Projesi kapsamında desteklenen 3220867 numaralı "Otomotiv ve Savunma Sanayi Üretim Hatlarında ki Parçaların Dalgacık Dönüşümü Tabanlı Yapay Görme Sistemi ile Otomatik Kontrolü" isimli proje kapsamında desteklenmiştir. Projeye desteklerinden dolayı başta TÜBİTAK'a ve ERBAB Otomat Yedek Parça San. ve Tic. Genel Müdürü Sn. Ufuk ERDOĞAN'a destekleri için teşekkür ederiz.

5. Referanslar

- [1] Q. Song, W. Ding, H. Peng, J. Gu, and J. Shuai, "Pipe defect detection with remote magnetic inspection and wavelet analysis," *Wireless Pers. Commun.*, vol. 95, no. 3, pp. 2299-2313, Aug. 2022.
- [2] S. W. Oh, D.-B. Yoon, G. J. Kim, J.-H. Bae, and H. S. Kim, "Acoustic data condensation to enhance pipeline leak detection," *Nucl. Eng. Des.*, vol. 327, pp. 198-211, Feb. 2018.
- [3] C. Wu, S. Yao, and B. Corinne, "Leakage current study and relevant defect localization in integrated circuit failure analysis," *Microelectron. Rel.*, vol. 55, nos. 3-4, pp. 463-469, Feb. 2015.
- [4] J.-P. Wang, Y. Wu, and T.-W. Zhao, "Short critical area model and extraction algorithm based on defect characteristics in integrated circuits," *Analog Integr. Circuits Signal Process.*, vol. 91, no. 1, pp. 83-91, Apr. 2017.
- [5] T. Li, L. Gao, P. Li, and Q. Pan, "An ensemble fruit fly optimization algorithm for solving range image registration to improve quality inspection of free-form surface parts," *Inf. Sci.*, vols. 367-368, pp. 953-974, Nov. 2016.
- [6] W. Zhou, M. Fei, H. Zhou, and K. Li, "A sparse representation based fast detection method for surface defect detection of bottle caps," *Neurocomputing*, vol. 123, pp. 406-414, Jan. 2014.
- [7] F. R. López-Estrada, D. Theilliol, C. M. Astorga-Zaragoza, J. C. Ponsart, G. Valencia-Palomo, and J. Camas-Anzueto, "Fault diagnosis observer for descriptor Takagi-Sugeno systems," *Neurocomputing*, vol. 331, pp. 10-17, Feb. 2018.
- [8] H. Shao, H. Jiang, H. Zhang, and T. Liang, "Electric locomotive bearing fault diagnosis using a novel convolutional deep belief network," *IEEE Trans. Ind. Electron.*, vol. 65, no. 3, pp. 2727-2736, Mar. 2018.

- [9] Y. Li, D. Zhang, and D.-J. Lee, "Automatic fabric defect detection with a wide-and-compact network," *Neurocomputing*, vol. 329, pp. 329-338, Feb. 2019.
- [10] J. Lei, X. Gao, Z. Feng, H. Qiu, and M. Song, "Scale insensitive and focus driven mobile screen defect detection in industry," *Neurocomputing*, vol. 294, pp. 72-81, Jun. 2018.
- [11] N. Boaretto and T. M. Centeno, "Automated detection of welding defects in pipelines from radiographic images DWDI," *NDT E Int.*, vol. 86, pp. 7-13, Mar. 2017.
- [12] S. Hajizadeh, A. Núñez, and D. M. J. Tax, "Semi-supervised rail defect detection from imbalanced image data," *IFAC-PapersOnLine*, vol. 49, no. 3, pp. 78-83, 2016.
- [13] Z. Wakaf and H. A. Jalab, "Defect detection based on extreme edge of defective region histogram," *J. King Saud Univ.-Comput. Inf. Sci.*, vol. 30, no. 1, pp. 33-40, Jan. 2018.
- [14] S. S. Martínez, C. O. Vázquez, J. G. García, and J. G. Ortega, "Quality inspection of machined metal parts using an image fusion technique," *Measurement*, vol. 111, pp. 374-383, Dec. 2017.
- [15] YANG, Jing, et al. Real-time tiny part defect detection system in manufacturing using deep learning. *IEEE Access*, 2019, 7: 89278-89291.
- [16] Güzelce, B. & Bayrak, G. (2021). Developing a real-time pattern matching algorithm using artificial neural network for a reliable quality control in industrial applications . *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi* , 11 (2) , 537-546 . DOI: 10.17714/gumusfenbil.826323
- [17] G. Bayrak, A. Çakiroğlu, İ. Öztürk Yılmaz, A. Y. Bılıcı and Y. A. Candemir, "Otomotiv Üretim Hatlarındaki 3D Parçaların Kalite Kontrolü İçin Endüstri 4.0 İle Uyumlu Yapay Görme Sisteminin Geliştirilmesi," 2022 International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies (ISMSIT), Ankara, Turkey, 2022, pp. 624-628, doi: 10.1109/ISMSIT56059.2022.9932814.

EVALUATION OF PREALBUMIN AS A BIOMARKER

Elif Karabacak

Adana City Training and Research Hospital, Department of Pharmacy, Turkey

ORCID ID:0000-0003-2054-4542, elifkarabacak2010@hotmail.com

Abstract

Prealbumin is a plasma protein synthesized mainly from the liver. This protein, which can be easily measured in plasma, can provide a more timely effect as it can rapidly reflect changes in nutrition and other conditions due to its short half-life (1.8 days) (Keller, 2019; Sanchez-Lastres et al., 2003). The purpose of this research is; to evaluate prealbumin as a biomarker in the light of studies. In publications, it is mentioned that prealbumin is an important and sensitive marker of nutritional status (Altun & Eke, 2020; Mellis et al., 2018; Myron et al., 2007). In addition, while the c-reactive protein/prealbumin ratio was associated with mortality (Li et al., 2017) in medical intensive care unit patients, this ratio was also associated with severe organ dysfunction (Pinilla et al., 1998). It has also been stated that abnormal preoperative prealbumin levels (<18 mg/dL) can be considered a risk factor for surgical complications (Bae et al., 2011). It has been reported that prealbumin has a role in predicting the prognosis (mainly survival) in various clinical conditions such as dialysis (Sreedhara et al., 2016), gastric cancer (Shen et al., 2018), lung cancer (Shimura et al., 2019), and cardiovascular diseases (Wang et al., 2018) We can say that early assessment of prealbumin level in patient admission can predict long-term prognosis despite inflammation (Delliere & Cynober, 2017; Bernstein et al., 1995).

Keywords: Prealbumin, biomarker, mortality.

1. Introduction

Prealbumin is a low-weight (54-kDa) tetrameric non-glycosylated plasma protein known as transthyretin. It is mainly synthesized and catabolized in the liver. It also has a half-life of 1.8 days. (Lopez et al., 2022; Cunningham et al., 2006; Sanchez-Lastres et al., 2003). It is excreted by the kidney (Delliere & Cynober, 2017). Normal plasma levels are between 17 and 42 mg/dL (Lopez et al., 2022). Prealbumin gradually increases up to age 20 and has been reported to reach the reference range for adults up to age 60. Since sex steroid hormones control the synthesis of this protein, female values are known to be slightly below male values. It has been noted that the lower range of values associated with elderly patients is more likely to be associated with age and decreased Insulin-like growth factor-1. It is also stated that some experts advocate the use of prealbumin as a routine screening tool in the elderly (Delliere & Cynober, 2017; Raynaud-Simon et al., 2001). While prealbumin levels may increase in cases of renal dysfunction, corticosteroid therapy, or dehydration, they may decrease during physiological stress, infection, liver dysfunction, and overhydration (Keller, 2019; Delliere & Cynober, 2017).

Prealbumin has a dual physiological role; It is one of three specific carrier proteins, both thyroid hormones and retinol, indirectly involved in the transport of vitamin A. Hepatic synthesis of prealbumin is extremely sensitive to both the adequacy and levels of protein and energy intakes (Delliere & Cynober, 2017; Cunningham et al., 2006; Ingenbleek & Young, 1994).

2. Prealbumin Value in Malnutrition

This visceral protein molecule has also been reported to be a transport protein, a marker of malnutrition, liver disease, and acute inflammation (Lopez et al., 2022). Low plasma concentrations of proteins such as albumin, transferrin, C-reactive protein (CRP), and retinol-binding proteins have been noted to act as nutritional indicators during and after infection. Albumin concentrations are traditionally measured as an estimate of nutritional status. However, the disadvantage of this measurement is the long half-life of albumin (18 to 20 days). Since the half-life of prealbumin is much shorter than that of albumin and transferrin (8 days), it can provide a more timely effect, as it can reflect changes in nutritional status more quickly (Keller, 2019; Sanchez-Lastres et al., 2003). In adults, plasma prealbumin concentrations of 16 to 25 mg/dL indicate borderline malnutrition, while concentrations below 16 mg/dL indicate definitive malnutrition (Sanchez-Lastres et al., 2003). Protein malnutrition has been reported to be associated with impaired host defense mechanisms, particularly cell-mediated immunity (Cunningham et al., 2006).

In publications, it is mentioned that prealbumin is an important and sensitive marker of nutritional status (Altun & Eke, 2020; Mellis et al., 2018; Myron et al., 2007). Due to its short half-life, it has been stated that plasma concentration will return to normal as soon as nutritional status is established (Cunningham et al., 2006; Sachs & Bernstein, 1986). It is stated that malnutrition is an important and common prognostic factor in patients with cirrhosis. On the other hand, the diagnosis of malnutrition in patients with cirrhosis can be difficult, and an easily measurable and widely available marker needs to be included. However, prealbumin is an easily measured marker. In a study, prealbumin levels were measured in cirrhotic patients without clinically significant malnutrition, and this was used as a malnutrition marker. In addition, the effect of nutritional support in patients with low prealbumin levels was also evaluated in the study. Prealbumin can be used as an easily measurable parameter for earlier detection of malnutrition in patients with cirrhosis and no clinically significant malnutrition. It has been shown that oral nutritional support, especially with products containing relatively high carbohydrate levels and low protein, can positively affect MELD scores (Dag et al., 2020). However, they are not considered sufficient to evaluate nutritional status alone, as they are affected by inflammation conditions such as infections and liver disease (Mellis et al., 2018; Cunningham et al., 2006).

3. Prealbumin in Inflammation and Other Pathological Conditions

Inflammatory signals are potent inhibitors of visceral protein synthesis, and the use of these proteins as biomarkers of nutritional status has been discussed as they are strongly influenced by inflammation and less than protein energy stores (Keller, 2019). It is stated that early evaluation of prealbumin level in patient admission can predict long-term prognosis despite inflammation. In a study, there are results showing that values below 0.11 g/L are associated with increased mortality and hospital stay and that there is an increased risk for values between 0.11 and 0.16 g/L (Delliere & Cynober, 2017; Bernstein et al., 1995). It has been stated that malnutrition biomarkers, such as prealbumin, may be of interest as easily measurable predictors of prognosis for surgical outcomes and mortality in serious diseases (Keller, 2019).

A retrospective study conducted with the data of 645 patients in our country found that the prealbumin values of patients with anemia were significantly lower than those without (Altun & Eke, 2020). In another study, 111 hemodialysis and 78 peritoneal dialysis patients were followed up by the study group for five years. Biochemical variables such as serum prealbumin, albumin, cholesterol, and creatine were analyzed. Based on this study, prealbumin <30 mg/dL was reported to be the strongest variable in predicting the risk of mortality in hemodialysis patients and increased mortality in patients on peritoneal dialysis ($p=0.002$ for hemodialysis patients and $p=0.035$ for peritoneal dialysis patients). Among the nutritional status markers tested, prealbumin level was stated to be the best single nutritional indicator of survival in patients with end-stage renal disease (Sreedhara et al., 2016). Increased CRP/prealbumin ratio has been associated with mortality in medical intensive care unit patients (Li et al., 2017). Another study evaluated the relationship between severe organ dysfunction, measured by multiple organ dysfunction score, and the ratio between two hepatic proteins, CRP and prealbumin. The prospective study group measured serum CRP and prealbumin values of 70 patients, energy expenditure using indirect calorimetry, and severe organ dysfunction. In the study, these three variables were reported and evaluated by correlation between intensive care unit stay and mortality for each of them. It has been shown that there is a strong correlation between the CRP/prealbumin ratio and single and multiple organ dysfunction in patients with sepsis (Pinilla et al., 1998). Yet another study predicted that surgical patients' low CRP/prealbumin ratio would successfully close gastrointestinal fistulas (Harriman et al., 2011).

A prealbumin algorithm has been proposed as a practical guide to help physicians classify general medical and intensive care patients regarding complication risk and outcome (Delliere & Cynober, 2017). It is stated that prealbumin screening can only be performed when an acute inflammatory condition ($CRP > 15$ mg/L) is excluded. A prealbumin level of <0.11 g/L has been associated with increased mortality and length of hospital stay, and an increase of less than 0.04 g/L per week has been shown to fail nutritional therapy (Keller, 2019; Li et al., 2017).

In a retrospective study of 319 patients, the relationship of prealbumin levels at presentation with prognosis was evaluated in stroke patients treated with mechanical thrombectomy. Prealbumin levels were found to be significantly lower in patients older than 80 years of age, in women, in patients with a pre-stroke Rankin score >2, in patients with a glomerular filtrate rate <60 mL/min, and in those with atrial fibrillation. In multivariate analysis, prealbumin was shown to be an independent risk factor associated with mortality at 3 months and was reported to act as an independent predictor of long-term mortality (Lopez et al., 2022).

Prealbumin levels were found to be significantly lower than normal in patients admitted for the treatment of severe odontogenic infection. It is stated that there may be a relationship between the length of stay and low prealbumin concentrations (Cunningham et al., 2006).

To date, variants of prealbumin have been described, most of which are associated with varying degrees of cardiac and/or neural tissue amyloid deposits. All known variants have been stated to result from a single amino acid substitution due to a single point mutation in the coding region of the prealbumin gene (Ingenbleek & Young, 1994). Alzheimer's disease (AD), a progressive neurodegenerative disorder, can only be diagnosed definitively after death. The most promising AD biomarkers identified to date have been reported to be found in the cerebrospinal fluid (CSF). Among these, transthyretin is one of the most interesting candidates, a thyroxine and retinol transporter bound by amyloid- β (A β). It has been suggested that it protects against A β accumulation. It has been stated that a biomarker detectable in plasma can have great diagnostic value and can be used for determining disease progression and monitoring therapeutic efficacy because it is more accessible than CSF-based markers. In a related study, plasma protein levels of prealbumin were examined by immunoblotting in 90 subjects with late-onset AD and 50 age-matched non-dementia controls, and it was shown that lower plasma transthyretin level in AD compared to control. These data suggest that plasma prealbumin is a strong AD biomarker candidate that should be included in the development of blood-based biomarker panels for disease diagnosis and that plasma transthyretin is also a marker of disease severity and progression (Velayudhan et al., 2012).

It is stated that preoperative nutritional status is associated with postoperative complications. Abnormal preoperative prealbumin levels (<18 mg/dL) can be considered a risk factor for surgical complications. A study mentioned that preoperative prealbumin levels might be a useful marker in predicting complications after gastric surgery, especially infectious complications, and even show a higher sensitivity than albumin (Bae et al., 2011). It has also been reported that postoperative complication rates are significantly higher in ovarian cancer patients with prealbumin levels <18 mg/dL and undergoing cytoreductive surgery (Geisler et al., 2007). Studies have reported a role for prealbumin in predicting the prognosis (mainly survival) in various clinical conditions such as gastric cancer (Shen et al., 2018), lung cancer (Shimura et al., 2019), and cardiovascular diseases (Wang et al., 2018).

4. Conclusion

Measuring the plasma prealbumin level is an important step in evaluating nutritional status. However, the role played by serum biomarkers in diagnosing or monitoring malnutrition is controversial. This is due to their relatively low specificity and the fact that underlying diseases such as inflammation greatly impact serum visceral proteins in particular. In addition, biomarkers may need to be

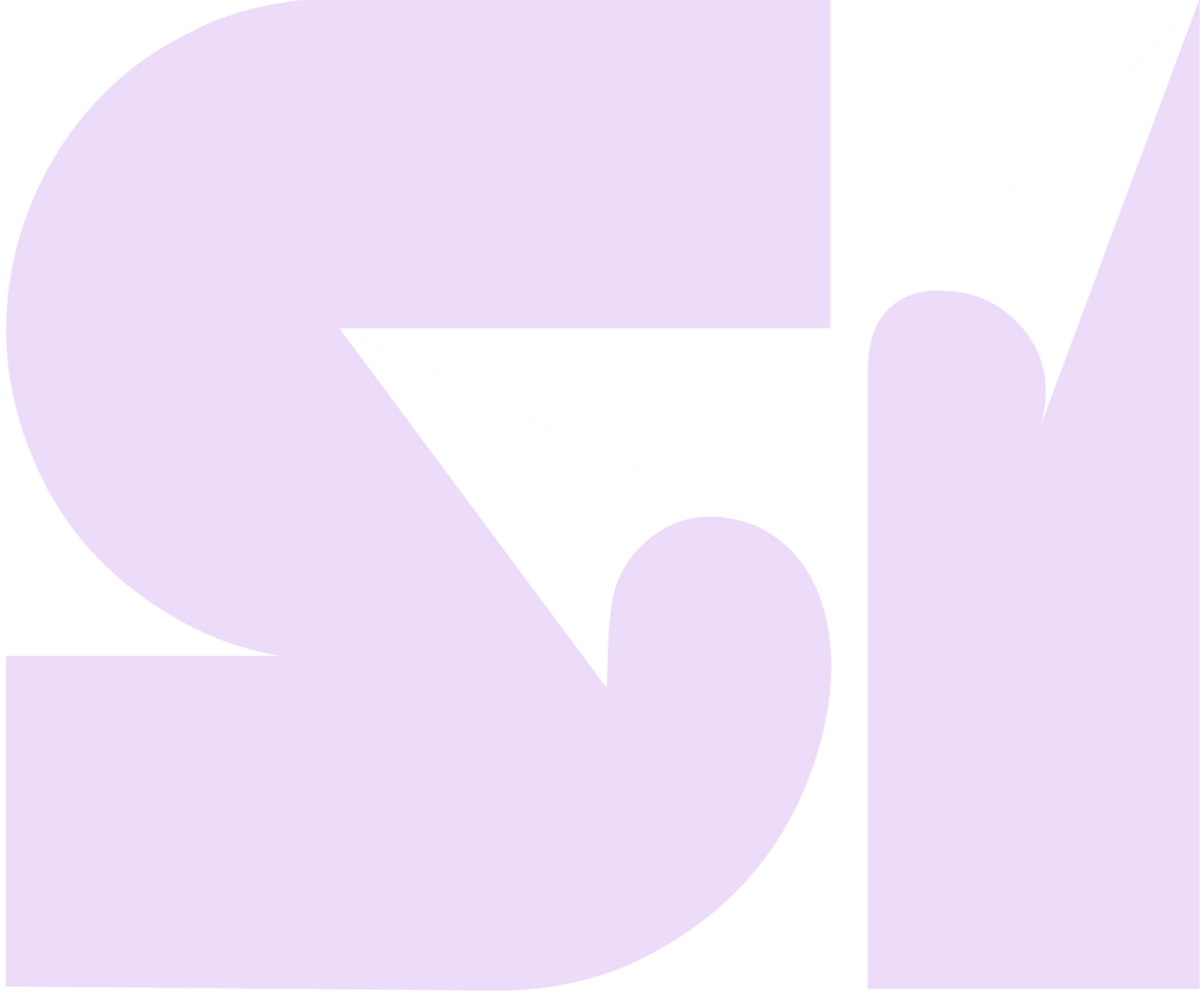
investigated in large randomized controlled trials to guide nutritional therapy. Early evaluation of prealbumin may be useful in predicting the patient's long-term prognosis in many pathological conditions such as inflammation, lung and stomach cancer, stroke, and cardiovascular diseases. However, we can say that a biomarker such as prealbumin is a valid prognostic indicator of disease outcome and mortality in patients at risk of malnutrition.

5. References

- ALTUN, Y., & DALGIC, N. (2020). Evde Sağlık Hizmeti Alan Hastalarda Anemi Prevalansı ve Serum Pre-albumin Düzeylerinin Anemi Üzerine Etkisi. *Ege Klinikleri Tıp Dergisi*, 58(2), 1-5.
- BAE, H. J., LEE, H. J., HAN, D. S., SUH, Y. S., LEE, Y. H., LEE, H. S., ... & YANG, H. K. (2011). Prealbumin levels as a useful marker for predicting infectious complications after gastric surgery. *Journal of Gastrointestinal Surgery*, 15, 2136-2144.
- BERNSTEIN, L., BACHMAN, T. E., MEGUID, M., AMENT, M., BAUMGARTNER, T., KINOSIAN, B., ... & SPIEKERMAN, M. (1995). Measurement of visceral protein status in assessing protein and energy malnutrition: Standard of care: Prealbumin in nutritional care consensus group. *Nutrition*, 11(2), 169-171.
- CUNNINGHAM Jr, L. L., MADSEN, M. J., & VAN SICKELS, J. E. (2006). Using prealbumin as an inflammatory marker for patients with deep space infections of odontogenic origin. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, 64(3), 375-378.
- DAG, Z., KOSEOGU, H., & KEKILLI, M. (2020). The use of prealbumin as a predictor of malnutrition in cirrhotic patients and the effect of nutritional support in patients with low prealbumin levels. *Turkish Journal of Medical Sciences*, 50(2), 398-404.
- DELLIERE, S., & CYNOBER, L. (2017). Is transthyretin a good marker of nutritional status?. *Clinical Nutrition*, 36(2), 364-370.
- GEISLER, J. P., LINNEMEIER, G. C., THOMAS, A. J., & MANAHAN, K. J. (2007). Nutritional assessment using prealbumin as an objective criterion to determine whom should not undergo primary radical cytoreductive surgery for ovarian cancer. *Gynecologic oncology*, 106(1), 128-131.
- HARRIMAN, S., RODYCH, N., HAYES, P., & MOSER, M. A. (2011). The C-reactive protein-to-prealbumin ratio predicts fistula closure. *The American journal of surgery*, 202(2), 175-178.
- INGENBLEEK, Y., & YOUNG, V. (1994). Transthyretin (prealbumin) in health and disease: nutritional implications. *Annual review of nutrition*, 14(1), 495-533.
- KELLER, U. (2019). Nutritional laboratory markers in malnutrition. *Journal of clinical medicine*, 8(6), 775.
- LI, L., DAI, L., WANG, X., WANG, Y., ZHOU, L., CHEN, M., & WANG, H. (2017). Predictive value of the C-reactive protein-to-prealbumin ratio in medical ICU patients. *Biomarkers in medicine*, 11(4), 329-337.
- LOPEZ, B., CASTANON-APILANEZ, M., MOLINA-GIL, J., FERNANDEZ-GORDON SANCHEZ, S., GONZALEZ, G., REGUERA ACUNA, A., ... & LOPEZ-CANCIO, E. (2022). Serum prealbumin levels on admission as a prognostic marker in stroke patients treated with mechanical thrombectomy. *Cerebrovascular diseases extra*, 12(3), 103-108.
- MELLIS, M. E. S. H., RIZK, M. M. M., HASSAN, N. E., & MOHAMED, S. A. (2018). Prealbumin as a new marker for assessment of the nutritional status in patients with gynecological malignancies. *Indian Journal of Gynecologic Oncology*, 16, 1-10.
- MYRON JOHNSON, A., MERLINI, G., SHELDON, J., & ICHIHARA, K. (2007). Clinical indications for plasma protein assays: transthyretin (prealbumin) in inflammation and malnutrition: International Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (IFCC): IFCC Scientific Division Committee on Plasma Proteins (C-PP).
- PINILLA, J. C., HAYES, P., LAVERTY, W., ARNOLD, C., & LAXDAL, V. (1998). The C-reactive protein to prealbumin ratio correlates with the severity of multiple organ dysfunction. *Surgery*, 124(4), 799-806.
- RAYNAUD-SIMON, A., LAFONT, S., BERR, C., DARTIGUES, J. F., BAULIEU, E. E., & LE BOUC, Y. (2001). Plasma insulin-like growth factor I levels in the elderly: relation to plasma dehydroepiandrosterone sulfate levels, nutritional status, health and mortality. *Gerontology*, 47(4), 198-206.
- SACHS, E., & BERNSTEIN, L. H. (1986). Protein markers of nutrition status as related to sex and age. *Clinical chemistry*, 32(2), 339-341.
- SANCHEZ-LASTRES, J., EIRIS-PUNAL, J., OTERO-CEPEDA, J. L., PAVON-BELINCHON, P., & CASTRO-GAGO, M. (2003). Nutritional status of mentally retarded children in northwest Spain: II. *Biochemical indicators. Acta Paediatrica*, 92(8), 928-934.
- SHEN, Q.; LIU, W.; QUAN, H.; PAN, S.; LI, S.; ZHOU, T.; OUYANG, Y.; XIAO, H. Prealbumin and lymphocyte-based prognostic score, a new tool for predicting long-term survival after curative resection of stage II/III gastric cancer. *Br. J. Nutr.* 2018, 120, 1359-1369.
- SHIMURA, T.; SHIBATA, M.; INOUE, T.; OWADA-OZAKI, Y.; YAMAURA, T.; MUTO, S.; HASEGAWA, T.; SHIO, Y.; SUZUKI, H. Prognostic impact of serum transthyretin in patients with non-small cell lung cancer. *Mol. Clin. Oncol.* 2019, 10, 597-604.
- SREEDHARA, R., AVRAM, M. M., BLANCO, M., BATISH, R., AVRAM, M. M., & MITTMAN, N. (1996). Prealbumin is the best nutritional predictor of survival in hemodialysis and peritoneal dialysis. *American journal of kidney diseases*, 28(6), 937-942.

WANG, W.; WANG, C.-S.; REN, D.; LI, T.; YAO, H.-C.; MA, S.-J. Low serum prealbumin levels on admission can independently predict in-hospital adverse cardiac events in patients with acute coronary syndrome. *Medicine* 2018, 97, e11740.

VELAYUDHAN, L., KILLICK, R., HYE, A., KINSEY, A., GUNTERT, A., LYNHAM, S., ... & LOVESTONE, S. (2012). Plasma transthyretin as a candidate marker for Alzheimer's disease. *Journal of Alzheimer's Disease*, 28(2), 369-375.



KINETIC MODELING OF *CHLORELLA VULGARIS* MICROALGAE BEHAVIOR IN WATER TREATMENT

Burcu Şimşek Uygun¹, Esin Huriye Buğdaycı^{2*}

^{1,2} *Eskisehir Technical University, Environmental Engineering, Türkiye*

¹ ORCID ID: 0000-0003-1211-4198, bsimsek1@eskisehir.edu.tr

² ORCID ID: 0000-0002-6145-6701, esinbgdyc@gmail.com

* Corresponding Author

Abstract

In recent times, environmental pollution has significantly increased due to agricultural practices, urbanization, industrialization, and other factors. Water resources are also affected by this situation, and in addition, wastewater generated from human consumption pollutes receiving environments. Biological treatment methods are widely used for the treatment of wastewater. The utilization and removal of organic matter in wastewater by microalgae as a nutrient source play a crucial role in the sustainability of wastewater treatment. This study aims to mathematically model the removal of nitrogen and phosphorus from domestic wastewater using *Chlorella Vulgaris* algal culture. Experimental studies were conducted in a batch reactor, and removal efficiencies of nitrate nitrogen, ammonium nitrogen, and phosphate phosphorus were examined through measurements. The results indicate that microalgae efficiently perform the removal of pollutants process. In addition to the use of microalgae in treatment processes, a good microalgae kinetic model is highly important for nutrient removal, microalgae biomass accumulation, and enhancing operational settings in wastewater treatment. Furthermore, specific growth rates of microalgae according to nitrogen and phosphorus nutrients were compared using the Michaelis-Menten equation for growth kinetics. According to the calculations, the nitrogen-based specific growth rate ($\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{NH}_4\text{-N}$) was determined as $\mu_{\text{max}}=0.053 \text{ day}^{-1}$, and the phosphorus-based (PO_4^{3-}) specific growth rate was determined as $\mu_{\text{max}}=0.061 \text{ day}^{-1}$.

Keywords: Kinetic modeling, Microalgae, *Chlorella Vulgaris*, Specific growth rate.

1. Introduction

Excessive use of fertilizers and pesticides in urban and agricultural areas leads to serious nitrate and phosphate pollution in surface and groundwater. Discharge of domestic wastewater, sewage, animal farms, processed food factories, and decomposition of organic matter release nitrogen into water environments. Therefore, studies related to nitrogen and phosphorus pollution and their treatment are of great importance [1].

Wastewater treatment using organisms such as bacteria, fungi, protozoa, and microalgae, which are capable of metabolizing parameters such as nitrogen, phosphorus, and carbon, has been extensively researched and studied. Among these organisms, microalgae have gained significant attention in wastewater treatment in recent years due to their fast growth rate and ability to thrive in challenging conditions [2].

In studies, *Chlorella Vulgaris* has been observed to be one of the fastest-growing microalgae among various species (Gutwinski and Cema, 2016).

In a study conducted by Şebnem A. and İlgi K. K., the effect of ammonia nitrogen and phosphorus concentration on the removal from wastewater by the algal species *C. vulgaris* was investigated, and kinetic coefficients were determined. Experimental results showed that *C. Vulgaris* was able to completely remove ammonia nitrogen and achieve 78% efficiency in phosphate phosphorus removal. The discontinuous kinetic coefficients for the removal of ammonia nitrogen by *C. Vulgaris* were determined as $k = 1.5 \text{ mg NH}_4\text{-N mg}^{-1} \text{ chl-a d}^{-1}$ and $K_m = 31.5 \text{ mg/L}$. Similarly, for the removal of $\text{PO}_4\text{-P}$, the kinetic coefficients were found to be $k = 0.5 \text{ mg PO}_4\text{-P mg}^{-1} \text{ chl-a d}^{-1}$ and $K_m = 10.5 \text{ mg/L}$. Therefore, the removal rate of ammonia nitrogen is higher than that of phosphorus [3].

A good microalgae kinetic model holds significant importance not only for the treatment processes involving microalgae but also for achieving nutrient removal, promoting biomass growth, and optimizing operating conditions in wastewater treatment. The kinetic modeling of *Chlorella Vulgaris* microalgae can help optimize water treatment processes. This modeling can be used to evaluate factors such as nutrient input, growth rate of microalgae, biomass production, and efficiency of nutrient removal. Additionally, through this modeling, different scenarios can be simulated to examine the impact of various operating conditions and achieve the best performance.

Kinetic modeling involves some different mathematical equations that define the growth rate and nutrient taken of microalgae. These equations vary depending on factors such as nutrient concentration, temperature, pH, and some operational parameters. Understanding how *Chlorella Vulgaris* microalgae behaves in water treatment, these equations are developed using laboratory experiments and data.

The Monod (1) and Droop (2) models are frequently utilized mathematical models for studying microalgae growth. These models are employed to analyze the specific growth rates of microalgae. In Monod-type kinetics, the maximum specific growth rate is

determined by the nutrient limitation, whereas in the Droop model equation, the maximum specific growth rate represents the growth rate of microalgae with an unlimited internal nutrient content [4].

The numbers of microalgae has typically four phases over time; lag phase, exponential growth phase, stationary phase, death phase. The following mass balance represents for modeling microalgae;

$$\frac{dX}{dt} = (k_g - k_d)X \quad (1)$$

X is bacterial concentration, k_g is bacterial growth rate and k_d is bacterial death rate. k_g can be taken as μ .

The relationship between growth rate and concentration of substrate can be determined following empirical model;

$$\mu = \mu_{max} \frac{S}{K_s + S} \quad (2)$$

μ_{max} is maximum growth rate when food is abundant, S is substrate concentration (mg/L) and K_s is a half-saturation concentration. This model is sometimes called Michaelis-Menten model and also referred as Monod model [5].

$$\mu = \mu_{max} \frac{[A]}{K_A + [A]} \quad (3)$$

$$\mu_D = \mu_{D,max} * \left(1 - \frac{Q_0}{q}\right) \quad (4)$$

Monod and Droop models are often associated with equation 5.

$$\mu_{D,max} = \frac{\mu_m P_m}{P_m - \mu_m Q_0} \quad (5)$$

μ_m is Monod specific growth; μ_D is represented as Droop specific growth rate; $\mu_{m,D}$ is indicated as Droop maximum specific growth rate; [A] is denoted concentration of the nutrient A (mg/L); Q_0 is minimum cell quota; q is cell quota; p_m is represented as maximum nutrient uptake rate per cell [4].

Although studies have shown that the Droop model can accurately reproduce the dynamics of microalgae growth, the Monod model is more commonly used by researchers due to the ease of measuring the external nutrient concentration in the culture medium. While the Droop model takes into account the internal nutrient concentration, the Monod model is preferred due to its simplicity and ease of application in experimental studies, where the relationship between substrate concentration and the specific growth rate of microalgae is straightforward. However, in specific studies where the internal nutrient concentration is significant and can better explain growth dynamics, the Droop model is employed. There are also different models about growth rates [4].

This study aimed to model the removal of pollution from domestic wastewater using *Chlorella Vulgaris* algal culture. The data for modeling were obtained in a laboratory environment using a batch reactor. The nitrogen and phosphorus-based specific growth rates of the microalgae were compared by employing the Monod equation to analyze their growth kinetics.

2. Material and Method

The aim of this study is to determine the biological treatment capacities of *Chlorella Vulgaris* algae culture in water, besides to measure specific growth rates based on nitrogen and phosphorus nutrients.

The surface water sample was obtained from the discharge point of Eskişehir Municipal Wastewater Treatment Plant outlet to the Porsuk Stream. Sampling location is shown in the Figure 1.

The experiment was set up using a batch reactor equipped with an Imhoff cone. Air was introduced into the system through a diffuser located at the lower part of the funnel. To provide illumination, a blue-red LED light source was utilized. A parabolic reflective surface covered with aluminum foil was placed around the cone to enhance the efficiency of the light source. In addition to monitoring $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{NH}_4^+\text{-N}$, PO_4^{3-} , pH, and temperature values, chlorophyll-a measurements were conducted to observe the growth stages of the algae. pH adjustment during the experimental studies was carried out manually.

The experiments for $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{NH}_4^+\text{-N}$, and PO_4^{3-} were conducted using the Hach DR2400 VIS spectrophotometer. Chlorophyll-a measurements, on the other hand, were performed using the Turner Design Aqua Fluor Fluorometer/Turbidimeter device to obtain in vivo Chl-a values[6].

After these experiments, calculations about kinetic modeling has been done. The microalgae growth kinetic model used the Monod model to account for nutrient limitations. Components of microalgae growth kinetic model include nitrogen types as NO_3^- and NH_4^+ and phosphorus type as PO_4^{3-} .



Figure 1. Porsuk Stream sampling point

3. Results and Discussion

Total ammonium nitrogen- nitrate nitrogen and phosphate concentrations in experiments with *Chlorella Vulgaris* in wastewater are shown in the graphs below (Fig.2).

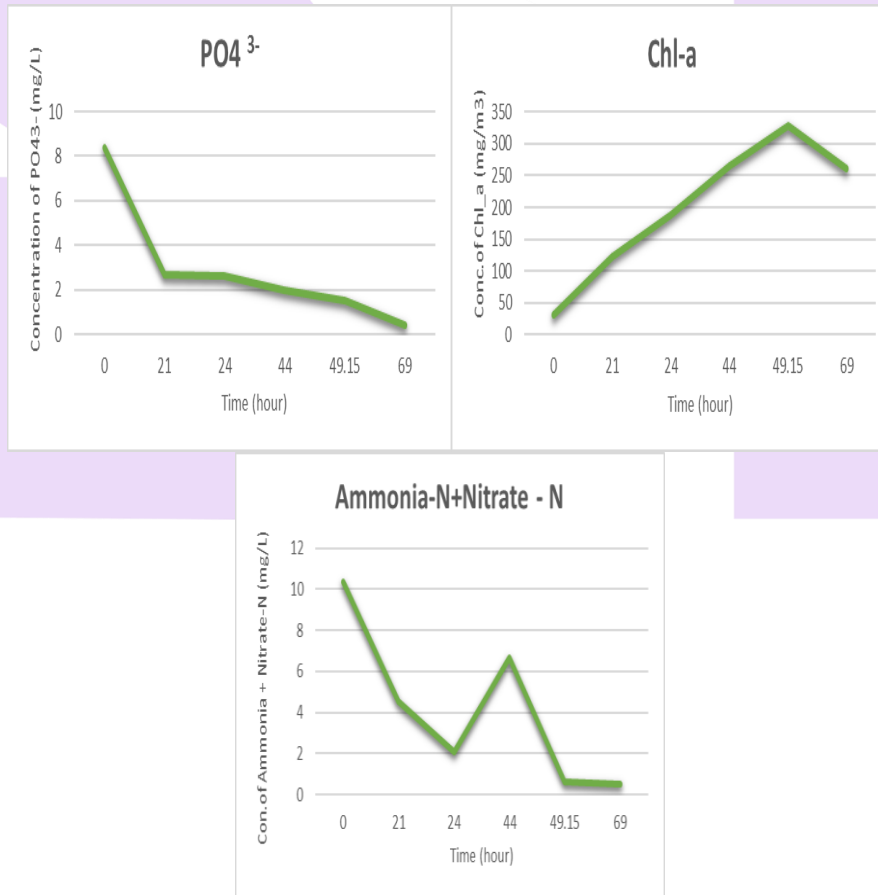


Figure 2. PO₄³⁻, Chl-a, total NO₃⁻ and NH₄⁺ concentration changes in Porsuk Stream samples

Equation 1 and 2 are combined together and solved with linear methods.

$$\frac{dX}{dt} = (k_g - k_d)X \quad \mu = \mu_{max} \frac{S}{K_s + S}$$

X is taken as Chl-a concentration values, S is substrate concentration which is total NO_3^- and NH_4^+ , and PO_4^{3-} . Since it is not known which type of nitrogen the algae primarily uses, the sum of nitrate and ammonia nitrogen was used as a nutrient. For substrate total NO_3^- and NH_4^+ , $\mu_{\max}$ is 0.053 day^{-1} , K_s is 0.028 mg/L , and for substrate PO_4^{3-} , $\mu_{\max}$ is 0.061 day^{-1} , K_s is 0.042 mg/L .

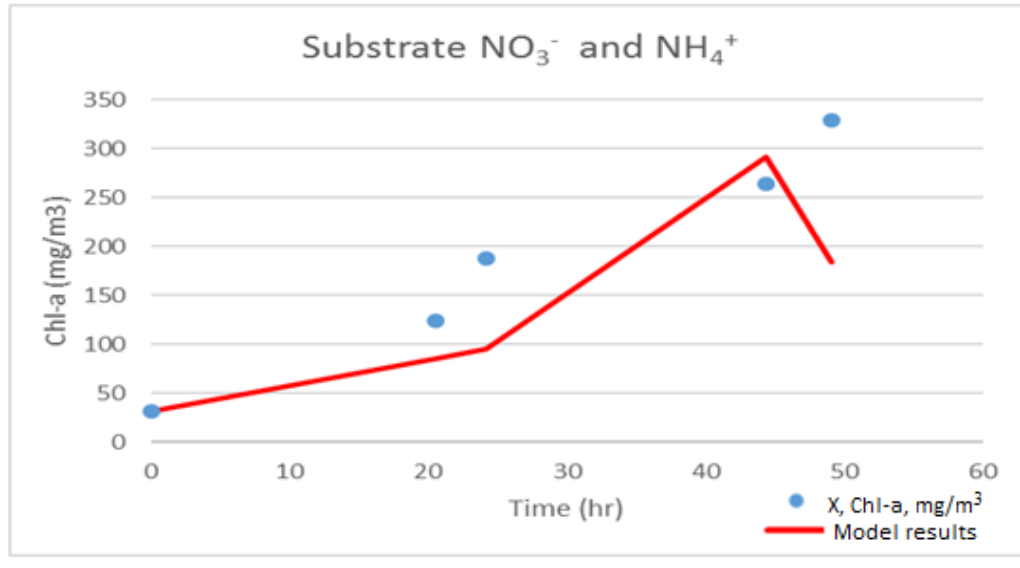


Figure 3. Model and experimental results for substrate NO_3^- and NH_4^+

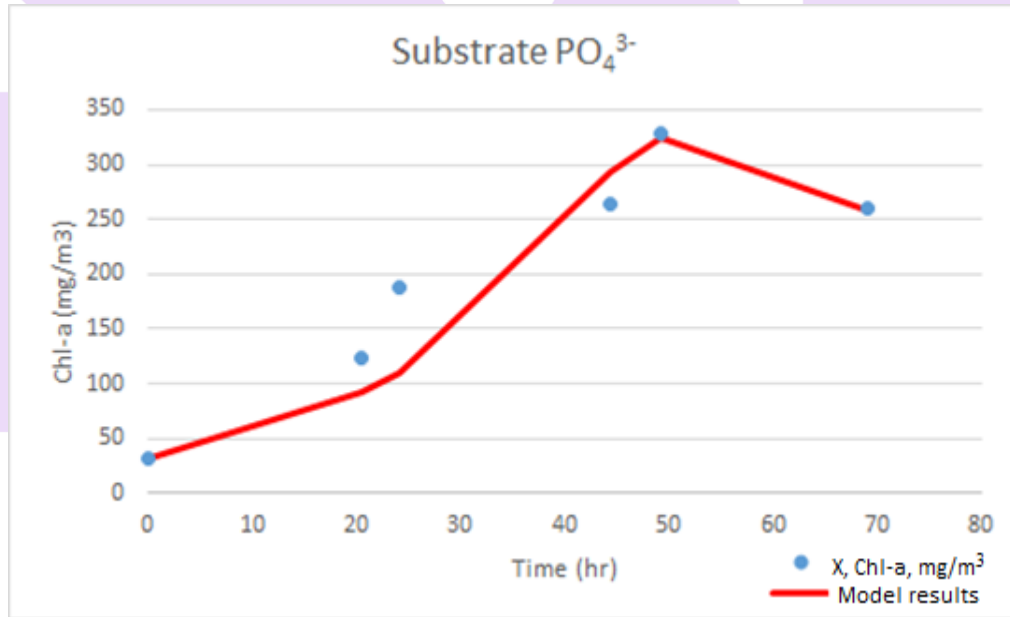


Figure 4. Model and experimental results for substrate PO_4^{3-}

The successful outcomes obtained from the application of microalgae in the elimination of nitrogen and phosphorus from domestic wastewater lead to the conclusion that their utilization is highly effective. Algae have been observed to actively contribute to the restoration of both wastewater and natural bodies of water. Moreover, their ability to rapidly and efficiently utilize the excess nutrients present in wastewater makes them a valuable asset in the treatment process. When employed in wastewater treatment, microalgae demonstrate their significant role, offering an economical approach with numerous advantages.

The maximum specific growth rate ($\mu_{\max}$) of microalgae tends to be similar for nitrogen and phosphorus nutrients across different substrates. However, it is expected that the substrate affinity constant (K_s) would differ, considering the variations in nutrient concentrations and utilization patterns. Since nitrogen and phosphorus have different concentrations and are utilized by microalgae at different rates, the K_s values would reflect these discrepancies. The K_s values for nitrogen and phosphorus would be distinct, accounting for the specific nutrient requirements and uptake dynamics of microalgae for each nutrient.

The incorporation of a reliable microalgae kinetic model holds great significance not only in treatment procedures but also in achieving efficient nutrient removal, promoting biomass growth, and optimizing operational parameters in wastewater treatment. A robust microalgae kinetic model serves as a valuable tool for accurately predicting and understanding the dynamics of nutrient uptake, biomass production, and the influence of various operating conditions. By utilizing such a model, wastewater treatment processes can be fine-tuned and optimized to enhance overall system performance and achieve desired treatment outcomes. In conclusion, the kinetic modeling of *Chlorella Vulgaris* microalgae in water treatment can contribute to the development of more effective and efficient water treatment processes. This modeling provides a better foundation for understanding and optimizing the behavior of microalgae, enabling sustainable use of water resources and environmental protection.

4. References

- [1] Taziki, Mahboobeh, Hossein Ahmadzadeh, Marcia A. Murry, ve Stephen R. Lyon. «Nitrate and Nitrite Removal from Wastewater Using Algae.» Current Biotechnology, 2015.
- [2] Delgadillo-Mirquez, Liliana, Filipa Lopes, Behnam Taidi, ve Dominique Pareau. «Nitrogen And Phosphate Removal From Wastewater With A Mixed Microalgae And Bacteria Culture.» Biotechnology Reports, 2016: 18-26.
- [3] Aslan, Şebnem, ve İlgi Karapınar Kapdan. «Batch Kinetics of Nitrogen and Phosphorus Removal From Synthetic Wastewater By Algae.» Ecological Engineering 28, 64-70. İzmir, 2006.
- [4] C. Eze, Valentine, Sharon B. Velasquez-Orta, Andrea Hernández-García, Ignacio Monje-Ramírez, ve Maria T. Orta-Ledesma. «Kinetic Modelling of Microalgae Cultivation For Wastewater Treatment and Carbon Dioxide Sequestration.» Algal Research 32 içinde, 131-141. 2018.
- [5] Chapra, S. C. (1997). *Surface Water Quality Modeling* United States of America: McGraw-Hill Companies.
- [6] Buğdaycı, E. H. , Şimşek Uygun, B., Göncü, S. "Removal Of Nitrate And Phosphorus From Surface Water And Wastewater Using *Chlorella Vulgaris* Algae Culture In A Batch Reactor" 4th International Eurasian Conference on Science, Engineering and Technology, EurasianSciEnTech 2022, 14-16 December, Ankara, Turkey.

NUMERICAL INVESTIGATION OF REACTION KINETICS OF ADDED AND COATED HYDROGEN STORAGE MATERIALS

KATKILI VE KAPLAMALI HİDROJEN DEPOLAMA MALZEMELERİNİN REAKSIYON KINETİĞİNİN SAYISAL OLARAK İNCELENMESİ

Gamze Atalmış^{1*}, Serkan Toros², Yüksel Kaplan³

¹⁻³ Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, 51240, Niğde

¹⁻³ Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Prof. Dr. T. Nejat Veziroğlu Temiz Enerji Uygulama ve Araştırma Merkezi, 51240.

¹ ORCID ID: 0000-0002-2392-7672, gamzee_umudum@hotmail.com

² ORCID ID: 0000-0003-0438-2862, serkantoros@ohu.edu.tr

³ ORCID ID: 0000-0002-0186-6063, ykaplan@ohu.edu.tr

* Corresponding Author

Abstract

In the study, a two-dimensional axisymmetric model was applied for hydrogen storage in metal hydride reactors. This model was used to analyze how the charge variables of storage materials with different thermal conductivities affect the hydrogen absorption process. In this context, the effects of ENG (expanded natural graphite) additive and copper coating method on hydrogen storage of LaNi₅ based hydrogen storage alloy to improve thermal properties were investigated in detail. In addition, the variation of temperature and H/M ratios over time, which are among the process parameters affecting the hydride formation, were investigated. It has been observed that the heat released due to the exothermic reaction must be removed from the reactor and that it causes an increase in the equilibrium pressure at high temperatures, thus hydride formation slows down at high temperatures. The main aim of the study is to examine which parameters can be changed to obtain the desired metal hydride behavior and to numerically examine the process parameters affecting hydrogen storage. Simulation studies have shown that the permeability and thermal conductivity of metal hydride are important process parameters for metal hydride reactor design.

Keywords: 2D-Axial Symmetrical Simulation, Thermal Conductivity, Copper Coated LaNi₅, Expanded Natural Graphite

1. Giriş

Kömür, ham petrol ve doğal gazdan oluşan fosil kökenli yakıtlar yenilenebilir ve çevreye büyük zarar verirlir. Hidrojen ise hem yenilenebilir hem de çevre dostudur. Ancak, hafifliği ve gaz halide bulunması nedeniyle, depolanmasıyla ilgili sorunlar vardır. Ayrıca pratik hidrojen depolanması büyük ölçekte hidrojen ekonomisinin başarısının önünde en büyük engel teşkil ettiği düşünülebilir [1]. Günümüzde birçok otomotiv firması yakıt hücresi taşıtlarını piyasaya sürmüştür. Dolayısıyla hidrojenin depolanması önem kazanmıştır. Hidrojen çeşitli fiziksel ve kimyasal yöntemlerle depolanabilmektedir. Her depolama tekniğinin kendine göre avantajları ve dezavantajları vardır. Klasik depolama yöntemlerine göre (sıvı, gaz halinde) metal hidrür reaktörlerde hidrojeni düşük basınçta ve sıcaklıkta daha küçük bir hacimde depolamak mümkün olmaktadır. Metal hidrür depolama metodu hidrojenin bazı alaşımlarla reaksiyonu prensibine dayanmaktadır. Hidrojen kullanılmak istendiğinde metal hidrür reaktörün bir miktar ısıtılmasıyla istenilen miktarda hidrojen geri alınabilmektedir. Metal hidrür depolama metodunun getirdiği avantajlarla gelecekteki depolama metodu olacağı düşünülmektedir [2]-[3]. Son yıllarda bu konuda birçok çalışma yapılmıştır [4]-[5]. Jemni ve Nasrallah [6], metal hidrür reaktörlerinde absorpsiyon işlemi için iki boyutlu bir matematiksel model geliştirmişlerdir. Reaktör geometrisi, ısı transfer katsayısı ve şarj basıncı gibi proses parametrelerinin hidrür oluşumu üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Diğer bir çalışmalarında ise hidrojen akışını hesaba katarak katı ve gazın termal dengesini incelemişler ve reaktörde oluşan ısı ve kütle transferini karakterize eden bir matematiksel model geliştirmişlerdir [7]. Kaplan ve Veziroğlu [8], metal hidrür reaktöründeki hidrojen depolanmasını sayısal olarak incelemişlerdir. Çalışmalarında, hidrür yatağındaki kompleks ısı ve kütle transferi ile kimyasal reaksiyonu dikkate almışlar ve sayısal sonuçların hidrür oluşumunun denge basıncından önemli ölçüde etkilendiğini göstermişlerdir. Satheesh vd. [9] ise, MmNi_{4.6}Al_{0.4}/MmNi_{4.6}Fe_{0.4} hidrür çifti ile çalışan bir metal hidrür soğutma sisteminin sayısal analizini yapmışlardır. Birleştirilmiş reaktör çiftinde zamana bağlı ısı ve kütle transferleri için bir silindirik model oluşturularak, iki boyutlu matematiksel modelde nümerik olarak çözülmüştür. Reaktörlerde, sıcaklık dağılımı, hidrojen konsantrasyonu ve denge basıncının, sabit ve değişken cidar sıcaklıkları sınır şartlarına etkisini araştırılmıştır. Baldissin ve Lombardo [10], LaNi_{4.8}Al_{0.2} alaşımlarında hidrojen absorpsiyonu ve desorpsiyonu için iki boyutlu bir matematiksel model geliştirmişler ve modelin geçerliliğini deneysel olarak ispatlamışlardır. Model bir enerji, kütle ve bir momentum dengesinden oluşmuştur. Bu diferansiyel denklemler sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak COMSOL yazılımında nümerik olarak çözülmüştür. Teorik ve deneysel sonuçlar karşılaştırıldığında metal hidrürlerde hidrojen depolanmanın en önemli tarafı kullanılan reaktörlerin ısı karakteristikleri, ısı değiştirici özellikleri: toplam ısı transfer katsayısı h ve efektif ısıl etkenliği k en önemli parametrelerdir. Mellouli vd. [11], yaptıkları çalışmada, yakıt pili kullanan araçlar için, kanatlı

spiral borularla donatılmış ısı değıştiricili metal hidrür hidrojen depolama tanklarında ısı ve kütle transferinin optimizasyonu iki boyutlu bir matematiksel model geliştirilmiştir. Model nümerik olarak çözülmüş kompleks ısı ve kütle transferini de hesaba katarak deneysel verilerle karşılaştırılmış ve iyi sonuçlar elde edilmiştir. Jiao vd. [12] LaNi₅'in kullanıldığı metal hidrür tanklarında hidrojen absorpsiyon proseslerinin çeşitli çalışma şartlarının daha iyi anlaşılması için bir matematiksel model geliştirmiştir.

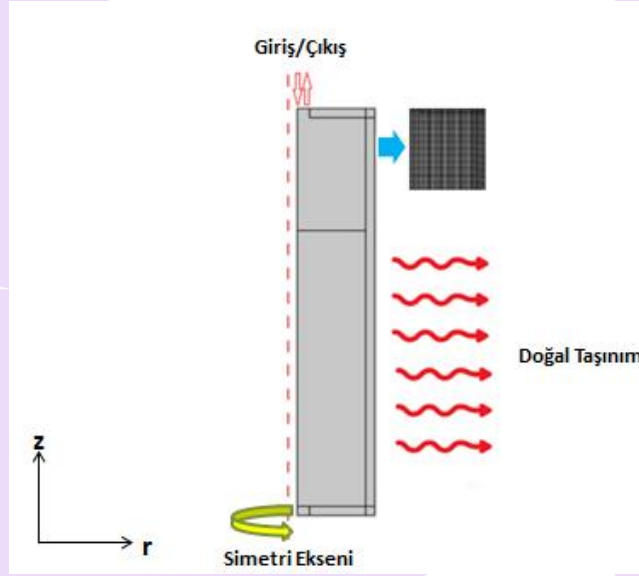
Bu çalışmada; reaktörde şarj/deşarj işlemi sırasında meydana gelen akışı göz önüne alan, kompleks ısı ve kütle transferini kapsayan bir matematiksel model geliştirilmiştir. Matematiksel model ilgili diferansiyel denklemlerin, sonlu kontrol hacimleri üzerinde matematiksel integrasyonuna dayanan bir sayısal yöntemlerle çözülmüştür. Reaktör içerisinde meydana gelen akışın, sistemdeki sıcaklık dağılımından kaynaklanan basınç farkından kaynaklandığı düşünülmüştür.

2. Bulgular ve Tartışmalar

2.1. Matematiksel Model

2.1.1. Geometri ve Örgü (Mesh) Yapısı

Çalışma kapsamında oluşturulan iki boyutlu (2D-Eksenel Simetrik) model geometrisi detayları ile Şekil 1'de verilmiştir. Oluşturulan matematiksel model geometrisine fizik tanımlamalarından sonra COMSOL Multiphysics ticari yazılımı kullanılarak örgü ataması gerçekleştirilmiştir. Sayısal çalışma kapsamında oluşturulan modelde kullanılan hücre geometrinin çözüm kolaylığı açısından kare mesh tercih edilmiştir. Tasarlanan kanatçiksız metal hidrür reaktörü 100 mm uzunluğunda, 19 mm dış çapında ve 1.75 mm et kalınlığındadır.



Şekil 1. Reaktör geometrisi

Sınır şartlarında, sınır duvarları için kayma ve akış olmayan koşullar tanımlanırken, reaktör duvarı ile ortam havası arasında doğal taşınım tanımlanır. Akışkan akışını, ısı ve kütle transferini ve reaktördeki metal hidrit işlemini karakterize eden kimyasal reaksiyonları yöneten bir matematiksel model geliştirilmiştir.

2.1.2. Kullanılan Denklemler

Hidrojen Kütle Dengesi

$$\varepsilon \frac{\partial \rho_g}{\partial t} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r \rho_g u_r) + \frac{\partial}{\partial z} (\rho_g u_z) = -\dot{m} \quad (1)$$
$$\varepsilon \frac{\partial \rho_g}{\partial t} + \nabla(\rho_g \vec{u}) = -S_m$$

Hidrojen ideal gaz kabul edilecek ve basınç hesaplanmasında $P_g = \rho_g T_g R / M_g$ ideal gaz denklemi kullanılacaktır. Burada R evrensel gaz sabiti ve M_g ise hidrojenin moleköl ağırlığıdır.

Katı Fazın Kütle Dengesi

Katı faz kütle dengesi aşağıdaki denklemle ifade edilir.

$$S_m = (1 - \varepsilon) \frac{\partial \rho^m}{\partial t} \quad (2)$$

Momentum Denklemi

r-yönünde

$$\rho \frac{\partial u_r}{\partial t} = -\frac{\partial p}{\partial r} + \mu \left(\frac{\partial}{\partial r} \left(\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r u_r) \right) + \frac{\partial^2 u_r}{\partial z^2} \right) - \rho \left(u_r \frac{\partial u_r}{\partial r} + u_z \frac{\partial u_r}{\partial z} \right) + S_D \quad (3)$$

z-yönünde

$$\rho \frac{\partial u_z}{\partial t} = -\frac{\partial p}{\partial z} + \mu \left(\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial u_z}{\partial r} \right) + \frac{\partial^2 u_z}{\partial z^2} \right) - \rho \left(u_r \frac{\partial u_z}{\partial r} + u_z \frac{\partial u_z}{\partial z} \right) + S_D \quad (4)$$

Burada SD gözenekli ortamdaki akışkanın kaynak terimi olup, Darcy kanunundan elde edilir.

$$S_D = -\frac{\mu}{K} \vec{u} \quad (5)$$

Burada K gözenekli ortamın geçirgenliğidir.

Enerji Denklemi

$$\left(\rho C_p \right)_e \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \lambda_e \frac{\partial T}{\partial r} \right) + \lambda_e \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} - \left(\rho_g C_p u_r \right) \frac{\partial T}{\partial r} - \left(\rho_g C_p u_z \right) \frac{\partial T}{\partial z} + \dot{m} \left(\Delta H - T \left(C_{pg} - C_{ps} \right) \right) \quad (6)$$

Burada ur, ve uz sırayla r ve z yönündeki hız bileşenleri, ρ_e , C_{pe} , k_{eff} sırayla efektif yoğunluk, özgül ısı, ısı iletkenliktir. $(\rho C_p)_e$ ifadesi;

$$\left(\rho C_p \right)_e = \varepsilon \rho_g C_{pg} + (1 - \varepsilon) \rho C_{ps} \quad (7)$$

eşitliğinden hesaplanır. Burada ε gözeneklilik oranıdır. Efektif ısı iletkenlik,

$$k^{eff} = \varepsilon k^g + (1 - \varepsilon) k^s \quad (8)$$

şeklinde yazılabilir. Burada k_g gaz fazın, k_s ise katı fazın ısı iletkenlik katsayısıdır.

Reaksiyon Kinetiği

ST, ekzotermik hidrojen şarj reaksiyonu sırasında ortaya çıkan veya endotermik hidrojendeşarj reaksiyonu sırasında gerekli olan ısı enerjisiyi ifade eden enerji kaynak terimini göstermektedir. Enerji denkleminde, eşitliğin sağ tarafındaki son ifade transfer olan ısı kapasitesini ifade etmektedir. Dolayısıyla;

$$S_T = S_m \left[\Delta H - T \left(c_p^g - c_p^m \right) \right]$$

Depolanan hidrojen miktarı reaksiyon oranıyla doğrudan ilgilidir ve aşağıdaki (10) denklemle ifade edilir. Reaksiyon, denge basıncına bağlı olarak metal hidrürü oluşturmak için sağa veya hidrojeni serbest bırakmak için sola doğru ilerler. Sayısal modelin aşağıdaki denklemleri karşıladığından emin olmak için denge koşulları ve bazı kısıtlamalar eklenir buna göre şarj veyadeşarj olmasına karar verilir. Reaktöre depolanan hidrojen miktarı;

Şayet ; $p_g > p_{eqa}$: Şarj işlemi gerçekleşmesi durumunda;

$$S_{ma} = C_a \exp \left(-\frac{E_a}{RT} \right) \ln \left(\frac{P_g}{P_{eqa}} \right) (\rho_{sat} - \rho_m) \quad (9)$$

$p_{eqa} > p_g > p_{eqd}$;

$$S_m = 0 \quad (10)$$

Benzer şekilde reaktörden alınan hidrojen miktarı ise,

$p_g < p_{eqd}$: Deşarj işlemi gerçekleşir.

$$S_{md} = C_d \exp \left(-\frac{E_d}{RT} \right) \ln \left(\frac{P_g - P_{eqd}}{P_{eqd}} \right) (\rho^m - \rho_{emp}^m) \quad (11)$$

bağıntıdan hesaplanabilir. Burada S_m depolanan/boşalan hidrojen miktarı C_a ve C_d malzemeye bağlı sabit, ρ_{sat} katı fazın doymuş durumdaki yoğunluğu, P_g gaz basıncı ve P_{eq} denge basıncını olup, P_{eqa} ve P_{eqd} aşağıdaki denklem kullanılarak bulunacaktır [13].

$$\ln \frac{P_{eqa}}{P_{eqd}} = 0.13 \quad (12)$$

Şarj/deşarj işlemini simüle edebilmek için bu denklemler aynı anda nümerik olarak çözülmüştür. LaNi₅ alaşımında hidrojendeşarj işlemi esnasında denge basıncı deneysel olarak ölçülmüş olup Denklem (13)'de gösterildiği gibi dokuzuncu dereceden bir polinom fonksiyonu olarak $f(H/M)$ çözülmüştür [4].

$$P_{eqd} = \left(\frac{\Delta H}{RT_{ref}} - \frac{\Delta S}{R} \right) + a_0 + \left(\sum_{n=1}^7 a_n \left(\frac{H}{M} \right)^n \right) \exp \left(\frac{\Delta H}{R} \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_{ref}} \right) \right) \quad (13)$$

2.1.3. Nümerik Çalışma

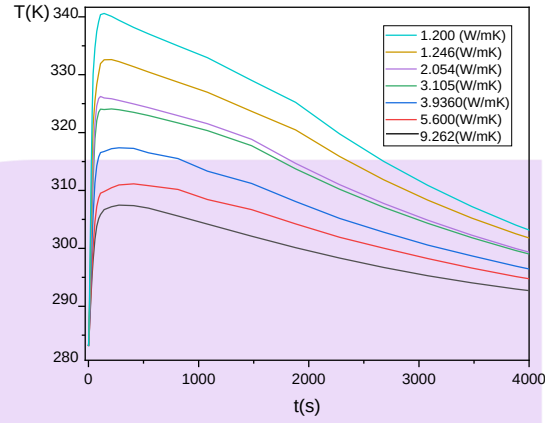
Hidrojen şarj işlemi sırasında hidrojen akış hızı ve metal hidrür reaktör geometrisinin hidrojen şarj işlemi üzerindeki etkisini incelemek için iki boyutlu eksenel simetrik bir model oluşturulmuştur. Oluşturulan model teorik olarak çözülerek 10 bar basınç altında reaktörde meydana gelen ekzotermik reaksiyonlar ve reaktör geometrisinin hidrojen şarj işlemine etkisi incelenmiştir. Metal hidrür reaktörün şematik gösterimi Şekil 1. 'de verilmiştir.

Etkili bir hidrojen depolama için ısı transferinin yönetimi oldukça önemli olduğu kadar, depolama malzemesi için söz konusu olan kritik konular, şarj/deşarj edilen hidrojen miktarı, hidrürün termal kararlılığı, hidrürlenme/dehidrürlenme kinetiği, kristal yapıları, termodinamik ve termofiziksel özellikleridir. Simülasyon çalışmasında, hidrojenin serbest akışı Navier-Stokes ve gözenekli malzeme içerisinde nasıl bir akış davranışı gerçekleştirdiği Brinkman denklemleriyle, reaktör ve soğutucu arasında gerçekleşen konvansiyonel ve ısı iletimi ısı transferi modülü ile gerçekleştirilmiştir. Bununla birlikte metalin yoğunluğunun değişimi ODE ve DAE diferansiyel denklem modülüyle yapılmıştır. Çalışmada, hidrojen depolama malzemelerinin termal iletkenliğini iyileştirmek için depolama malzemesi farklı oranlarda bakır ile kaplanmış ve ENG ile katkılanmıştır. Ayrıca; Metal hidrür reaktörlerde sıcaklık dağılımını belirlemek için reaktörlerin z eksenı boyunca 15, 40 ve 65 mm'lere üç adet termokupl yerleştirilmiştir (Şekil 2). Hidrojen reaktöre şarj edilmeden önce basınç ve sıcaklığı sabittir. Hidrojenin sıcaklığı 290 K olup soğutucu akışkan giriş sıcaklığına eşittir.

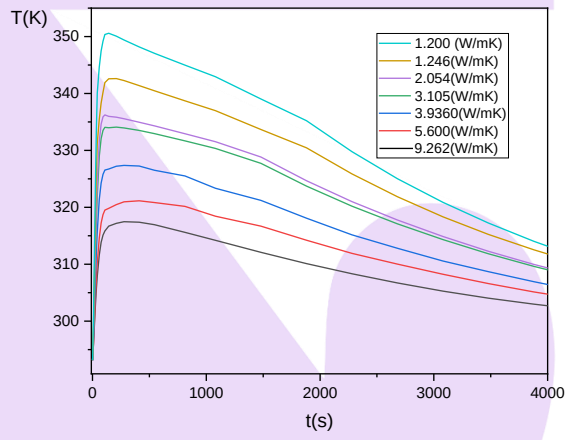


Şekil 2. Termokuplların reaktör üzerindeki yerleşme planı

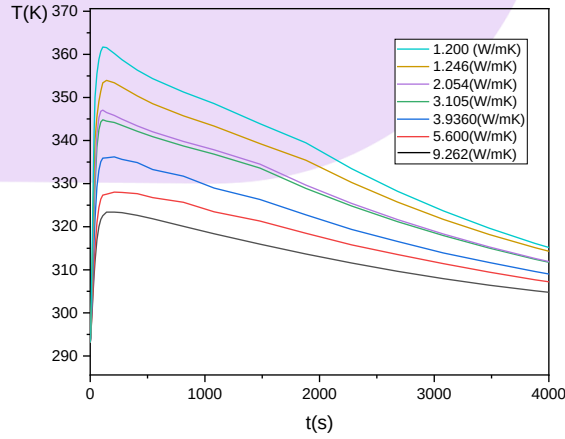
Reaktörde z = 15, 40, 65 mm konumunda 10 bar şarj basınçlarında 4000 s boyunca zamana göre sıcaklığın değişimi Şekil 3 ve 4' te verilmiştir. 10 bar basınç değerinde depolama malzemesi, yaklaşık 500 s sürede maksimum sıcaklığa ulaşmış daha sonra reaksiyon azaldığı için sıcaklıkta reaksiyonlara bağlı olarak düşmeye başlamış 4000 s sonunda oda sıcaklıklarına gelmiştir. Şekil 3 ve 4'te görüldüğü gibi t=100 s sonunda reaktördeki sıcaklık artmaktadır. Sıcaklığın yataкта önemli ölçüde artmasının sebebi, meydana gelen reaksiyonun ekzotermik bir reaksiyon olmasından kaynaklanmaktadır. Reaktör çevreden soğutulduğu için, cidara yakın olan bölgelerde sıcaklık düşmektedir. Şekil 3 ve Şekil 4'te 100 ve 500 saniye sonunda kimyasal reaksiyon reaktörün merkezinde devam etmekte, dolayısıyla merkezdeki sıcaklık yüksek olmaktadır. 2500 ve 3000 saniye sonunda sıcaklık gradyanının iyice azaldığı görülmektedir. Bunun sebebi ise metalin doyma durumuna yaklaşması ve kimyasal reaksiyonun yavaşlamasıdır. Şekillerden de görüldüğü gibi metal doyma durumuna iyice yaklaşmıştır.



a)

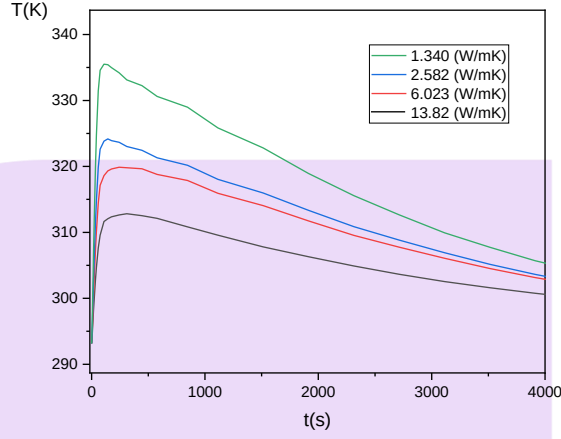


b)

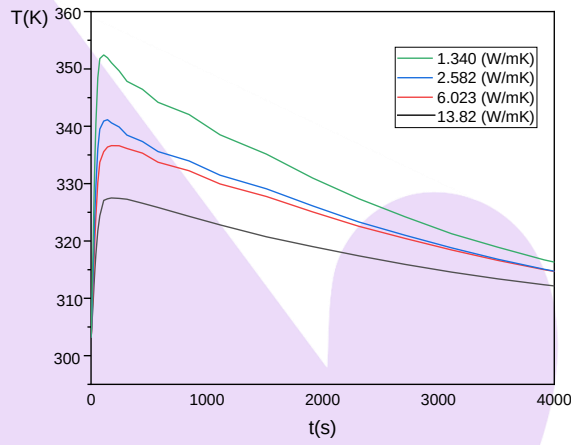


c)

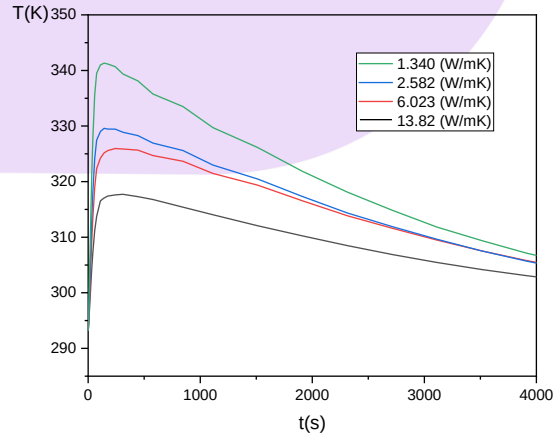
Şekil 3. Farklı oranlarda Bakır ile kaplanmış LaNi5 reaktörün a) 15 mm b) 40 mm c) 65 mm 'deki sıcaklık değişimi



a)



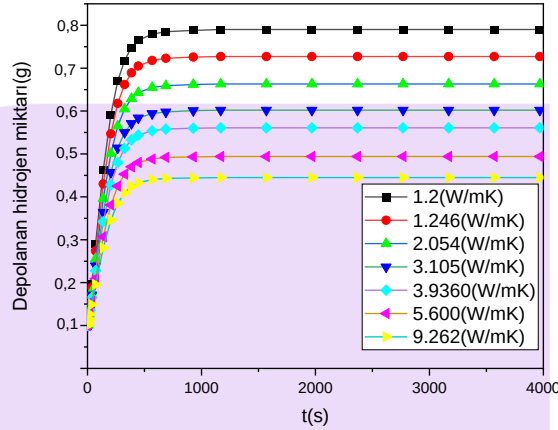
b)



c)

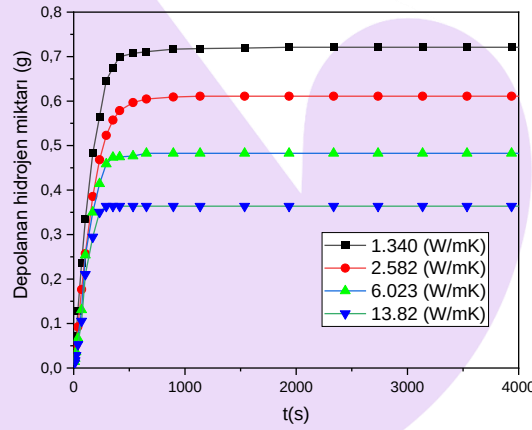
Şekil 4. Farklı oranlarda ENG ile katkılandırılmış LaNi₅ reaktörün a) 15 mm b) 40 mm c) 65 mm 'deki sıcaklık değişimi

Reaktör çevreden doğal olarak soğutulduğu için reaktör duvarına yakın bölgelerde sıcaklık düşer. Sonuç olarak, reaksiyonlar $z = 40$ mm'de 15 mm ve 60 mm'e göre daha yavaş gerçekleşir. Bu durum 40 mm'nin reaktörün ortasında olmasına ve diğerlerine göre yeterli soğutmanın olmayabileceğine bağlanabilir.



Şekil 5. Farklı oranlarda Bakır ile kaplanmış depolama malzemesinin hidrojen depolama miktarı

Termal iletkenlikleri iyileştirilen depolama malzemelerinde yaklaşık 60-150 s'de reaksiyon hızlı bir şekilde gerçekleşmektedir. LaNi₅ depolama malzemesinin hidrojen kütlesi 0,69 g gelirken bakırla kaplanıp termal özellikleri oldukça iyileştirilen depolama malzemesinin 0,40 gram olarak ölçülmüştür.



Şekil 6. Farklı oranlarda ENG ile katkılanmış depolama malzemesinin hidrojen depolama miktarı

Çalışmalar kapsamında ENG katkılı depolama malzemelerinin termal iletkenlikleri oldukça iyileştirilmiştir. Hidrojen absorpsiyonu yaklaşık % 70-90 civarında iyileştirilmiştir. Fakat artan katkı maddesine bağlı olarak hidrojen depolama miktarı neredeyse yarı yarıya düşmüştür. Örneğin termal özelliği % 1380 iyileştirilen, % 20 ENG katkılı depolama malzemesini hidrojen depolama miktarı 0,36 gram, % 1 ENG 0,71 g, % 5 ENG 0,61 g, % 10 ENG katkılıda ise 0,48 g olarak ölçülmüştür.

3. Sonuçlar

Çalışmada, geliştirilen matematiksel model, hidrür/dehidrür oluşumunun temel mekanizmasını anlamaya ve yorumlamaya katkıda bulunmuştur. Hidrojen depolama malzemelerinin termal özelliklerini iyileştirmek için depolama malzemesine farklı oranlarda bakır ile kaplanmış ve ENG ile katkılanmıştır. Bunun sonucunda tasarımı yapılan reaktörde meydana gelen sıcaklık değişimleri ve depolanan hidrojen miktarı gözlemlenmiştir. %10-100 arasında bakır kaplı numunelerin termal özelliklerinde iyileşme (yaklaşık 7,5 kat) olurken %1-%20 arasında (13,5 kat) ENG katkılı depolama malzemesine göre daha azdır. Depolama miktarları ise her iki malzemedede katkılanılan oran kadar düşmüştür.

4. İsimlendirme

- Ca Absorpsiyon hızı sabiti (s^{-1})
- Cd Desorpsiyon hızı sabiti (s^{-1})
- c_g^p Hidrojen ısı kapasitesi ($Jkg^{-1}K^{-1}$)
- c_s^p Metal ısı kapasitesi ($Jkg^{-1}K^{-1}$)
- Ea Absorpsiyon için Aktivasyon enerjisi ($Jmol^{-1}$)

Ed	Desorpsiyon için Aktivasyon enerjisi (Jmol^{-1})
k^{eff}	Etkili termal iletkenlik ($\text{Wm}^{-1} \text{K}^{-1}$)
k^g	Hidrojen termal iletkenliği ($\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$)
k^s	Metal termal iletkenliği ($\text{Wm}^{-1} \text{K}^{-1}$)
M_g	H_2 molekül ağırlığı (kgmol^{-1})
M_m	Metal molekül ağırlığı (kgmol^{-1})
P_g	Hidrojenin Basıncı (Pa)
R	Üniversal gaz sabiti ($\text{Jmol}^{-1} \text{K}^{-1}$)
S_m	Kütle kaynağı ($\text{kg/m}^3\text{s}$)
S_t	Enerji kaynağı (W/m^3)
ΔH	Reaksiyon ısısı (Jmol^{-1})
ΔS	Reaksiyon entropisi ($\text{Jmol}^{-1} \text{K}^{-1}$)
ε	Gözeneklilik
μ	Hidrojen dinamik viskozitesi (Pas)
ρ_{emp}	Hidrojeniz metal yoğunluğu (kgm^{-3})
ρ_{sat}	Doymuş metal hidrür (kgm^{-3})
ρ_g	Hidrojenin yoğunluğu (kgm^{-3})
ρ_m	İlk metal hidrür yoğunluğu (kgm^{-3})

5. Referanslar

- [1] Usman M.R., 2022, Hydrogen storage methods: Review and current status, Renew. Sust. Energ. Rev., 112743.
- [2] Xu Y., Deng Y., Liu, W., Zhao X., Xu J., & Yuan Z., 2023, Research progress of hydrogen energy and metal hydrogen storage materials, Energy Technol. Assess. 55, 102974.
- [3] Huang L. J., Lin H. J., Wang H., Ouyang, L. Z., & Zhu M., 2023, Amorphous alloys for hydrogen storage, J. Alloys Compd, 168945.
- [4] Dhaou H, Askri F, Ben Salah M, Jemni A, Ben Nasrallah S, Lamloumi J, 2007, Measurement and modelling of kinetics of hydrogen sorption by LaNi₅ and two related pseudobinary compounds, Int. J. Hydrogen Energy , 576-587.
- [5] Syawitri T.P. 2016. "A review: the effect of operating conditions and thermal management on the performances of metal hydride hydrogen storage tanks ", Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Volume, 17, 1411-4348.
- [6] Jemni A., Ben Nasrallah S., 1995, Study of two dimensional heat and mass transfer during absorption in a metal- hydrogen reactor, Int. J. Hydrogen Energy , 43-52.
- [7] Meng X., Yang F., Bao Z., Deng J., Serge N.N., Zhang, Z. 2010, Theoretical study of a novel solar trigeneration system based on metal hydrides, Appl Energy, 2050-2061.
- [8] Kaplan Y ve Veziroglu T. N., 2003, Mathematical modelling of hydrogen storage in a LaNi₅ hydride bed, Int. J. Hydrogen Energy, 1027-1038.
- [9] Meng, X., Yang, F., Bao, Z., Deng, J., Serge, N.N., Zhang, Z. 2010. "Theoretical study of a novel solar trigeneration system based on metal hydrides", Appl Energy, 87, 2050-2061.
- [10] Baldissin, D., Lombardo, D., 2009, Thermofluidynamic modelling of hydrogen absorption and desorption in a LaNi_{4.8}Al_{0.2} hydride bed. Excerpt from the proceedings of the COMSOL Conference, Milan, 1-6.
- [11] Mellouli, S., Askri, F., Dhaou, H., Jemni, A., Ben Nasrallah, S., 2010, Numerical simulation of heat and mass transfer in metal hydride hydrogen storage tanks for fuel cell vehicles. Int. Journal of Hydrogen Energy, 1693-1705.
- [12] Kui Jiao, Xianguo Li, Yan Yin, Yibo Zhou, Shuhai Yu, Qing Du. 2012, Effects of various operating conditions on the hydrogen absorption processes in a metal hydride tank. Appl Energy,
- [13] Busque R., Torres R., Grau J., Roda V. and Husar A., 2018, Mathematical modeling, numerical simulation and experimental comparison of the desorption process in a metal hydride hydrogen storage system, Int. J. Hydrogen Energy, 16929 -16940.

Yazarlar, 121M529 numaralı proje kapsamındaki destekler için Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu'na (TÜBİTAK) teşekkür eder. Ayrıca 100/2000 Doktora Burs Programı için Yükseköğretim Kurulu'na (YÖK) teşekkürü bir borç bilir.

MICROSCALE ANALYSIS OF HYDROGEN STORAGE IN METAL HYDRIDE REACTORS

METAL HİDRÜR REAKTÖRLERDE HİDROJEN DEPOLANMASININ MİKRO ÖLÇEKTE ANALİZİ

Rüveyda N. Kaplan¹, Gamze Atalmış^{2*}, Bora Timurkutluk³, Serkan Toros⁴, Yüksel Kaplan⁵

¹⁻⁵ Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, 51240, Niğde

¹⁻⁵ Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Prof. Dr. T. Nejat Veziroğlu Temiz Enerji Uygulama ve Araştırma Merkezi, 51240.

¹ ORCID ID: 0000-0002-1234-4308, ruveydank9@gmail.com

² ORCID ID: 0000-0002-2392-7672, gamzee_umudum@hotmail.com

³ ORCID ID: 0000-0001-6916-7720, bora.timurkutluk@ohu.edu.tr

⁴ ORCID ID: 0000-0003-0438-2862, serkantoros@ohu.edu.tr

⁵ ORCID ID: 0000-0002-0186-6063, ykaplan@ohu.edu.tr

* Corresponding Author

Abstract

In the study, ground and unground forms of commercially purchased LaNi₅ powders are subjected to Cu coating processes to provide a rapid transfer of the heat generated by the binding of H₂ to the material. In order to reveal the H₂ storage characteristics of the coated and uncoated LaNi₅ powders, numerical analyzes of the synthetically generated LaNi₅ powders are carried out. After the properties and general characteristics (powder sizes and distributions) of the studied powders are experimentally determined, these values are defined as input in Digimat software and synthetic microstructures are created. In the experimental investigations, it is determined that the powders are mostly in spherical form. Accordingly, the same definition is used in the relevant software to form global production of powders. Synthetic microstructures are produced by Log-Normal function after characterizing the test data showing the size and distribution of the particles. The effects of different coating thicknesses on the hydrogen storage process are then investigated numerically and experimentally. In the study, the thermal conductivity of the storage material coated with copper is improved by around 200%, resulting in a decrease in the hydrogen charging time and an increase in the stable discharge time. The obtained materials are characterized by SEM, their densities are measured with Helium Pycnometer device, thermal conductivity coefficients are measured with Hot Disk Thermal Constants Analyzer device and particle size distribution is measured with Master Sizer device. Time-dependent variations of H₂ storage amount are studied for coating thicknesses of 0.8, 1, 1.2 and 1.4 µm. After 50 seconds, LaNi₅ powders are completely bound with H₂ for the selected volume. However, the storage rates are different. It is also observed that the storage rate slows down as the coating thickness increases.

Keywords: LaNi₅, Hydrogen storage, Synthetic microstructure generation

1. Giriş

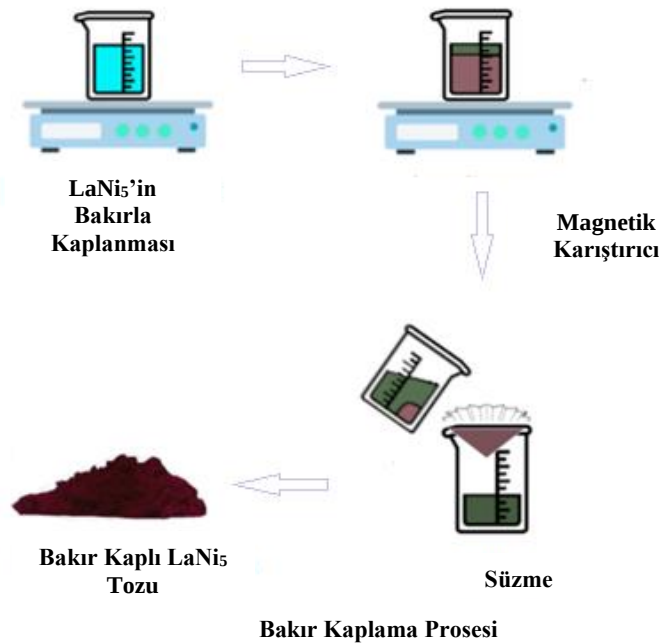
Metal hidrit sistemleri, yakıt hücreleri için hidrojeni depolamanın sabit ve mobil uygulamalar için termodinamik veya elektrokimyasal iş üretmenin güvenli ve etkili bir yolu haline gelmiştir [1]-[4]. Tüm hidrojen depolama teknikleri arasında en yüksek hacimsel kapasiteye ulaşmışlardır. Şu anda ise gravimetrik depolama yeteneklerini geliştirmek için yeni hidrür bileşikler geliştirilmektedir [5]. Şarj ve deşarj işlemleri sırasında alınıp verilen ısı enerjisi oldukça büyüktür (LaNi₅ hidrit için hidrojen gazı molü başına yaklaşık -30,8 kJ) [6]. Metal hidrürler düşük termal iletkenliğe sahip olduğundan (AB₅ tozları için yaklaşık 0,1 W/mK), genellikle hidrür reaktörünün içine ek bir ısı transfer malzemesi eklemek gerekmektedir [7]. Metal hidrürlerin düşük olan termal iletkenliğini artırmak amacıyla metal hidrür malzemeler ve yüksek termal iletkenliğe sahip malzemeler çeşitli teknikler yardımıyla tek bir kompozit malzeme haline getirilmektedir. En sık rastlanan katkı malzemeleri ise bakır ve alüminyum, Genişlemiş Doğal Grafit (ENG), grafen ve diğer karbon türevleri olarak öne çıkmaktadır [8]-[11]. Bu konuda çok sayıda deneysel ve nümerik çalışma yapılmıştır. Deneysel çalışmalar arasında, Kim vd. [12] 1-2 µm bakır kaplamanın termal iletkenlikte 0,22 W/mK- 6 W/mK'nin üzerinde önemli bir artışa yol açtığını göstermiştir. Lee vd., [13] çeşitli kaplama süreleri için bakırla kaplanmış çeşitli metal hidrit tozlarının (LaNi₅, Ca_{0.6}Mm_{0.4}Ni₅ ve LaNi_{4.75}Al_{0.25}) termal iletkenliğini deneysel olarak çalışmışlardır. Bakır kaplamanın metal hidrürlerin termal iletkenliklerini iyileştirdiğini ve kaplanmış metal hidritlerin 3 W/mK ile 6 W/mK arasında değişen termal iletkenlik değerleri gösterdiği bulmuşlardır. Ayrıca Kim ve Kim [14]'de termal iletkenliği 1,2 W/mK olan geleneksel metal hidrür tozuna kıyasla bakır kaplı halka şeklindeki metal hidrür peletlerin termal iletkenliklerini % 400-600 civarında artırdıklarını ve

hidrojen şarj süresini %15-20 azalttıklarını bildirmişlerdir. Nümerik çalışmalarda ise, Freni vd. [15] LaNi_5 metal hidrür alaşımının kullanıldığı bir metal hidrür depolama sistemi üzerinde 3D dinamik simülasyon ve nümerik analizler gerçekleştirmiştir. Geliştirilen model, ısı ve kütle dengesine dayanmaktadır. COMSOL yazılımı ile gerçekleştirilen simülasyon çalışmasında, konu ile ilişkili parametrelerin hidrojen şarj basıncı, geçirgenlik ve metal hidrit tankının ısı iletkenliği olduğu kaydedilmiştir. Gambini vd. [16] ve Muthukumar vd. [17], bir depolama alaşımı ($\text{MmNi}_{4.6}\text{Fe}_{0.4}$) kullanılarak hidrojen kütle akışı, sıcaklık, basınç gibi parametreler sayısal olarak incelenmiştir. Talaganis vd. [18] metal hidrür malzemesinin kullanıldığı hidrojen depolama ve ısı sıkıştırma çevrimlerinin basitleştirilmiş bir modelini oluşturarak analizler yapmıştır. İç ısı iletim değerini ve ısı transfer alanını arttırmak için küçük çaplı birçok tüp tercih edilmiş, gerçekleştirilen simülasyonlarda hidrit malzeme kütlesi, ortalama yatak sıcaklığı, denge basıncı ve reaksiyon oranı parametrelerinin ilişkileri incelenmiştir. Chunk vd. [19] LaNi_5 metal hidrit malzeme kullanarak hacim genişlemesinin ve ısı transferinin hidrojenin absorpsiyon ve desorpsiyon işlemleri üzerindeki etkilerini nümerik olarak incelemiştir.

Bu çalışmada, gözenekli yapıdaki depolama malzemesinin mikro seviyede incelenmesi amacıyla sentetik olarak mikroyapıların üretim çalışmaları gerçekleştirilmiştir. LaNi_5 malzemesinin ısı iletim süreçlerini iyileştirmek adına uygulanan Cu ile kaplama yöntemi de çalışma kapsamında modellenmiştir. Bakır ile kaplanmış depolama malzemelerinin ısı iletim süreçlerini değerlendirmek için deneysel çalışmalar ve farklı kalınlıklarda kaplamalar gerçekleştirilmiştir.

2. Materyal ve Metod

Farklı miktarlarda bakır II sülfat penta hidrat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, Zag Kimya, Türkiye) tozları 500 ml saf su içerisinde çözülüp üzerine bir kaç damla sülfürik asit (H_2SO_4 , Merck, Almanya) ilave edilmiştir. Karışım magnetik karıştırıcı yardımıyla çözülünceye kadar karıştırılmıştır. Optimize edilen miktarda LaNi_5 (Changsha Easchem Co., Çin) tozları karışıma ilave edilir ve kaplama işlemi gerçekleştirilmiştir [20]. Malzeme saf su ve etil alkol ile iki defa yıkandıktan sonra süzülüp oda sıcaklığında kurutulmuştur (Şekil 1).

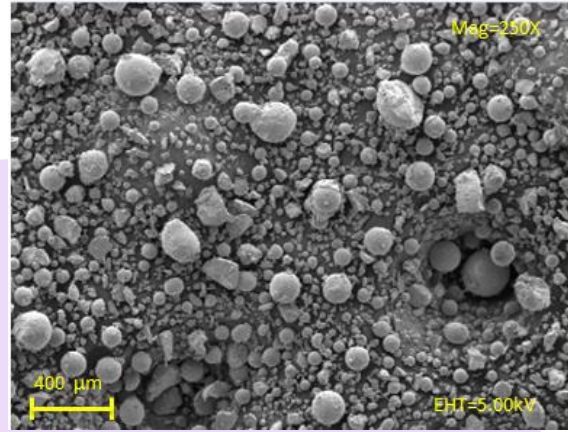


Çalışılan tozların özellikleri genel karakteristikleri (toz boyutları ve dağılımları) belirlendikten sonra bu değerler Digimat yazılımında girdi olarak tanımlanarak sentetik olarak taneler üretilmiştir. Burada deneysel olarak yapılan incelemelerde tozların ekseri küresel formda oldukları belirlenmiştir. Buna bağlı olarak ilgili yazılıma tozların küresel olarak üretilmesi noktasında tanımlamalar yapılmıştır. Toz dağılımları ile ilgili yapılan ölçümlerde de toz boyutlarının ve bunların miktarlarının dağılımını gösteren deney verileri Log-Normal fonksiyonu ile karakterize edilerek sentetik mikroyapılar üretilmiştir.

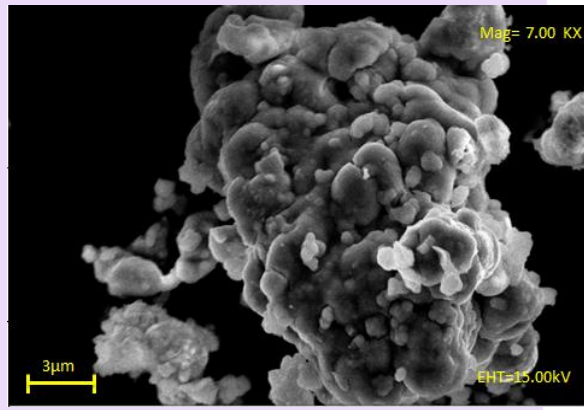
3. Bulgular ve Tartışmalar

3.1. Depolama Malzemelerinin Karakterizasyonları

Ticari olarak satın alınan LaNi_5 ve bakır ile kaplanmış LaNi_5 tozlarının SEM analizleri Şekil 2.'de gösterilmiştir. LaNi_5 tozlarının daha çok küresel formda olduğu görülmektedir. İstenilen mikroyapılar üretildikten sonra gerekli analizlerin gerçekleştirilmesi adına geometriler farklı formatlarda export edilmiş ve Comsol yazılımına aktarılmıştır.



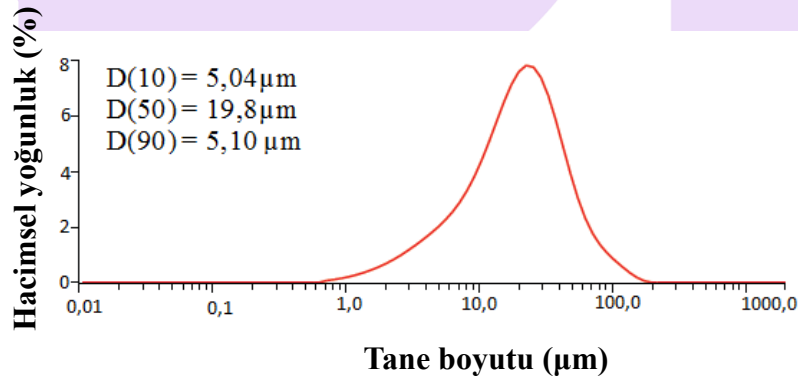
a)



b)

Şekil 2. Sem Görüntüleri a) Ticari LaNi₅ tozları b) Bakır ile kaplanmış LaNi₅ tozları

LaNi₅ tozunun tane boyut analizinde tozların herbirinin ortalama çapı 19,8 µm ölçülmüştür (Şekil 3).

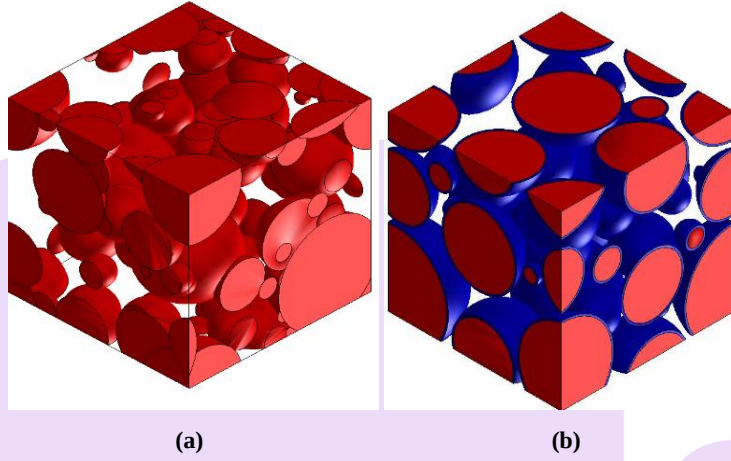


Şekil 3. Ticari LaNi₅ tozlarının Tane Boyut Analizi

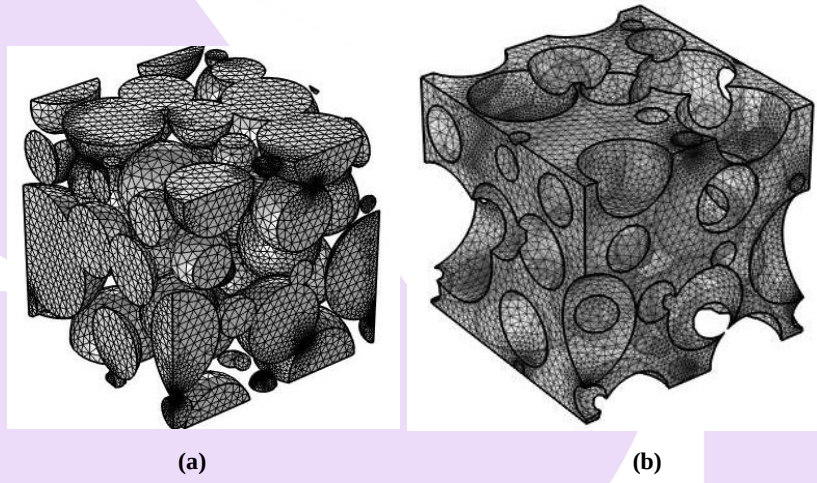
LaNi₅ yoğunluğu 7,8729 g/cm³ olarak ölçülmüştür. Bakır ile kaplı tozların yoğunluğunun ise 7,1897-7,3835g/cm³ arasında değiştiği görülmüştür. Termal iletkenliğini ölçümleri işlenmemiş LaNi₅ tozunun termal iletkenliğinin 1,2 W/mK, bakır kaplı LaNi₅ tozlarının ise 0,8-1,4 µm arasında değişen bakır kaplama kalınlığına bağlı olarak % 200'e varan artışla 2,1-3.6 W/mK arasında değişen termal iletkenliğe sahip olduğu göstermiştir.

3.2. Sentetik Mikroyapı Analizleri

Sentetik olarak üretilmiş metal hidrür ve bakır kaplamaların örnek bir görünümü Şekil 4'te verilmiştir. Şekilde LaNi₅ tozları kırmızı, bakır kaplama ise mavi renk ile gösterilmiştir.



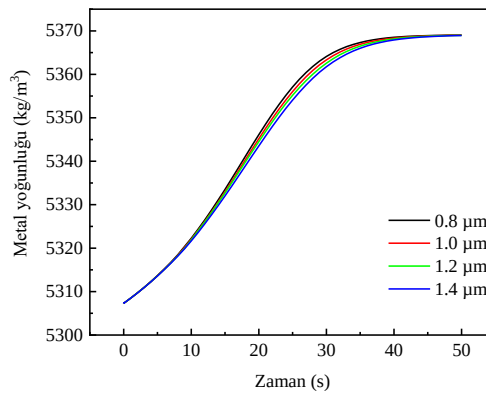
Şekil 4. Sentetik olarak oluşturulmuş LaNi_5 (a) ve $\text{LaNi}_5\text{-Cu}$ (b)



Şekil 5. LaNi_5 (a) ve boşluk (b) ağ yapısı

Kullanılan tipik ağ yapısı örnekleri Şekil 5'te verilmiş olup yapılan analizlerde Laminer akış fiziği, sistem içerisinde H_2 akışının modellenmesi amacı ile kullanılmıştır. Heat Transfer in Fluids fiziği ile depolama esnasında oluşan ısı transferi hesaplatılmıştır. Bununla birlikte H_2 'nin LaNi_5 içerisine bağlanmasının modellenmesi amacı ile de Transport of Diluted Species fiziği kullanılmıştır.

Analizler ilk olarak kısa süreli periyodlar için koşturulmuştur. Yapılan çalışmalarda depolama işleminin kontrolü ise ilgili LaNi_5 malzemesinin yoğunluğunun kontrol edilmesi ile hesaplatılmıştır. Çalışma kapsamında daha önce de bahsedildiği üzere farklı kaplama kalınlıklarının depolama süreçlerine olan etkileri numerik olarak incelenmiştir. Çalışmada 0,8; 1; 1,2 ve 1,4 μm ' lik kaplama kalınlıkları için H_2 depolama miktarının zaman bağlı değişimi Şekil 6'da verilmiştir. Şekilden de görüldüğü üzere 50 sn sonunda seçili hacim için LaNi_5 tozları tamamen H_2 ile bağlanmış durumdadır. Fakat şarj süresinin kaplama kalınlığı ile ters orantılı olduğu görülmüştür.



Şekil 6. Bakır kaplama kalınlığına bağlı olarak hidrojen depolanma miktarının zamanla değişimi

4. Sonuçlar

Çalışmada LaNi_5 hidrojen depolama malzemesi farklı kalınlıklarda bakır ile kaplanıp termal iletkenlikleri 2 kata kadar iyileştirilmiştir. Ayrıca hidrojen şarj süresi de önemli oranda azaltılmıştır. 0,8, 1, 1,2 ve 1,4 μm ’lik kaplama kalınlıkları için H_2 depolama miktarının zamana bağlı değişimleri çalışılmıştır. 50 sn sonunda seçili hacim için LaNi_5 tozları tamamen H_2 ile bağlanmış durumdadır. Bununla birlikte depolanma hızları farklı olmuştur. Kaplama kalınlığı arttıkça depolama hızı yavaşlamaktadır. Fakat bakır kaplı malzemeler ile artan termal iletkenliğe bağlı olarak iyileşen ısı transferi sayesinde işlem görmemiş malzemeye kıyasla daha düşük depolama zamanları elde edilmiştir.

5. Referanslar

- [1] Sandrock G. and Bowman Jr. RC., “Gas-based Hydride Applications: Recent Progress and Future Needs”, *J. Alloys Compd*, 356–357:794–799, 2003.
- [2] Eberle U., Arnold G. and Von Helmolt R., “Hydrogen Storage in Metal-Hydrogen systems and Their Derivatives”, *J. Power Sources*, 154, 456–60, 2006.
- [3] Feng F. and Geng M., “Electrochemical Behaviour of Intermetallic-Based Metal Hydrides Used in Ni/Metal Hydride (MH) Batteries: a Review”, *Int. J. Hydrogen Energy*, 26, 725–734, 2001.
- [4] Groll M. and Klein HP., “Metal Hydride Technology with Special Emphasis on Thermodynamic Machines”, *Fifth ISHMT-ASME Heat & Mass Transfer Conference*, Calcutta, January 3–5, 2002.
- [5] Züttel A., Wenger P., Sudan P., Mauron P., and Orimo SI., “Hydrogen Density in Nanostructured Carbon, Metals and Complex Materials”, *Mater. Sci. Eng.*, 108,9–18, 2004.
- [6] Sandrock G. A., “Panoramic Overview of Hydrogen Storage Alloys from a Gas Reaction Point of View”, *J Alloys Compd*, 293–295:877–888, 1999.
- [7] Dehouche Z., Grimard N., Laurencelle F., Goyette J. and Bose TK., “Hydride Alloys Properties Investigations for Hydrogen Sorption Compressor”, *J Alloys Compd*, 399, 224–36, 2005.
- [8] Nguyen HQ. and Shabani B., “Review of Metal Hydride Hydrogen Storage Thermal Management for Use in the Fuel Cell Systems”, *Int. J. Hydrogen Energy*, 46, 31699–31726, 2021.
- [9] Malleswararao K., Pradip Dutta. and Srinivasa Murthy S., “Applications of metal hydride based thermal systems: A review”, *Appl. Therm. Eng.*, 215, 118816, 2022.
- [10] Madaria Y. and Anil Kumar E., “Measurement and augmentation of effective thermal conductivity of $\text{La}_{0.8}\text{Ce}_{0.2}\text{Ni}_5$ hydride bed”, *J Alloy Compd*, 691, 442–451, 2017.
- [11] Singh UR. and Bhogilla S., “Performance analysis of LaNi_5 added with expanded natural graphite for hydrogen storage system”, *Int. J. of Hydrogen Energy*, (in press), 2022.
- [12] Kim KJ., Feldman KT., Lloyd G., Razani A. and Shanahan KL., “Performance of high power metal hydride reactors”, *Int. J. Hydrogen Energy*, 23, 355–362, 1998.
- [13] Lee M., Kim KJ., Hopkins RR. and Gawlik K., “Thermal conductivity measurements of copper-coated metal hydrides (LaNi_5 , $\text{Ca}_{0.6}\text{Mm}_{0.4}\text{Ni}_5$, and $\text{LaNi}_{4.75}\text{Al}_{0.25}$) for use in metal hydride hydrogen compression systems”, *Int. J. of Hydrogen Energy*, 34, 3185–3190, 2009.
- [14] Kim S. and Kim K-J., “Hydrogen Storage with Annular LaNi_5 Metal Hydride Pellets”, *Advanced Materials Research Volumes*, 875–877,1671–1675, 2014.
- [15] Freni A. and Cipiti F., “3D Dynamic Simulation of a Metal Hydride-Based Hydrogen Storage Tank”, *The Proceedings of the COMSOL Conference*, Hannover,1-6, 2008.
- [16] Gambini M., Manno M. and Velini M., “Numerical analysis and performance assessment of metal hydride-based hydrogen storage systems”, *Int. J. of Hydrogen Energy*, 33,6178–87, 2008.
- [17] Muthukumar P, Prakash Maiya M. and Srinivasa Murthy S. 2005, Experiments on a metal hydride-based hydrogen storage device. *Int. J. of Hydrogen Energy*, 30, 1569–81.
- [18] Talaganis B.A., Meyer G.O. and Aguirre P.A., “Modeling and simulation of absorption-desorption cyclic processes for hydrogen storagecompression using metal hydrides”, *Int. J. of Hydrogen Energy*, 36, 13621 – 13631, 2011.
- [19] Chung CA., Yang SW., Yang CY., Hsu CW. And Chiu PY., “Experimental study on the hydrogen charge and discharge rates of metal hydride tanks using heat pipes to enhance heat transfer”, *Appl. Energy*, 103, 581–587, 2013.
- [20] Atalmis G., Demiralp M., Yelegen N. and Kaplan Y., “The effect of copper coated metal hydride at different ratios on the reaction kinetics”, *Int. J. of Hydrogen Energy*, (in press), 2022.

Yazarlar, 121M529 numaralı proje kapsamındaki destekler için Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu'na (TÜBİTAK) teşekkür eder. Ayrıca 100/2000 Doktora Burs Programı için Yükseköğretim Kurulu'na (YÖK) teşekkürü bir borç bilir.

A SIMPLE SYNTHESIS OF Cr₂O₃ NANOPARTICLES AND ITS PHYSICAL, ELECTROCHEMICAL CHARACTERIZATIONS

Gamze Bozkurt Yildirim

Project Coordination Implementation and Research Center, Erzurum Technical University, Erzurum, 25050, Turkey

ORCID ID: 0000-0003-2128-9934, g13bozkurt@gmail.com

Abstract

Chromium oxide (Cr₂O₃) nanoparticles used in fields such as microelectronic, sensors, solar energy collectors, fuel cells, biological and photocatalytic applications. In this study, Cr₂O₃ nanoparticles were synthesized by chemical precipitation method and their physical and electrochemical characterizations were investigated. The crystal structure of Cr₂O₃ nanoparticles was studied by X-ray Diffraction (XRD) In addition, morphology of nanoparticles was analysed by Scanning Electron Microscopy (SEM). Bands of the nanoparticles were determined by using FTIR. The surface area and pore size of the nanoparticles were measured using a N₂ adsorption-desorption instrument. Electrochemical characterizations of nanoparticles were performed by Cyclic Voltammetry (CV) and impedance spectroscopy (EIS) methods. According to XRD pattern all the peaks were index Cr₂O₃ structure. The average crystal sizes were measured to be around 22.1 nm for Cr₂O₃ nanoparticles. The as-synthesized Cr₂O₃ nanoparticles were uniform in both size and shape and relatively monodisperse. In addition, the specific surface area of the nanoparticles was found to be 18.9 m²/g. The CV curves were obtained in the range of 5-500 mV/s for the Cr₂O₃ nanoparticles. The highest specific capacitance was obtained at a scanning rate of 500 mV/s.

Keywords: Cr₂O₃, chemical precipitation, CV.

1. Introduction

Chromium (III) oxide (Cr₂O₃) nanoparticles are used in a wide variety of fields such as microelectronic circuits, sensors, manufacturing of solar energy collectors and fuel cells, as well as antibacterial, antifungal, photocatalytic agents [1]. In addition to these, Cr₂O₃ nanoparticles are used in electrochemical storage devices such as supercapacitors and batteries due to their remarkable electrochemical properties [2]. Cr₂O₃ exhibits p-type and n-type semiconductor behaviour and has been the subject of various studies in both nanopowder and thin layer form due to its thermodynamic stability. In the literature, it has been reported that Cr₂O₃ nanoparticles are synthesized using various methods such as hydrothermal, sol-gel gas condensation, microwave plasma, solution-combustion synthesis, and laser-induced deposition [3-4]. However, many of these methods require a complex and costly synthesis procedure. In this study, Cr₂O₃ nanoparticles were synthesized by chemical precipitation method.

2. Experimental

2.1. Materials

Chromium (III) chloride hexahydrate (CrCl₃.6H₂O) and sodium hydroxide (NaOH) were purchased from Merck Company.

2.2. Synthesis of Cr₂O₃ Nanoparticles

Cr₂O₃ nanoparticles were prepared by chemical precipitation method. The suitable amount of 0.2 M NaOH was added dropwise into 100 ml of 0.2M CrCl₃.6H₂O. The resulting solution was stirred at room temperature for 1 h. Then, it was kept at room temperature for 24 hours without stirring. Obtained solution was filtered. The resulting desert was washed. The desert was dried at 80 C. Finally, the nanoparticles were calcined at 500 °C for 2 h.

2.3. Characterization

TGA was studied in a Perkin Elmer STA 8000 in air atmosphere. The crystal structure of Cr₂O₃ nanoparticles was studied by X-ray Diffraction (XRD, PANalytical Empyrean) in the 2θ range of 10–90°. In addition, morphology of nanoparticles was analysed by Scanning Electron Microscopy (SEM, Zeiss Sigma 300). Fourier Transform Infrared (FTIR) spectra were recorded on Bruker VERTEX 70v. The surface area, pore volume, and pore radius of the support material and the catalyst were measured using a BET instrument (Micromeritics 3Flex). The specific surface area and pore size distribution were found from the N₂ adsorption-desorption method.

2.4. Electrochemical Measurements

CV and EIS measurements were performed with Gamry 1010E potentiostat/galvanostat. Glassy carbon electrode (GCE) was used as working electrode, Ag/AgCl electrode as reference electrode and Pt wire as counter electrode. The slurry was composed of Cr₂O₃ nanoparticles with 20% Nafion solution. The slurry (ink) was stirred. The ink was dropped on the GC with 50 µg/cm² Cr₂O₃ nanoparticles. EIS curve was obtained from 0.01 to 100,000 Hz frequency.

The specific capacitance values were calculated equation 2:

$$C = \frac{1}{mv(V_c - V_a)} \int_{V_a}^{V_c} I v dV \quad (2)$$

where C; specific capacitance (F/g), m; active mass of the electrode (g), v; scan rate (mV/s), I_v; voltammetric current (A) and V_c-V_a; sweep potential range is (V) [5]. Electrochemical measurements were performed in 1 M KOH electrolyte.

3. Results and Discussion

Figure 1 shows the XRD patterns of Cr₂O₃ nanoparticles.

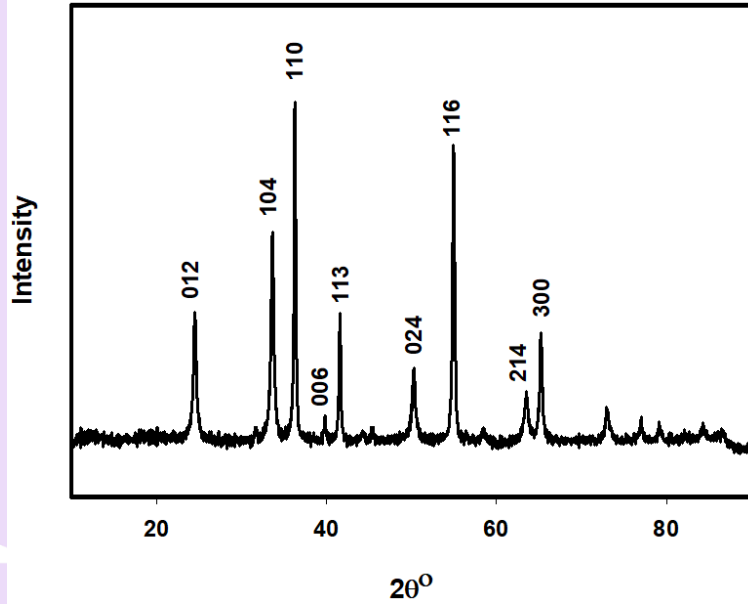


Figure 1. XRD pattern of Cr₂O₃ nanoparticles

Intense and sharp peaks in the XRD pattern showed that the Cr₂O₃ nanoparticles were in the crystalline phase. In wide-angle range, the characteristic peaks of the Cr₂O₃ (MATCH no. 96-901-6214) were observed. The peak width gives information about the crystal size of the materials. Larger crystallites produce sharper peaks in the XRD pattern. The Debby-Scherer equation given in equation 1 was used to calculate the crystal size of nanoparticles.

$$D = \frac{K \lambda}{\beta \cos \theta} \quad (1)$$

The average crystal sizes were measured around 22.1 nm for Cr₂O₃ nanoparticles.

SEM images and EDS spectrum for Cr₂O₃ nanoparticles were shown in Fig. 2a-b.

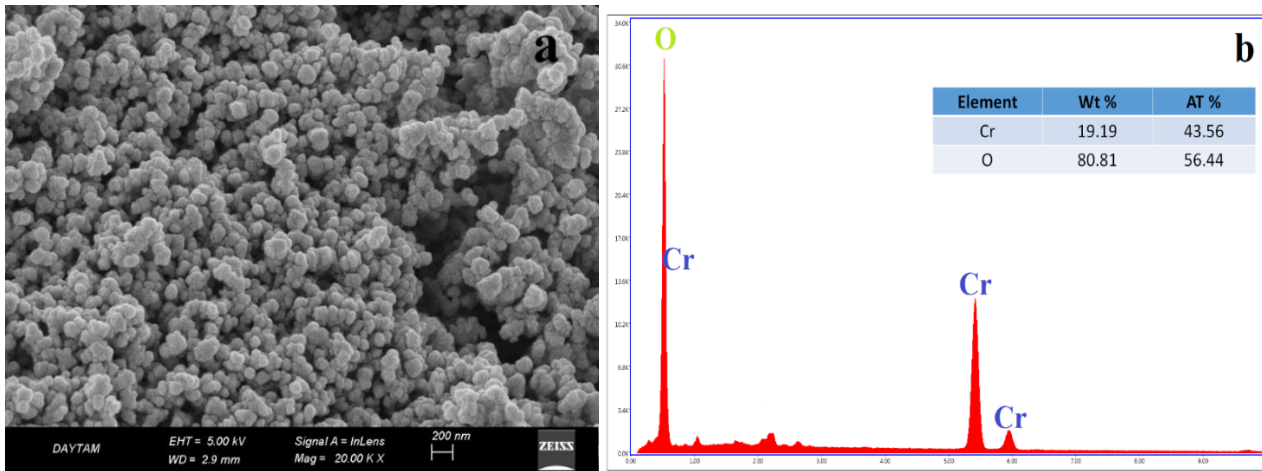


Figure 2. a) SEM images and b) EDS spectrum of Cr₂O₃ nanoparticles

Cr₂O₃ nanoparticles were uniform in both size and shape and relatively monodisperse. In addition, according to the EDS spectrum given in Fig. 2b, only the peaks corresponding to Cr and O were observed. The absence of impurities in the prepared nanoparticles confirmed the XRD result.

The FTIR spectra of the synthesized materials are presented in Figure 3.

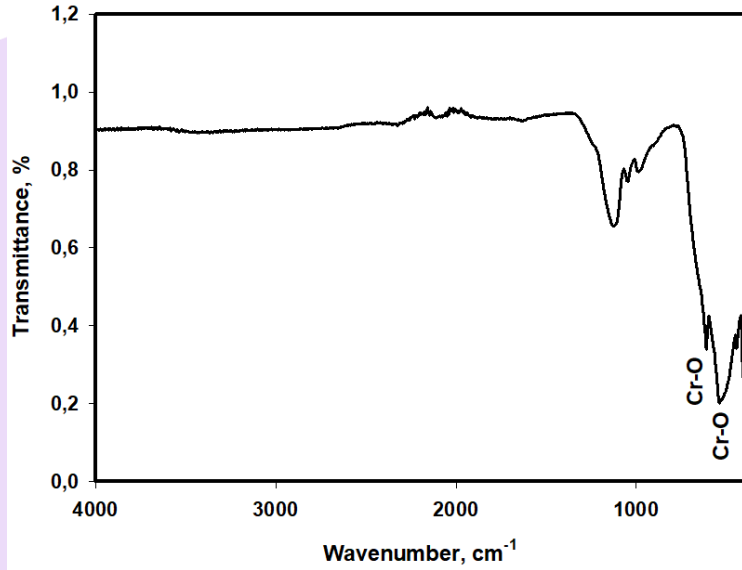


Figure 3. FTIR spectrum of Cr₂O₃ nanoparticles

The bands at 560 and 620 cm⁻¹ correspond to the stretching vibration of Cr-O. The peak around 1000 cm⁻¹ can be attributed to metal oxide as a result of interatomic vibrations. Intensity of Cr-O bands show good crystal structure of nanoparticles [6].

Cr₂O₃ nanoparticles were determined by the low temperature N₂ adsorption-desorption isotherms. The BET isotherms and pore size distribution curve were given in Figure 4a and b.

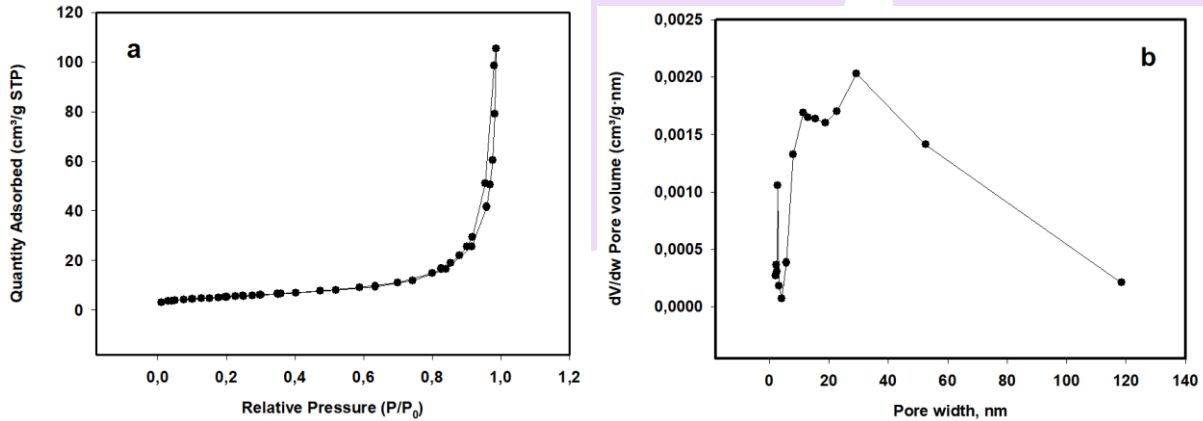


Figure 4. a) N₂ adsorption-desorption isotherms b) pore size distribution curves of Cr₂O₃ nanoparticles

Cr₂O₃ nanoparticles showed a typical type IV curve, indicating the presence of meso and macropores. The surface area of Cr₂O₃ nanoparticles is 19.8 m²/g. The pore size distribution for nanoparticles reveals a narrow distribution at an average of 11-15 nm.

Figure 5 gives the electrochemical measurement results for Cr₂O₃ nanoparticles. CV measurements were performed in the range of 5-500 mV/s for the Cr₂O₃ (Figure 5a). In addition, EIS measurements (Figure 5b) were performed.

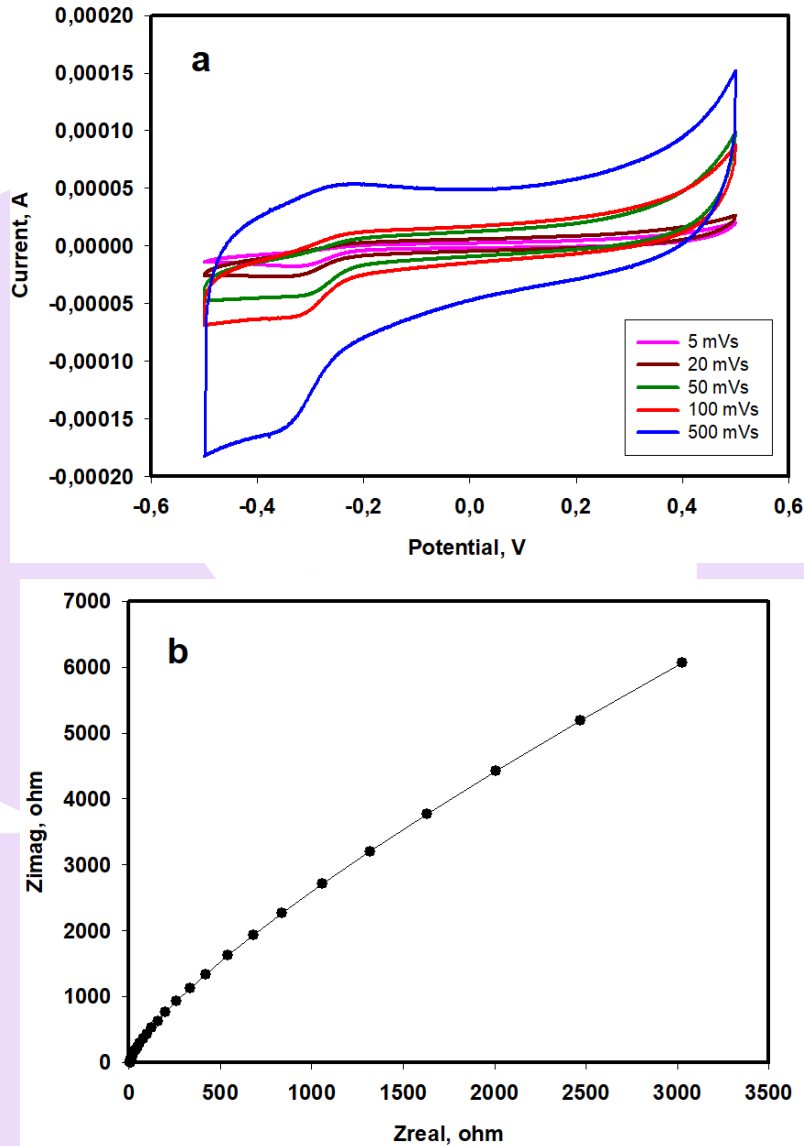


Figure 5. Electrochemical measurement results of the Cr_2O_3 nanoparticles (a) CV curves (b) EIS curves

According to equation 2, the calculated specific capacitance values were 66.3, 103.9, 146.2, 198.8 and 332.4 F/g at 5, 20, 50, 100 and 500 mVs, respectively. The highest specific capacitance was obtained at a scanning rate of 500 mV/s. In addition, An approximately symmetrical rectangular-like curve was observed at a scan rate of 500 mVs. This situation shows a behavior close to the ideal capacitance behaviour [7]. The EIS curve showed a line in the low frequency region.

4. Conclusion

Cr_2O_3 nanoparticles was prepared chemical precipitation method. The physical properties of nanoparticles were examined by various characterization methods. According to the SEM image, nanoparticles in the form of particles were obtained. The crystal sizes of the nanoparticles were calculated from the XRD pattern at approximately 22.1 nm. The surface area of the synthesized nanoparticles is 19.8 m^2/g . The electrochemical measurements were performed by Cyclic Voltammetry and impedance spectroscopy methods. CV measurements were obtained in the range of 5-500 mV/s. The specific capacitances of the nanoparticles were in the order of $500 > 100 > 50 > 20 > 5$ mVs. According to the results obtained, nanoparticles with higher surface area can be synthesized to increase the specific capacitance of Cr_2O_3 nanoparticles. In this context, the synthesis conditions can be changed.

5. References

- [1] Ghotekar S., Pansambal S., Bilal M., Pingale S.S., Oza R., 2021. "Environmentally friendly synthesis of Cr_2O_3 nanoparticles: Characterization, applications and future perspective — a review", Case Studies in Chemical and Environmental Engineering, 3, 100089.
- [2] Shafi I., Liang E., Li, B. 2021. "Ultrafine chromium oxide (Cr_2O_3) nanoparticles as a pseudocapacitive electrode material for supercapacitors, Journal of Alloys and Compounds 851, 156046-156055.

- [3] Tsegay M.G., Gebretinsae H G., Nuru Z.Y. "Structural and optical properties of green synthesized Cr_2O_3 nanoparticles", Materials Today: Proceedings, 36, 587–590, 2021.
- [4] Jankovsky O., Sedmidubsky D., Sofer Z., Luxa J., Bartunek V., 2015. "Simple synthesis of Cr_2O_3 nanoparticles with a tunable particle size", Ceramics International, 41, 3, 4644-4650.
- [5] Deka, B.K., Hazarika, A., Kim, J., Park, Y.B., Park, H.W. Multifunctional CuO nanowire embodied structural supercapacitor based on woven carbon fiber/ionic liquid–polyester resin. Composites: Part A, 87, 256-262, 2016.
- [6] Abdullah, M.M., Rajab, F.M., Abbas, S.M., "Structural and optical characterization of Cr_2O_3 nanostructures: Evaluation of its dielectric properties", AIP Advances, 4, 027121, 2014.
- [7] Frackowiaka, E., Beguin, F., "Carbon materials for the electrochemical storage of energy in capacitors", Carbon, 39, 937-950, 2001.

ANALYSIS OF PRENATAL INVASIVE PROCEDURES IN A TERTIARY CENTER: A TWO-YEAR EXPERIENCE

Gökçen Örgül

Department of Obstetrics and Gynecology, Division of Perinatology, Selcuk University, Faculty of Medicine, Konya, Turkey

ORCID ID: 0000-0003-0578-4230, gokcenorgul@gmail.com

Abstract

Prenatal diagnosis and treatment of fetal abnormalities are a routine part of antenatal obstetric management. All invasive procedures must be performed by a maternal fetal medicine specialist to decrease complications. The main aim of this study is to describe the prenatal invasive procedures in our center. The secondary aim is to report our two-year experience in this field. All cases who underwent prenatal invasive procedures in Perinatology Department of Selcuk University Medical Faculty Hospital were analyzed. Data of 153 cases were obtained from medical files together with hospital computer system retrospectively. The most common procedure was amniocentesis (n=101, 63.9%). The number of chorionic villus sampling (CVS); fetal blood sampling (FBS); feticide; amnioreduction; thoracentesis and intrauterine transfusion (IUT) were 22 (13.9%); 4 (2.5%); 20 (12.7%); 6 (3.8%); 3 (1.9%) and 2 (1.3%), respectively. Indications among 178 cases who underwent prenatal diagnosis testing were as follows: positive combined test (n= 66, 37.1%), positive triple/quadruple screening test (n=17, 9.6%) and abnormal ultrasonography findings (n=95, %53.3). The chromosomal anomaly rate was 12.7% and 75.9% of fetuses were found to be normal. The culture failure rate was 5.7%. There was no maternal complication among all interventions. The rate of procedure related complications were 0,6% (n=1) for preterm premature rupture of membrane, 1.27% (n=2) for fetal demise and 2.54% (n=4) for vaginal bleeding, respectively. In conclusion, prenatal invasive procedures are related with rare complications when performed by experienced clinicians. Ultrasonography findings are more common than combined test and quadruple tests in current practice. Even there are different indications, all pregnant women who will undergo prenatal testing should be well informed about the advantages about the invasive procedures.

Keywords: Amniocentesis, amnioreduction, chorionic villus sampling, fetal blood sampling, feticide, intrauterine transfusion, thoracentesis.

1. Introduction

Prenatal diagnosis and treatment of fetal abnormalities are a routine part of antenatal obstetric management. Fetal structural anomalies are commonly diagnosed by prenatal ultrasonography with advanced technology in this field. On the other hand, chromosomal anomalies and rare syndromes needs to be confirmed by further genetic analysis which needs to be performed on fetal tissues (Carlson & Vora, 2017). Amniocentesis, chorionic villus sampling (CVS) and fetal blood sampling (FBS) are the options to obtain fetal samples (Benn, Egan, Fang, & Smith-Bindman, 2004).

Amniocentesis which has been introduced by 1970 is an invasive procedure to aspirate amniotic fluid. A 20–22-gauge needle is inserted into uterine cavity to draw out 20 cc amniotic fluid. This method can be used starting from 16 weeks of pregnancy. Transabdominal approach with continuous ultrasonography monitoring is an easy and feasible procedure which is performed in outpatient clinics (Nizard, 2010). Placenta is another source for fetal sampling with CVS. Trophoblastic cells are removed after accessing into placenta in this method. Either transabdominal or transcervical needle insertion may be preferred according to the clinicians' experience. The timing of CVS is between 11th and 15th gestational weeks (Brun et al., 2003). For advanced gestational weeks, FBS is preferred to decrease laboratory failure risks. The technic is like amniocentesis and CVS. However, the fetal umbilical vein is the sample target in this procedure. After 18 weeks of pregnancy, FBS is an option for prenatal diagnosis (Berry et al., 2013). All these procedures (amniocentesis, CVS, FBS) are used for prenatal diagnosis successfully for many years (Hui et al., 2023).

Invasive procedures may be used for the management of obstetric issues. Amnioreduction is analogous to amniocentesis. The procedure is performed in the same way as amniocentesis. The main difference is the aspirated amniotic fluid volume. The aim of amnioreduction is to prolong pregnancy or comfort mother. Excessive amniotic fluid may cause abdominal pain and dyspnea, and reduction may be beneficial in some cases (Coviello et al., 2004). Thoracentesis is another treatment modality which is also performed with similar technic. For fetuses with pleural effusion, reducing the fluid is known to be advantageous to decrease perinatal morbidity and mortality. The needle is inserted into thoracic cavity in this procedure (Yinon, Kelly, & Ryan, 2008).

Elective termination of pregnancy is legal until 10 weeks of pregnancy in Turkey. After 10th gestational week, fetuses with serious incurable anomalies may be terminated only with a medical board report together with parental request. There is no up limit for pregnancy termination week in our country (Oğlak, Polat, Sezer, & Karakaş, 2022). Because of the ethical issues, most clinicians consider feticide after 20th gestational week. Feticide may be performed by different technical ways. Either into heart or umbilical vein insertion may be chosen according to fetal position. Using potassium chloride to achieve fetal asystole is commonly preferred. After fetal demise, termination of pregnancy procedures is started according to the current guidelines (Schiff, Shangaris, Grinstead, & Sankaran, 2023).

Prenatal invasive procedures are a routine part of perinatology departments. All invasive procedures must be performed by a maternal fetal medicine specialist to decrease complications. The main aim of this study is to describe the prenatal invasive procedures in our center. The secondary aim is to report our two-year experience in this field.

2. Materials and Methods

All cases who underwent prenatal invasive procedures in Perinatology Department of Selcuk University Medical Faculty Hospital were analyzed. Data of 153 cases were obtained from medical files together with hospital computer system retrospectively. All invasive procedures were performed under the supervision of one maternal fetal medicine specialist. Patients gave signed informed consent before procedures.

We recommend invasive procedures to all women with a suspected chromosomal abnormality (positive screening test results or ultrasonography findings). After parental counseling, diagnostic procedures are performed to consenting women. Amniocentesis, CVS or FBS are used to obtain fetal samples depending on the gestational age. Transabdominal approach was used in all cases. Appropriate needle size was chosen according to the gestational age. All samples were sent to the Genetic Department for further investigation. Both fluorescence in situ hybridization (FISH) and conventional cytogenetic analysis were performed on the cells achieved by the procedures. Chromosomal microarray was also used for cases to diagnose microdeletions and microduplications in selected cases. Test results were reported as normal, abnormal, or failed culture.

Amnioreduction was performed to decrease amniotic fluid in some cases. This procedure was applied to pregnant women to decrease abdominal pain or dyspnea related with polyhydramnios. Maximum two liters of fluid was aspirated under ultrasonography. Fetal wellbeing was monitored during and after the procedure. Fetal thoracocentesis was considered for cases with severe pleural effusions. Under sterile conditions, transabdominal needle aspiration was performed to remove pleural fluid to comfort fetal lungs. The resolution or progression of the fluid was evaluated during pregnancy follow-up. Feticide was performed to induce abortion after 20 weeks of pregnancy if a lethal abnormality was diagnosed. Intracardiac potassium chloride was administrated to induce fetal asystole. After the procedure, medical agents were used for termination of pregnancy. Intrauterine transfusions were considered to increase fetal hemoglobin levels in cases with suspected anemia. Under ultrasonography guidance, needle was inserted into umbilical vein either in the placental part or free loop of cord. Necessary volume was calculated depending on fetal doppler findings together with gestational age. The procedure was repeated in cases until optimum delivery timing.

SPSS 21 statistics software was used for all statistical analysis. The descriptive data were given as number and percentage.

3. Results

The distribution of invasive procedures is given in Figure 1. The most common procedure was amniocentesis (n=101, 63.9%). The number of CVS; FBS; feticide; amnioreduction; thoracocentesis and IUT were 22 (13.9%); 4 (2.5%); 20 (12.7%); 6 (3.8%); 3 (1.9%) and 2 (1.3%), respectively.

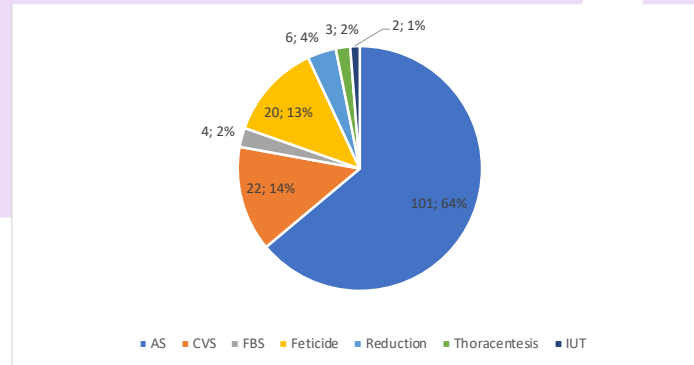


Figure 1. Distribution of prenatal invasive procedures

The results of genetic analysis are given by Table 1. The further analysis was not considered in 9 cases who underwent feticide for lethal anomalies. The chromosomal anomaly rate was 12.7% and 75.9% of fetuses were found to be normal. The culture failure rate was 5.7%.

Indications among 178 cases who underwent prenatal diagnosis testing were as follows: positive combined test (n= 66, 37.1%), positive triple/quadruple screening test (n=17, 9.6%) and abnormal ultrasonography findings (n=95, %53.3).

One of the two IUTs were performed secondary to Rh related anemia and a liveborn was delivered at 37th week of pregnancy. The other transfusion was administrated to a fetus with hydrops fetalis without any known cause. However, two weeks later fetal demise was detected by control ultrasonography. Three thoracenteses were performed to fetuses with bilateral pleural effusions. After interventions, liveborn neonates were delivered according to obstetric indications. When 6 amnioreduction procedures were analyzed indications / diagnosis were as follows: twin to twin syndrome (n=1); congenital chloride diarrhea (n=1); congenital pulmonary airway malformation (n=1), esophageal atresia (n=1) and multiple anomalies with severe polyhydramnios (n=2).

There were 20 fetuses who underwent fetocide. One fetocide was performed due to reduction of triplets to twins. Five fetuses with central nerve system anomalies (2 anencephaly; 1 vermian agenesis and 2 neural tube defects) were terminated after fetocide. Congenital heart disease was the reason of three feticides in which atrioventricular septal defect, hypoplastic left heart syndrome and heterotaxia syndrome were diagnosed. Two lethal skeletal dysplasia and two bilateral renal agenesis were also underwent termination of pregnancy following fetocide. Three rare genetic syndromes and two non-immune hydrops fetalis were the remaining indications of fetocide.

There was no maternal complication among all interventions. The rate of procedure related complications were 0.6% (n=1) for preterm premature rupture of membrane, 1.27% (n=2) for fetal demise and 2.54% (n=4) for vaginal bleeding, respectively.

Table 1. The results of genetic analysis

	N	%
Culture failure	9	5.7
Normal	120	75.9
Not tested	9	5.7
Abnormal	20	12.7
Trisomy 21	7	4.4
Trisomy 18	3	1.3
Trisomy 13	2	1.3
Monosomy	1	0.6
Triploidy	2	1.3
Rare syndromes	5	3.8

4. Discussion

Prenatal invasive procedures are beneficial for both diagnosis and treatment in high-risk pregnancies. Amniocentesis is the most common prenatal diagnostic test according to our experience. The procedure related complication risk is quite low as we have shown. All women should be informed about the advantages about the invasive procedures, and low complication rates should be explained to the parents in detailed.

Amniocentesis is the oldest diagnostic test which is easy and feasible. This procedure is very safe in experienced centers (Nizard, 2010). The most common indication to perform amniocentesis is the suspicion of fetal aneuploidy. Screening test positivity or abnormal ultrasonography findings are the main reasons as our study. Before 2000s advanced maternal age and high-risk triple test were the main indications. By the advanced technology in imaging, ultrasonography now provides information about the fetus (Quinlan, 2008). Increased nuchal translucency, ventriculomegaly, congenital heart diseases, neural tube defects are known to be related with chromosomal anomalies. Fetal screening in the second trimester may detect most of structural anomalies. In these cases, invasive procedures should be recommended to all pregnant women for concomitant genetic anomalies (Golshahi, Khaleghinezhad, Sahebdel, Saedi, & Salari, 2023).

The most common chromosomal anomalies were Trisomy 21 followed by Trisomy 18 and Trisomy 13 depending on our findings. Classic karyotype analysis is the most appropriate method for prenatal aneuploidy diagnosis. Previous studies also revealed that Down syndrome was the most common chromosomal abnormality in fetal series (Natoli, Ackerman, McDermott, & Edwards, 2012). On the other, one should consider that rare genetic anomalies may be diagnosed only with microarray analysis or whole genome sequencing (Wapner et al., 2012). Five rare genetic anomalies were diagnosed in our study group. Because of the cost-effectiveness, these tests are not widely used in current practice. Thus, prenatal ultrasonography findings are very important to offer further testing.

Amnioreduction, thoracentesis and IUTs are used in selected cases to minimize the perinatal morbidity and mortality risk. All these procedures are performed under sterile conditions. The procedure time is very short if the fetal position is optimum. The risk of fetal harm is very low (Abbasi & Ryan, 2019; Dickinson et al., 2014). Experienced clinicians and teamwork are obligatory for performing these invasive procedures. Prolonging the pregnancy has several advantages compared to delivery in preterm fetuses. Short term complications include respiratory problems, necrotizing enterocolitis, hypoglycemia, retinopathy of prematurity, infections, and intracranial hemorrhage. Neurodevelopment issues, chronic renal/hearth diseases, chromonic lung problems are the long-term complication of preterm fetuses. By implementing prenatal invasive procedures, pregnancy timing may be prolonged (Randis, 2008).

Feticide is a safe option to induce fetal demise. Most experts prefer to use potassium chloride injection into fetal heart for this method. Especially for fetuses >20 weeks of gestation, the fetocide seems to be beneficial due to ethical issues (Schiff et al., 2023). All cases who underwent fetocide had structural anomalies in our study group. Fetocide is not performed to fetuses with aneuploidy regarding the early diagnosis. As previously described, with the advanced technology, the main indication of fetocide are structural abnormalities (Schiff et al., 2023). As a result, fetocide is an essential part of obstetric management for second or third trimester pregnancy terminations.

There was no maternal complication among all interventions. The procedure related complications were preterm premature rupture of membrane, fetal demise vaginal bleeding in our study. Our findings are supported by the previous studies. The pregnancy loss rate was found to be 0.4% for amniocentesis, 1.1% for CVS and 0.4% for FBS (Enzensberger et al., 2012). The rate of amniotic fluid leakage was reported to be 1.6% similar to our findings (Tara, Lotfalizadeh, & Moeindarbari, 2016). Procedure related vaginal bleeding rate was reported to be 2.2% (Shirgholami, Abdi, Mazaheri, & Tabatabaee, 2020). According to our findings together with previous literature reports, maternal and fetal complication risks are very low after invasive procedures.

In conclusion, prenatal invasive procedures are related with rare complications when performed by experienced clinicians. Ultrasonography findings are more common than combined test and quadruple tests in current practice. Even there are different indications, all pregnant women who will undergo prenatal testing should be well informed about the advantages about the invasive procedures.

5. References

- Abbasi, Nimrah, & Ryan, Greg. (2019). Fetal primary pleural effusions: Prenatal diagnosis and management. *Best practice & research clinical obstetrics & gynaecology*, 58, 66-77.
- Benn, Peter A, Egan, James FX, Fang, Min, & Smith-Bindman, Rebecca. (2004). Changes in the utilization of prenatal diagnosis. *Obstetrics & Gynecology*, 103(6), 1255-1260.
- Berry, Stanley M, Stone, Joanne, Norton, Mary E, Johnson, Donna, Berghella, Vincenzo, & Medicine, Society for Maternal-Fetal. (2013). Fetal blood sampling. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, 209(3), 170-180.
- Brun, Jean-Luc, Mangione, Raphaele, Gangbo, Flore, Guyon, Frederic, Taine, Laurence, Roux, Denis, . . . Saura, Robert. (2003). Feasibility, accuracy and safety of chorionic villus sampling: a report of 10 741 cases. *Prenatal Diagnosis: Published in Affiliation With the International Society for Prenatal Diagnosis*, 23(4), 295-301.
- Carlson, Laura M, & Vora, Neeta L. (2017). Prenatal diagnosis: screening and diagnostic tools. *Obstetrics and Gynecology Clinics*, 44(2), 245-256.
- Coviello, Dario, Bonati, Francesca, Montefusco, Sara Moretti, Mastromatteo, Cristina, Fabietti, Isabella, & Rustico, Mariangela. (2004). Amnioreduction. *Acta Bio-medica: Atenei Parmensis*, 75, 31-33.
- Dickinson, Jan Elizabeth, Tjioe, Yan Yan, Jude, Emily, Kirk, Daniel, Franke, Malcolm, & Nathan, Elizabeth. (2014). Amnioreduction in the management of polyhydramnios complicating singleton pregnancies. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, 211(4), 434. e431-434. e437.
- Enzensberger, C, Pulvermacher, C, Degenhardt, J, Kawacki, A, Germer, U, Gembruch, U, . . . Axt-Fliedner, R. (2012). Fetal loss rate and associated risk factors after amniocentesis, chorionic villus sampling and fetal blood sampling. *Ultraschall in der Medizin-European Journal of Ultrasound*, E75-E79.
- Golshahi, Fatemeh, Khaleghinezhad, Khoosheh, Sahebdel, Behrokh, Saedi, Nafiseh, & Salari, Zohreh. (2023). The Indications of Amniocentesis in the Diagnosis of Aneuploidy among Pregnant Women; 2010-2019. *Journal of Midwifery and Reproductive Health*, 1-6.
- Hui, Lisa, Ellis, Katie, Mayen, Dora, Pertile, Mark D, Reimers, Rebecca, Sun, Luming, . . . Chitty, Lyn S. (2023). Position statement from the International Society for Prenatal Diagnosis on the use of non-invasive prenatal testing for the detection of fetal chromosomal conditions in singleton pregnancies. *Prenat Diagn*.
- Natoli, Jaime L, Ackerman, Deborah L, McDermott, Suzanne, & Edwards, Janice G. (2012). Prenatal diagnosis of Down syndrome: a systematic review of termination rates (1995–2011). *Prenatal Diagnosis*, 32(2), 142-153.
- Nizard, Jacky. (2010). Amniocentesis: technique and education. *Current Opinion in Obstetrics and Gynecology*, 22(2), 152-154.
- Oğlak, SC, Polat, İ, Sezer, S, & Karakaş, S. (2022). A new and more effective feticide technique in late termination of pregnancy: potassium chloride injection into the interventricular septum of the fetal heart. *Archives of Gynecology and Obstetrics*.
- Quinlan, Maura Parker. (2008). Amniocentesis: indications and risks. *AMA Journal of Ethics*, 10(5), 304-306.
- Randis, Tara M. (2008). Complications associated with premature birth. *AMA Journal of Ethics*, 10(10), 647-650.
- Schiff, Isabelle, Shangaris, Panicos, Grinsted, Mary, & Sankaran, Srividhya. (2023). Feticide Before Termination of Pregnancy in Singleton Pregnancy—Trends in England and Wales 2012-2020, a cross-sectional study.
- Shirgholami, Nasim, Abdi, Fatemeh, Mazaheri, Mahta, & Tabatabaee, Razieh Sadat. (2020). Amniocentesis Complications in Yazd Baghaeipour Polyclinic: A Cross-Sectional Study. *World Journal of Peri & Neonatology*.
- Tara, Fatemeh, Lotfalizadeh, Marzieh, & Moeindarbari, Somayeh. (2016). The effect of diagnostic amniocentesis and its complications on early spontaneous abortion. *Electronic physician*, 8(8), 2787.
- Wapner, Ronald J, Martin, Christa Lese, Levy, Brynn, Ballif, Blake C, Eng, Christine M, Zachary, Julia M, . . . Grobman, William A. (2012). Chromosomal microarray versus karyotyping for prenatal diagnosis. *New England Journal of Medicine*, 367(23), 2175-2184.
- Yinon, Yoav, Kelly, Edmond, & Ryan, Greg. (2008). Fetal pleural effusions. *Best practice & research clinical obstetrics & gynaecology*, 22(1), 77-96.

THE EFFECT OF FETAL GENDER ON TRANSVERSE CEREBELLAR DIAMETER MEASUREMENTS

Gökçen Örgül

Department of Obstetrics and Gynecology, Division of Perinatology, Selcuk University, Faculty of Medicine, Konya, Turkey

ORCID ID: 0000-0003-0578-4230, gokcenorgul@gmail.com

Abstract

Cerebellum starts to be visualized by prenatal ultrasonography at 14th gestational week. The imaging of fetal cerebellum and vermis is possible by 20th gestation week for all fetuses. There is a linear increase in cerebellar size by advancing gestational week. Measurement of Transverse Cerebellar Diameter (TCD) is an easy way to assess fetal posterior fossa structures. It has been shown that TCD is a good method to identify the gestational age. There is limited knowledge about the effect of fetal gender of TCD measurements. We aimed to understand if there is an impact of fetal sex on cerebellar size. The study group was consisted of 172 healthy fetuses between 20 and 23 weeks and 6 days of gestation. During evaluation of the posterior fossa, TCD was measured as the maximal diameter between the cerebellar hemispheres. The value of the TCD was recorded in mm for all cases. According to the fetal gender determination, the measurements of TCD was compared in two group. The mean TCD was found to be 22.85 ± 2.306 mm among all fetuses. The median TCD value was 23 mm ranging between 18 mm and 31 mm. The mean TCD was 23.20 ± 2.410 mm and 22.46 ± 2.128 mm for male and female fetuses, respectively. There was no statistically significant difference between two groups in terms of TCD ($p= 0.361$). In conclusion, fetal gender has no impact on TCD values in fetuses during second trimester. Based on literature findings together with our results, nomograms of TCD given in the literature may be used for both female and male fetuses.

Keywords: cerebellum, prenatal ultrasonography, gender.

1. Introduction

All pregnant women are recommended to undergo fetal anomaly scan during second trimester. This approach provides early detection of fetal abnormalities which may necessitate close follow up (Hautala et al., 2019). Central nerve system developing is unique. The brain and cerebellum assessment differs between gestational age. Cerebellum starts to be visualized by prenatal ultrasonography at about 14th gestational week. The imaging of fetal cerebellum and vermis is possible by 20th gestation week for all fetuses (Liu et al., 2023). There is a linear increase in cerebellar size by advancing gestational week. Measurement of transverse cerebellar diameter (TCD) is an easy way to assess cerebellum during visualizing the posterior fossa. It has been shown that TCD is a good method to identify the gestational age (Pilu et al., 2000).

The previous studies were commonly focused on the relationship between TCD and gestational age. There is limited knowledge about the effect of fetal gender of TCD measurements. To the date, there is no gender specific TCD nomograms. We aimed to understand if there is an impact of fetal sex on cerebellar size.

2. Materials and Methods

The study group was consisted of 172 healthy fetuses. The cases included in the study were between 20 and 23 weeks and 6 days of gestation. The data of all fetuses who underwent detailed fetal ultrasonography scan between 1 March 2023 and 30 June 2023 was collected retrospectively. All sonographic evaluation was performed by the same clinician at Selcuk University Medical Faculty Hospital. The exclusion criteria were fetal malformations (chromosomal and structural abnormalities), maternal diseases such as gestational diabetes mellitus, hypertension, and concomitant obstetric problems such as placenta previa, oligohydramnios, polyhydramnios.

Fetal gestational age was calculated by the last menstrual period and confirmed with first trimester ultrasonography. All structures of the fetuses were evaluated according the International Society of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology practice guideline (Paladini et al., 2021). The biometric measurements, amniotic fluid index, cervical length, gender and fetal anatomy scan were evaluated by using Voluson E6. Transabdominal probe was used to obtain necessary planes. Fetal intracranial structures were visualized in three planes (transventricular, transcerebellar and transthalamic). During evaluation of the posterior fossa, TCD was measured as the maximal diameter between the cerebellar hemispheres. The value of the TCD was recorded in mm for all cases. Figure 1 shows the measurement of TCD. According to the fetal gender determination, the measurements of TCD was compared in two groups (male vs female).

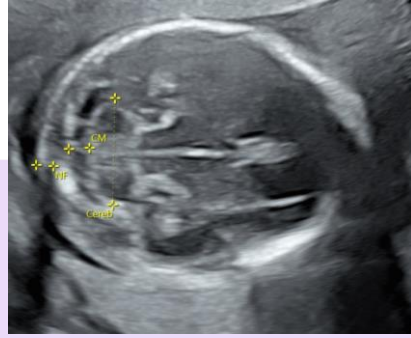


Figure 1: Transverse Cerebellar Diameter Measurement

All statistical analyses were performed by using SPSS version 21. Descriptive results were presented as mean, standard deviation, median, minimum, and maximum. Comparison between two groups was made with using independent samples t-test. The level of significance (p) was determined as 0.05.

3. Results

The mean maternal age was 27.95 ± 4.522 years ranging between 18 and 35. The mean gravidity was 2.20 ± 1.283 (minimum 1 and maximum 7) and the mean parity was 0.94 ± 0.980 (minimum 0 and maximum 5). The mean BPD; HC; AC and FL were 53.01 ± 5.287 mm; 195.94 ± 17.089 mm; 174.22 ± 20.485 mm and 38.15 ± 5.323 mm, respectively. The mean TCD was found to be 22.85 ± 2.306 mm among all fetuses. The median TCD value was 23 mm ranging between 18 mm and 31 mm.

There were 92 (53.5%) male and 80 (46.5%) female fetuses in the study group. The mean TCD was 23.20 ± 2.410 mm and 22.46 ± 2.128 mm for male and female fetuses, respectively. There was no statistically significant difference between two groups in terms of TCD (p= 0.361). Also, no statistically significant difference was found in terms of fetal biometric measurements as shown in Table 1.

Table 1. Comparison of ultrasonographic findings between male and female fetuses

	Male (n=92)	Female (n=80)	P
Transverse cerebellar diameter (mm)	23.20 ± 2.410	22.46 ± 2.128	0.361
Biparietal Diameter (mm)	53.73 ± 5.335	52.18 ± 5.138	0.65
head circumference (mm)	198.95 ± 17.119	192.48 ± 16.488	0.37
Abdominal circumference (mm)	176.43 ± 19.790	171.66 ± 21.092	0.81
Femur lenght (mm)	38.70 ± 4.581	37.51 ± 6.034	0.471

4. Discussion

There is a linear increase in TCD through advancing pregnancy. Several studies revealed that TCD increases with gestational week (Hashimoto et al., 2001; Hata, Senoh, Hata, & Kitao, 1996). As a result, TCD is shown to be a good indicator to show the exact gestational week. However, the relationship between TCD and fetal gender is investigated only in a few studies.

The mean TCD was shown to be 22.85 ± 2.306 mm among all fetuses between 20 and 24 weeks of pregnancy. We have found that the mean TCD was 23.20 ± 2.410 mm for males and 22.46 ± 2.128 mm for male and females. There was no statistically significant difference between two groups in terms of TCD. According to our findings, male and female fetuses have similar TCD values at second trimester.

In a previous study conducted by Holanda-Filho et al, 184 fetuses were screened in terms of TCD. The study group was consisted of 102 male and 82 female fetuses between 13 and 40 weeks of pregnancy. The authors reported that there was no statistically significant difference between TCD measurement between two groups. The authors concluded that TCD may be a promising parameter to identify the exact gestational age beside gender (Holanda-Filho et al., 2011). Another study conducted in 2008 focused on the cerebellar vermis height obtained by prenatal ultrasonography. The mean height of cerebellar vermis was found to be similar between male and female fetuses (Pogliani, Radaelli, Manfredini, Lista, & Zuccotti, 2008).

Previously, a study examining the fetal brain biometry showed that male and female fetuses had similar TCD measurement values. This study analyzed a total of 3848 magnetic resonance imaging (MRI) scans. There was no difference between groups according to TCD values obtained by MRI. The authors reported that from 28 to 38 weeks, there is a 1.5-fold increase in TCD. Thus, researchers concluded that TCD is a good marker for identifying the gestational age (Gafner, Kedar Sade, Barzilay, & Katorza, 2022).

Recently, another study aimed to understand the fetal brain morphology differences between male and female fetuses in 2023. A total of four volume parameters including ventricles, brain parenchyma, extra axial spaces and total intracranial volume was compared between males and females. Male fetuses had larger brain parenchymal volume and total intracranial volume compared to females. However, authors reported that gender had no effect on brain hemispheric volumes (Griffiths, Jarvis, Mooney, & Campbell, 2023).

In conclusion, fetal gender has no impact on TCD values in fetuses between 20 and 24 weeks. Based on literature findings together with our results, nomograms of TCD given in the literature may be used for both female and male fetuses.

5. References

- Gafner, Michal, Kedar Sade, Eliel, Barzilay, Eran, & Katorza, Eldad. (2022). Sexual dimorphism of the fetal brain biometry: an MRI-based study. *Archives of Gynecology and Obstetrics*, 1-6.
- Griffiths, Paul D, Jarvis, Deborah, Mooney, Cara, & Campbell, Michael J. (2023). Sex differences in fetal intracranial volumes assessed by in utero MR imaging. *Biology of sex Differences*, 14(1), 13.
- Hashimoto, Kazumasa, Shimizu, Takashi, Shimoya, Koichiro, Kanzaki, Toru, Clapp, James F, & Murata, Yuji. (2001). Fetal cerebellum: US appearance with advancing gestational age. *Radiology*, 221(1), 70-74.
- Hata, Toshiyuki, Senoh, Daisaku, Hata, Kohkichi, & Kitao, Manabu. (1996). Mathematical Modeling of Fetal Organ Growth Using the Rossavik Growth Model: V. Cerebellum. *Gynecologic and obstetric investigation*, 42(2), 80-83.
- Hautala, Johanna, Gissler, Mika, Ritvanen, Annukka, Tekay, Aydin, Pitkänen-Argillander, Olli, Stefanovic, Vedran, . . . Pätälä, Tommi. (2019). The implementation of a nationwide anomaly screening programme improves prenatal detection of major cardiac defects: an 11-year national population-based cohort study. *BJOG: An International Journal of Obstetrics & Gynaecology*, 126(7), 864-873.
- Holanda-Filho, José Araújo, Souza, Ariani Impieri, Souza, Alex Sandro Rolland, Figueroa, José Natal, Ferreira, Ana Laura Carneiro G, & Cabral-Filho, José Eulálio. (2011). Fetal transverse cerebellar diameter measured by ultrasound does not differ between genders. *Archives of Gynecology and Obstetrics*, 284, 299-302.
- Liu, Fengqin, Yang, Zexuan, Xi, Jimei, Yang, Linhua, Liu, Fangli, He, Hui, . . . Lin, Yonghong. (2023). Ultrasound Visualization of the Central Nervous System during Embryonic and Fetal Periods: Neurosonoembryology Utilizing Multiple Three-dimensional Transvaginal Ultrasound Technology. *Prenatal Diagnosis*.
- Paladini, D, Malinger, G, Birnbaum, R, Monteagudo, A, Pilu, G, Salomon, LJ, & Timor-Tritsch, IE. (2021). ISUOG Practice Guidelines (updated): sonographic examination of the fetal central nervous system. Part 2: performance of targeted neurosonography. *Ultrasound in Obstetrics & Gynecology*, 57(4), 661-671.
- Pilu, Gianluigi, Perolo, Antonella, Falco, Pietro, Visentin, Antonella, Gabrielli, Sandro, & Bovicelli, Luciano. (2000). Ultrasound of the fetal central nervous system. *Current Opinion in Obstetrics and Gynecology*, 12(2), 93-103.
- Pogliani, L, Radaelli, G, Manfredini, V, Lista, G, & Zuccotti, GV. (2008). Height of the cerebellar vermis and gestational age at birth. *Ultrasound in Obstetrics and Gynecology: The Official Journal of the International Society of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology*, 31(4), 401-405.

COMPUTED TOMOGRAPHY-ASSISTED TRANSTHORACIC NEEDLE ASPIRATION BIOPSY BY PULMONOLOGIST IN A CHEST DISEASES HOSPITAL: 4 YEAR EXPERIENCE*

Gül Erdal Dönmez^{1*}, Selahattin Öztaş², Dilek Ernam³

^{1,2,3} University of Health Sciences Süreyyapasa Chest Disease and Thoracic Surgery Training and Research Hospital, Pulmonology Department, Turkey

¹ ORCID ID:0000-0002-8377-1876, gulerdal84@yahoo.com

² ORCID ID:0000-0001-7658-1225, selahattinoztas@yahoo.com

³ ORCID ID:0000-0001-9008-4508, dilekdr@hotmail.com

* Corresponding Author

Abstract

Transthoracic needle aspiration biopsy (TTNAB) is used to diagnose thoracic lesions and has a wide range of indications and few contraindications. The objectives of the present study were to evaluate the diagnostic value and complication rate of computed tomography-guided TTNAB for malignant diseases, to determine the factors that affect diagnostic value and complication rate, and to compare our practices to those described in the literature. In Our study, 208 patients who underwent computed tomography-guided transthoracic needle aspiration biopsy at our hospital between July 2007 and February 2013 were retrospectively analyzed. The ages of the patients ranged from 33 to 88 years, with 29 female patients and 179 male patients. The procedure's outcomes and rates of complications were documented. To evaluate the diagnostic value, we analyzed the clinical and radiologic follow-up results of 136 patients whose data were available. The rate of malignant diagnoses was 72.1%, while the rate of benign diagnoses was 4.4%. For malignant lung tumors, the sensitivity, specificity, positive predictive value, negative predictive value, and diagnostic accuracy of the procedure were calculated to be 80%, 93%, 99%, 37%, and 82%, respectively. The only observed complication was pneumothorax, which occurred in 8 of 208 patients (3.8%). Diagnostic value and complication rate were unaffected by lesion size and needle thickness. The conclusions of this study indicate that computed tomography-guided TTNAB procedures for the diagnosis of malignant thoracic lesions are simple to perform with high diagnostic accuracy and low complication rates.

Keywords: Transthoracic, needle, aspiration, computed, tomography.

1. Introduction

Transthoracic needle aspiration biopsy (TTNAB) is a well-defined and reliable procedure for diagnosing thoracic lesions [1,2]. Lung nodules and masses, mediastinal lesions and hilar lesions, chest wall invasion, infiltration, and consolidation, which may also be caused by infection, are the most prevalent symptoms. The sensitivity of TTNAB for malignant diseases ranges from 64 to 100 percent [1,4,5,6,7], whereas the rate of obtaining a specific benign diagnosis ranges from 12 to 68 percent [8,9,15]. Pneumothorax is the most frequent complication of the procedure, with an incidence ranging from 8 to 64% [3,10,11,12]. Other uncommon complications include hemoptysis, bleeding, systemic air embolism, tumor cell proliferation along the inlet line, empyema, lung torsion, and pericardial tamponade [13,14]. CT-guided. It is essential to diagnose malignant disease with a minimally invasive technique, such as TTNAB, in patients who cannot be evaluated further due to general condition disorder, advanced age, or additional disease. In addition, unnecessary surgical procedures can be avoided by using TTNAB to diagnose benign tumors. Numerous studies examine the factors that influence the diagnostic value of the TTNAB procedure. In this study, we were interested in determining the diagnostic value and complication rate of the CT-guided TTNAB procedure for malignant diseases, as well as the factors that influence these parameters.

2. Method

Patients who underwent CT-guided TTNAB at our hospital between July 2007 and February 2013 were analyzed retrospectively. Forms of informed assent were collected from all patients undergoing the procedure.

2.1. TTNAB Methodology

Under the supervision of two thoracic doctors, biopsies were performed. Depending on the location of the lesion, the patients were positioned in a prone or supine position. While positioning the patient, we aimed to traverse the smallest amount of lung tissue possible and avoid bullae, fissures, and vascular structures. After positioning the patient, CT images with a slice thickness of 5mm were acquired. The location of the lesion determined by CT was marked on the epidermis with laser light. After disinfecting the needle's entrance with povidone-iodine, 1% lidocaine was applied to the epidermis and subcutaneous area for local anesthesia. The size and type of the needle were determined by the size of the lesion, its distance from the chest wall, and the quantity of lung tissue that was traversed. Utilized are Chiba needles of 18-20-22 gauge and 10-15 cm in length. The substance was smeared on a slide and

then fixed with 95% alcohol. If an infection was suspected, gram staining, acid-fast staining, and culture samples were obtained. A rapid on-site inspection is not utilized (Figure 1, 2).

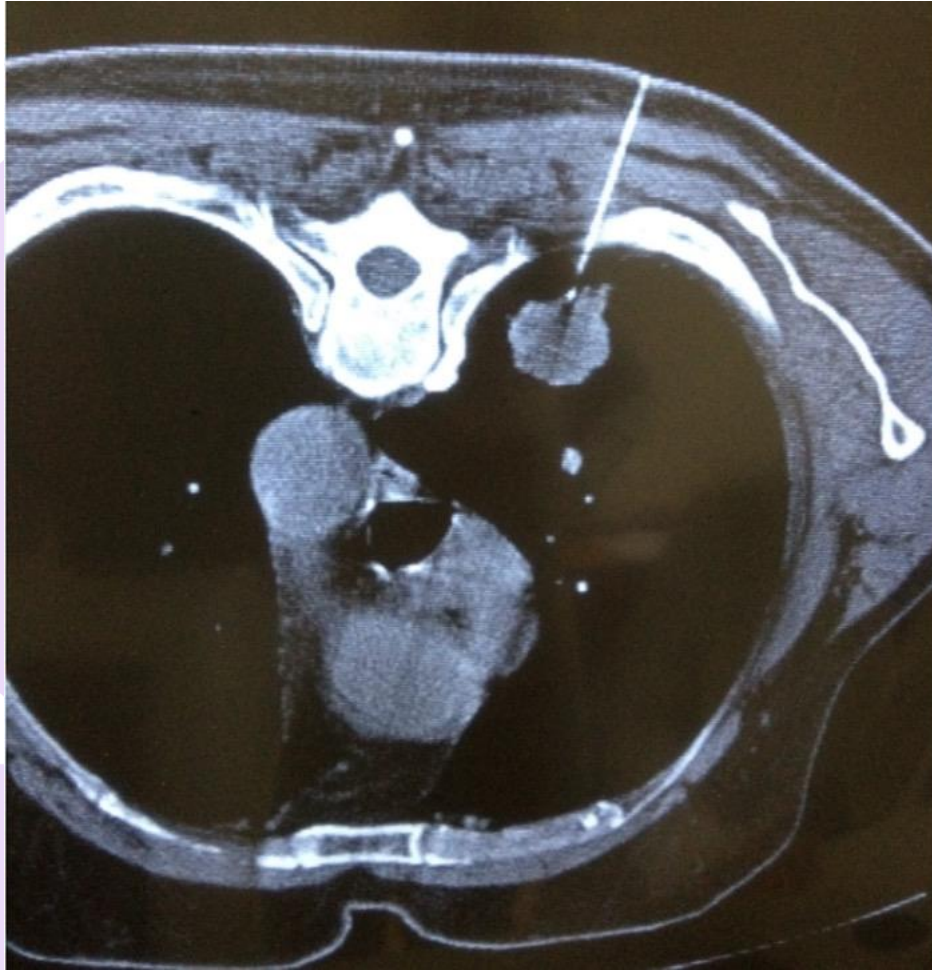


Figure 1: CT-guided TTNAB from the lesion in the right upper lobe



Figure 2: CT-guided TTNAB from a different lesion in the left upper lobe apical segment

Following the procedure, patients were followed-up in the monitoring room of the bronchoscopy unit. One hour later, a control chest radiograph was obtained for all patients. Only patients with a significant risk of pneumothorax required a repeat chest radiograph four hours later.

2.2. Evaluation of Diagnostic Value

Patients' biopsy results were divided into malignant, benign, or non-diagnostic for diagnostic value evaluation. Aspiration samples containing malignant or atypical cells (highly suggestive of malignancy) were considered malignant. Accepted as benign were results that could be diagnosed with specific benign diseases, such as tuberculosis and pneumonia. Biopsies from which sufficient material was obtained by aspiration but whose cytology contained only inflammatory cells and could not be diagnosed as benign diseases were considered non-diagnostic. The results of the biopsy were correlated with clinical follow-up, treatment response, and other diagnostic methods. Patients who were lost to follow-up or whose follow-up duration was less than one year were excluded from the analysis. Follow-up information for only 136 patients was available. Based on 136 patient records, the number of patients diagnosed with true positive, false positive, true negative, and false negative was determined. Figure 3 shows a flowchart for the research.

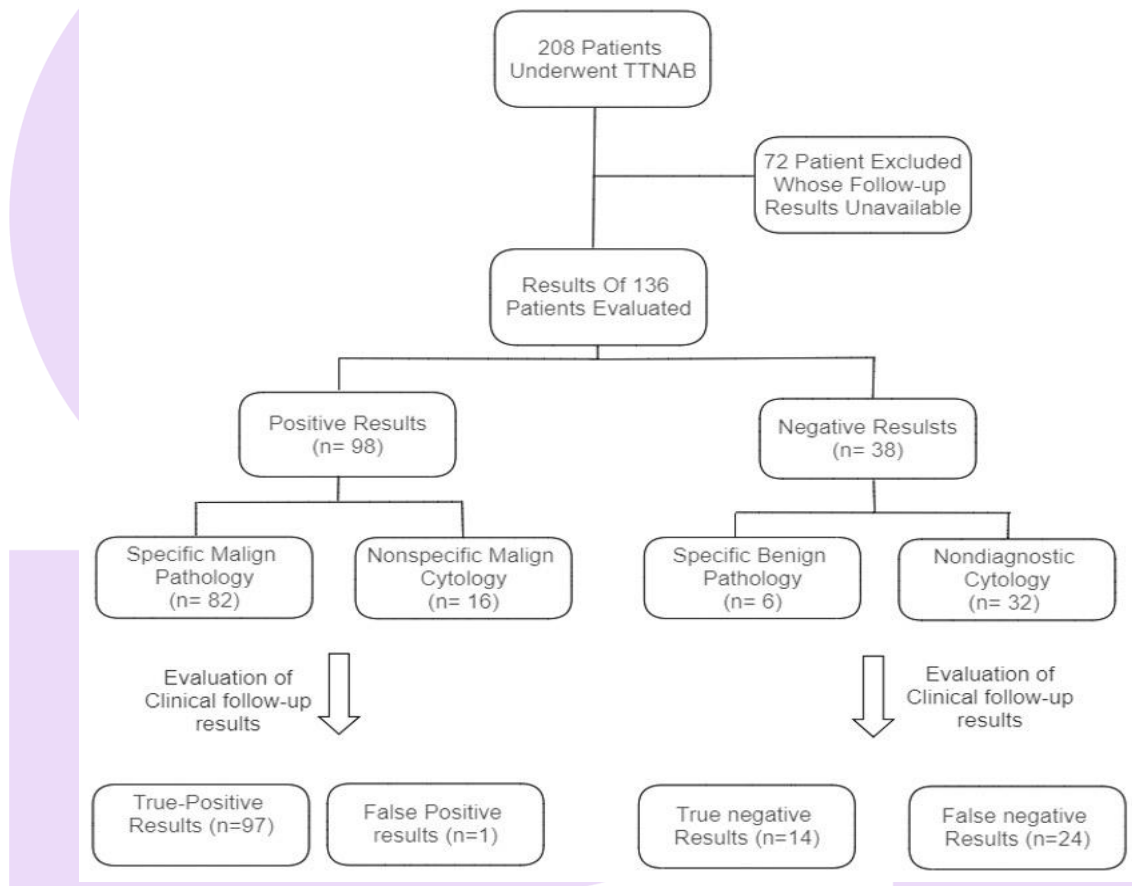


Figure 3: The flowchart for the research

Patients were divided into two groups to determine the impact of lesion size on diagnostic value. Group one consists of lesions measuring less than 3 cm, while group two comprises lesions measuring 3 cm or more. For both groups, sensitivity and diagnostic accuracy were determined. Similarly, three groups (18 gauge, 20 gauge, and 22 gauge) were established based on the thickness of the needle used in the procedure, and the sensitivity and diagnostic accuracy of all three groups were compared.

2.3. Evaluation of Complications

Pneumothorax and other complications that manifested as a result of the biopsy were observed in patients on whom we performed the procedure. The impact of lesion size and biopsy needle thickness on pneumothorax development was investigated. Large tumors were defined as lesions measuring three centimeters or greater. Other tumors with a lesion size of less than 3 centimeters were categorized as minor tumors. Pneumothorax rates in groups with small and large tumors were calculated and compared. Similarly, three groups (18, 20, and 22 gauge) were constructed according to the thickness of the biopsy needle, and pneumothorax rates in these groups were compared.

2.4. Analytical Statistics

For statistical analysis, the SPSS (Statistical Package for Social Sciences) for Windows 17.0 program was utilized. In addition to descriptive statistical methods (frequency, percentage, mean, standard deviation), the Pearson Chi-Square test was used to compare qualitative data when evaluating the study's data. The significance level of the results was $p < 0.05$, with a confidence interval of 95%.

3. Results

Between July 2007 and February 2013, 208 patients (179 male, 86%) underwent CT-guided TTNAB surgery. The calculated average age was 62, while the oldest age was 88 and the lowest was 33.

Seventy-two (34.6%) of 208 patients who received TTNAB were excluded from the analysis due to the failure to obtain follow-up data. Therefore, diagnostic value calculations were performed on 136 patients and 136 patients' pathology results were divided into three categories: malignant, benign, and non-diagnostic. There were 6 benign and 32 non-diagnostic outcomes compared to 98 malignant outcomes. Table 1 shows the distribution of malignant and benign diseases.

Table 1: Malign and Benign Results of Transthoracic needle aspiration biopsy

Malign results n (%)	98 (98/136, 72.1%)
• Non-Small Cell Lung Carcinoma	47 (47/98, 48%)
• Squamous Cell Carcinoma	17 (17/98, 17.3%)
• Adenocarcinoma	14 (14/98, 14.3%)
• Small Cell Carcinoma	4 (4/98, 4.1%)
• Nonspecific Malignant Cells	16 (16/98, 16.3%)
Benign results n (%)	6 (6/136, 4.4%)
• Tuberculosis Granuloma	3 (3/6, 50%)
• Pneumonia	3 (3/6, 50%)
Nondiagnostic	32 (32/136, 23.5%)
Total, N (%)	136 (100)

Although sufficient material was obtained by aspiration, 32 (23.5%) biopsy results were accepted as non-diagnostic. Because there were only inflammatory cells in the pathology and these findings weren't enough for a specific diagnosis of benign disease. At the end of the follow-up, 24 (75%) of these 32 patients were diagnosed with specific malignant disease by other methods (surgery, bronchoscopy, lymph node biopsy, endobronchial ultrasound), and 8 (25%) of them were diagnosed with benign disease. The final diagnoses of 32 patients are shown in table 2.

Table 2: Final Diagnoses of 32 Non-diagnostic Transthoracic needle aspiration biopsy

Final Diagnose	Diagnostic Method	Total (N=32)
Malignant Results, N (%)		24 (75)
• Adenocarcinoma	Surgery, Lymph Node Biopsy	8
• Squamous Cell Carcinoma	Surgery, Bronchoscopy, Endobronchial Ultrasonography	7
• Non-Small Cell Lung Cancer	Bronchoscopy, Endobronchial Ultrasonography, Lymph Node Biopsy	3
• Atypical Carcinoid	Surgery	1
• Large Cell Carcinoma	Surgery	1
• Hodgkin Lymphoma	Surgery	1
• Mesothelioma	Surgery	1
• Thymic Carcinoma	Surgery	1
• Solitary Fibrous Tumor	Surgery	1
Benign Results, N (%)		8 (25)
• Pneumonia	Surgery	3
• Tuberculosis Granuloma	Surgery	2
• Granulomatous Inflammation	Surgery, lymph node biopsy	2
• Organized Pneumonia	Surgery	1

The sensitivity, specificity, positive diagnostic value, negative diagnostic value and diagnostic accuracy are shown in Table 3.

Table 3: Diagnostic Value of Transthoracic needle aspiration biopsy

	%	95% Confidence Interval Upper-Lower limit
Sensitivity	80	0.73-0.88
Specificity	93	0.80-1
Positive Diagnostic Value	99	0.97-1.00
Negative Diagnostic Value	37	0.21- 0.53
Overall Accuracy	82	0.75- 0.89

We calculated sensitivity and accuracy according to the size of the lesion, and the thickness of the needle used in order to determine the factors affecting the diagnostic value. The results are summarized in Tables 4 and 5.

Table 4: Biopsy Results According to Lesion Size

Lesion Size (cm)	N	Sensitivity (%)	Accuracy (%)
<3cm*	13	75	84.6
≥3cm**	123	80.5	81.3
* : Small Tumor Group ** : Large Tumor Group			

Table 5: Biopsy Results by Needle Thickness

Needle Size	(N=136)	Sensitivity (%)	Accuracy (%)
18 gauge	20	77.8	80
20 gauge	74	87.5	87.8
22 gauge	42	69.2	71.4

3.1. Evaluation of Complications

To evaluate the complications of the TTNAB procedure, all 208 patients who underwent TTNAB between July 2007 and February 2013 were evaluated. Pneumothorax was observed in 8 of 208 patients. Only one patient needed a chest tube. The complication rates were calculated as 3.8%. We evaluated the effect of lesion size on complication rate in 136 patients. Lesions were divided into two groups: less than 3 cm, and the other group was lesions 3 cm and greater. There was no statistically significant difference between the complication rates of the groups (Table 6).

Table 6: Comparison of Complication Rates According to Lesion Size

			Complication		p-value
			Yes N (%)	No N (%)	
Lesion Size	<3cm	N=13	2 (%15,4)	11 (%84,6)	0.060
	≥3cm	N=123	6 (%4,9)	117 (%95,1)	

To examine the effect of needle thickness on pneumothorax rate we composed 3 groups according to needle size (18-20-22 gauge) used for biopsy. There was no difference between the groups in terms of pneumothorax rate (Table 7).

Table 7: Comparison of Complication Rates According to Biopsy Needle Thickness

			Complication		p-value
			Yes N (%)	No N (%)	
Needle size	18 gauge	N= 32	0	32 (%16)	0.46
	20 gauge	N= 106	5 (%4,7)	101 (%95,3)	
	22 gauge	N= 70	3 (%4,3)	67 (%95,7)	

4. Discussions

In our study, the sensitivity and diagnostic accuracy of CT-guided transthoracic needle aspiration biopsies for malignant lung tumors were 80% and 82%, respectively.

TTNAB is a well-tolerated and uncommonly complicated procedure. Consequently, it is frequently used to diagnose thoracic lesions. It is a less expensive and simpler alternative to thoracotomy and open lung biopsy [18,19]. In scientific literature, the sensitivity of TTNAB for malignant diseases varies between 64 and 100 percent, but it is typically reported between 80 and 97% [1,4,5,6,7]. The diagnostic accuracy is as high as 97%. [35] Zhuang et al. evaluated the outcomes of 102 patients who underwent CT-guided TTNAB and determined that the sensitivity was 96.3% and the diagnostic accuracy was 96.1% [7]. Wallace et al. applied CT-guided TTNAB to 61 sub-1 cm lesions and found a sensitivity of 82% and a diagnostic accuracy of 88% [10]. In benign lesions, it is not always possible to make a definitive diagnosis using transthoracic sampling. In the study in which Solak et al. evaluated 102 cases of USG-guided TTNAB, the proportion of cases with a specific benign diagnosis was 34%. [5] This rate was determined to be 31% by McSweeney et al. [20]. In our study, 13 patients were diagnosed with benign disease as a consequence of follow-up, but TTNAB could only diagnose 6 of them.

Taking into account both malignant and benign diagnoses, our TTNAB results are consistent with the published literature. By increasing our inappropriate sampling rate, the lack of a cytopathologist during the TTNAB procedure may have led to a decrease in sensitivity and diagnostic accuracy. Other studies have also demonstrated that the presence of a pathologist during a diagnostic procedure enhances its diagnostic value [4,21-23]. Even when sufficient tissue is obtained through the TTNAB procedure, specific malignant or benign diseases may not be diagnosed in some biopsies. In various studies [24-27], the non-diagnostic rate for TTNAB was between 5.5% and 29%; our study found this rate to be 23.5%. In one study [27], the rate of malignant diagnosis in the follow-up of non-diagnostic TTNAB results was reported to be 100 percent, but this rate typically ranges between 33 and 73 percent. [15,24-26] In our study, TTNAB yielded non-diagnostic results in 32 patients. During follow-up, 24 of them were diagnosed with malignant

disease, while 8 were diagnosed with benign disease. This result indicates that the rate of erroneous negative cases was calculated to be 17.7%. According to a study, the expected incidence of false-negative cases should be below 10% [22]. In another study, inadequate sampling was cited as a common cause of false negatives. Inflammation, fibrosis, and tumor necrosis surrounding a malignant nodule may result in insufficient sampling; therefore, it is essential to execute the procedure in the presence of a cytopathologic [5].

Imaging of smaller-sized lesions and an extension of TTNAB's diagnostic applicability have resulted from advances in imaging technology. The use of TTNAB, particularly in the diagnosis of pulmonary lesions that may be surgical candidates, may delay treatment and increase costs; however, if benign disease could be diagnosed with TTNAB, unnecessary surgical procedures could be avoided. Therefore, it is essential to ascertain the lesion size for which TTNAB is most effective. There is heterogeneity in the terminology of large tumor group and minor tumor group among studies examining this topic. Considering the definition of a solitary pulmonary nodule, the border of our investigation was set at 3 cm. While sensitivity was greater in the group with large tumors, the overall accuracy rate was greater in the group with tiny tumors. This may be owing to the lower false-negative rate in the group with the largest tumors. In the literature, results of studies examining the relationship between lesion size and diagnostic value of TTNAB vary [7,10,16,28]. In addition to the extent of the lesion, there is heterogeneity among these studies in terms of the imaging technique applied and the needle size utilized.

The size of the biopsy needle is another factor that influences the diagnostic value of TTNAB. Coaxial systems of 18 gauge (n = 324) and 19 gauge (n = 527) were compared in a study comparing the impact of needle size on the diagnostic value of TTNAB [11]; the study examined the effect of needle size on the diagnostic value of TTNAB. In the 18-gauge group, sensitivity was 95% and diagnostic accuracy was 96%, whereas, in the 19-gauge group, sensitivity was 89% and diagnostic accuracy was 92%. According to the authors, this ratio is comparable. In our study, we compared single aspiration needles of 18, 20, and 22 gauge. The 20-gauge group had a higher calculated sensitivity and diagnostic accuracy than the other groups. However, this result is challenging to interpret due to the heterogeneity of the groups in terms of the type and size of lesions treated by the procedure.

Pneumothorax remains the most prevalent TTNAB complication [14,17,29-31]. According to various studies, the incidence of pneumothorax ranges between 8% and 64%, and the need for a chest tube in pneumothorax cases ranges between 3.3% and 15% [32,33]. In our study, pneumothorax developed in 8 of 208 TTNAB-treated patients. The calculated pneumothorax rate was 3.8%. Only one patient (0.4%) required tube thoracostomy for pneumothorax. Similar to our study, Salepci et al. reported that the incidence of pneumothorax was 3.5%. In this study, all cases were evaluated for pneumothorax by CT immediately following the procedure, and chest radiography was performed only in cases with a high risk of pneumothorax [4] 5-6 hours after the procedure. All patients who were evaluated with CT after the procedure were given a control chest radiograph one hour later in our study. Only patients with a significant risk of pneumothorax required a repeat chest radiograph four hours later. Therefore, some patients may not be evaluated for late pneumothorax. Accordingly, the calculated pneumothorax rate is lower than the literature comparable to the study by Salepci and colleagues [4].

Pneumothorax risk during the procedure depends on a few variables. Age, gender, distance of the lesion from the pleural surface, presence or absence of emphysema, smoking history, sampling method (aspiration needle, cutting needle), number of passages through the pleura, operator experience, and patient compliance are a few examples. There are numerous studies in the literature that examine these variables [11,30,34]. In our investigation, we investigated the relationship between lesion size and needle thickness and pneumothorax. According to the thickness of the needle used to determine the relationship between needle thickness and pneumothorax rate, three groups were created. There was no statistically significant difference in pneumothorax rates between the 18-20-22-gauge groups. In the series of 846 cases by Geraghty et al [11], the 19-gauge needle group had 50% less pneumothorax than the 18-gauge needle group. This statistically significant result was stated to be independent of other risk factors such as age, gender, lesion size, and cutting system. In the study conducted by YP Zuanq et al. on 102 patients, there was no statistically significant difference in pneumothorax rate between the groups using 18- and 20-gauge aspiration needles [7]. Like our study, Shaukat et al. [4] compared the incidence of pneumothorax with 18-, 20-, and 22-gauge aspiration needles and found no significant difference.

Studies have also examined lesion size as a factor influencing pneumothorax rate. In the study by Laurent et al., the incidence of pneumothorax was 15% in 67 patients with a lesion size of 2 cm and 16% in 135 patients with a lesion size of >2 cm. In terms of pneumothorax incidence, there was no statistically significant difference between the two groups. In contrast, Yeow et al. found a statistically significant correlation between lesion size and pneumothorax rate, demonstrating that the incidence of pneumothorax increased as lesion size decreased [34]. According to the same study, the experience can reduce the risk of pneumothorax up to a critical lesion size of 2 cm when a standard biopsy procedure is performed. In this study, it was determined that the pneumothorax rate in the group with a lesion size 2cm was independent of the experience of the person performing the procedure, whereas the pneumothorax rate decreased as experience increased in the 2cm group. Although the effect of lesion size on pneumothorax rate is controversial in the literature, our study found no statistically significant difference in pneumothorax rate between groups whose lesion size was less than 3cm and greater than 3cm. Since all processes in our study are conducted by the same team, we believe that our findings are independent of the practitioner's experience.

After percutaneous biopsy, parenchymal hemorrhage is the second most common complication [36]. Other rare complications such as systemic air embolism, tumor cell sowing along the entry line, empyema, lung torsion, and pericardial tamponade were not observed in any of the TTNAB procedures examined in our study.

5. Limitations

However, certain limitations should be noted. Due to the retrospective character of the study, there could be missing data. Second, the number of patients in the group with small tumors was extremely low. And finally, while we examined the effect of lesion size and needle thickness on the complication rate and diagnostic value, we did not take into account any other variables such as age, gender, distance of the lesion from the pleural surface, sampling method, number of pleural passages, and patient compliance are examples of such variables.

6. Conclusions

In this study showed that CT-guided TTNAB is an easy-to-use, inexpensive, effective, and reliable method for diagnosing lung tumors, particularly malignant ones. In our study, there was no correlation between lesion size and needle thickness and the TTNAB complication rate. In this investigation, we discussed the TTNAB experience of pulmonologists at a hospital for chest diseases. In addition, it was demonstrated that the diagnostic success of TTNAB is consistent with the literature and can be safely applied.

This study was prepared based on the medical specialization thesis titled " Bilgisayarlı Tomografi Altında Transtorasik İğne Aspirasyon Biopsisinin Tanısal Değeri, Komplikasyonları Ve Bunları Etkileyen Faktörler ", which we completed in 2013 under the supervision of Associate Professor Dilek Ernam.

(Tıpta Uzmanlık Tezi, İstanbul Süreyyapaşa Göğüs Hastalıkları ve Göğüs Cerrahisi Eğitim ve Araştırma Hastanesi , Türkiye, 2013)

7. References

- [1] Arslan S, Yılmaz A, Bayramgürler B et al. CT-Guided Transthoracic Fine Needle Aspiration Of Pulmonary Lesions: Accuracy And Complications İn 294 Patients, Med Sci Monit, 2002; 8(7): CR493-497
- [2] Tae June Noh, Chang Hoon Lee, Young Ae Kang et al, Chest Computed Tomography (CT) Immediately after CT-Guided Transthoracic Needle Aspiration Biopsy as a Predictor of Overt Pneumothorax, The Korean Journal of Internal Medicine Vol. 24, No. 4, December 2009
- [3] Arash Gohari and Linda B. Haramati, Complications of CT Scan-Guided Lung
- [4] Biopsy : Lesion Size and Depth Matter, Chest 2004;126;666-668
- [5] Salepçi B, Özdoğan S, Öcal Z ve ark, Akciğer Lezyonlarında BT Eşliğinde Transtorasik İİAB ve “Tru-Cut” Biyopsinin Tanı Değeri, Solunum Hastalıkları 2003; 14: 181-185
- [6] Solak H, Öztaş S, Ağanoğlu S ve ark. Diagnostic value of transthoracic fine needle aspiration biopsy in thoracic lesions. Turkish Respiratory Journal, 2001;2:11-15.
- [7] Ryan C. Larscheid, Patricia E. Thorpe and Walter J. Scott, Percutaneous Transthoracic Needle Aspiration Biopsy, Chest 1998;114:704-709
- [8] Y.-P. Zhuang, Hai-Yan Wang, Jin Zhang, et al. Diagnostic accuracy and safety of CT-guided fine needle aspiration biopsy in cavitory pulmonary lesions, European Journal of Radiology 82 (2013) 182– 186
- [9] Berquist TH, Bailey PB, Cortese DA, et al: Transthoracic needle biopsy: accuracy and complications in relation to location and type of lesion. Mayo Clin Proc, 1980; 55: 475-481
- [10] Khouri NF, Stitik FP, Erozan YS, et al: Transthoracic needle aspiration biopsy of benign and malignant lung lesions. AJR, 1985; 144:281-288
- [11] Wallace MJ, Krishnamurthy S, Broemeling LD, et al. CT-guided Percutaneous Fine-Needle Aspiration Biopsy of Small (<1-cm) Pulmonary Lesions, Radiology 2002; 225:823–828
- [12] Geraghty P.R, Kee T.S, McFarlane G, CT-guided Transthoracic Needle Aspiration Biopsy of Pulmonary Nodules: Needle Size and Pneumothorax Rate, Radiology 2003; 229:475–481
- [13] Chang-Min Choi, Sang-Won Um, Chul-Gyu Yoo et al. Incidence and Risk Factors of Delayed Pneumothorax After Transthoracic Needle Biopsy of the Lung, Chest 2004;126;1516-1521
- [14] Wua YF, Huangb TW, Kao CC, et al. Air Embolism Complicating Computed Tomography-Guided Coreneedle Biopsy Of The Lung, Interactive CardioVascular and Thoracic Surgery 0 (2012) 1–2 doi:10.1093/icvts/ivrl16
- [15] Cox JE, Chiles C, McManus CM, Transthoracic Aspiration Biopsy: Variables That Affect Risk of Pneumothorax, Radiology; 1999 212:165-169
- [16] Perimutt LM, Johnstone WW, Reed Dunnick N. Percutaneous Transthoracic Needle Aspiration: A Review. AJR 1989 152:451-455
- [17] Van Sonnenberg E, Casola G, Ho M et al. Difficult thoracic lesions: CT guided biopsy experience in 150 cases. Radiology 1988;167:457-461
- [18] Yamagami T, Nakamura T, Iida S, Kato T, Nishimura T. Management of pneumothorax after percutaneous Ct guided lung biopsy. Chest 2002;121:1013–1015
- [19] O’Reilly PE, Silverman JF. Value of ancillary studies in fine needle aspiration cytology of the lung. Acta Cytologica 1994; 38:144-150
- [20] Tikkakoski T, Paivansalo. Percutaneous ultrasound guided biopsy. Fine needle biopsy, cutting needle biopsy, or both. Acta Radiologica 1993;34:30-34

- [21] Sean E. McSweeney, Kevin N. Evaluation of the Efficacy and Safety of Percutaneous Biopsy of Lung. The Open Respiratory Medicine Journal, 2012, 6, 82-88
- [22] Bayramgürler B, Yılmaz A, Arslan S, ve ark. Bilgisayarlı Tomografi Eşliğinde Yapılan Transtorasik İnce İğne Aspirasyonu Sonuçlarımız. Solunum Hastalıkları 2000; 11: 165-168 165
- [23] Lee YJ, Hwang Y, Kim TJ, et al. Inconclusive Result from CT Guided Transthoracic Needle Aspiration and Biopsy: Affecting Factors and Final Outcome. J Lung Cancer 2011;10(2):94-101)
- [24] Yılmaz A, Akkaya E, Baran R. Transtorasik iğne aspirasyonu. Tüberküloz ve Toraks Dergisi 2002; 50(2): 295-300
- [25] Colquhoun SD, Rosenthal DL, Morton DL. Role of percutaneous fine needle aspiration biopsy in suspected intrathoracic malignancy. Ann Thorac Surg 1991; 51:390-393
- [26] Patz EF, Fidler J, Knelson M, et al. Significance of percutaneous needle biopsy in patients with multiple pulmonary nodules and single known primary malignancy. Chest 1995;107:601-604
- [27] Mitruka S, Landreneau RJ, Mack MJ, et al. Diagnosing the indeterminate pulmonary nodule: percutaneous biopsy versus thoracoscopy. Surgery 1995; 118:676-684
- [28] Bergquist TH, Bailey PB, Cortese DA, et al. Transthoracic needle biopsy: accuracy and complications in relation to location and type of lesion. Mayo Clin Proc 1980; 55:475-481
- [29] Li H, Boiselle P, Shepard JO, Trotman-Dickenson B, McCloud TC. Diagnostic accuracy and safety of CT-guided percutaneous needle aspiration biopsy of the lung: comparison of small and large pulmonary nodules. AJR Am J Roentgenol 1996; 167:105-109
- [30] Kazerooni EA, Lim FT, Mikhail A, Martinez FJ. Risk of pneumothorax in CT guided transthoracic needle aspiration biopsy of the lung. Radiology 1996; 198:371-375
- [31] Laurent F, Michel P, Latrabe V, de Lara MT, Marthan R. Pneumothoraces and chest tube placement after CT-guided transthoracic lung biopsy using a coaxial technique. AJR Am J Roentgenol 1999;172:1049-1053
- [32] Laurent F, Labtrabe V, Vergier B, Michel P. Percutaneous CT-guided biopsy of the lung: comparison between aspiration and automated cutting needles using a coaxial technique. Cardiovasc Intervent Radiol 2000; 23:266-272.
- [33] Manhire A, Charig M, Clelland C, Gleeson F. Guidelines for radiologically guided lung biopsy. Thorax 2003; 58(11): 920-36
- [34] Mullan CP, Kelly BE, Ellis PK, et al. CT-guided fine-needle aspiration of lung nodules: effect on outcome of using coaxial technique and Immediate cytological evaluation al. The Ulster Medical Journal, Volume 73, No. 1, pp. 32-36, May 2004
- [35] Kee-Min Yeow; I-Hao Su; Kuang-Tse Pan, et al. Risk Factors of Pneumothorax and Bleeding: Multivariate Analysis of 660 CT-Guided Coaxial Cutting Needle Lung Biopsies. CHEST 2004; 126:748-754
- [36] Green R, Szyfelbein WM, Isler RJ, et al. Supplementary tissue-core histology from fine-needle transthoracic aspiration biopsy. AJR Am J Roentgenol 1985; 144:787-792
- [37] Krishna Kandarpa. John E. Aruny. Handbook of Interventional Radiologic Procedures. Third Edition, Lippincott Williams & Wilkins, 2002

AN ENSEMBLE LEARNING MODEL FOR EARLY DETECTION OF DEMENTIA FROM MRI IMAGES

Veysel Turk ¹, Halil Arslan ^{2*}, Hatice Catal Reis ³

¹ Harran University, Department of Computer Engineering, Sanliurfa

¹ ORCID ID: 0000-0003-1250-0590, veyselturk484@gmail.com

² Ankara Yıldırım Beyazıt University, Department of Management Information Systems, Ankara

² ORCID ID: 0000-0003-3959-0872, halil.arslan.5066@gmail.com

³ Gumushane University, Department of Geomatics Engineering, Gumushane

³ ORCID ID: 0000-0003-2696-2446, hatice.catal@yahoo.com.tr

* Corresponding Author

Abstract

Early and accurate diagnosis has the potential to slow the progression of dementia and is a highly critical step in determining the appropriate treatment plan. Dementia is a condition in which various neurological anomalies occur. These anomalies can be detected with Magnetic Resonance Imaging (MRI) imaging. MRI imaging technique is widely used to detect neurological anomalies associated with dementia and to detect lesions and atrophy in the brain. Deep Convolutional Neural Networks (CNNs) are artificial intelligence technologies with high processing power and discrimination ability. CNN-based machine learning methods can successfully diagnose anomalies associated with dementia. This study proposes a hard voting ensemble learning (EL) model on a dataset consisting of MRI images to classify dementia diseases. In addition, hybrid methods have been developed using deep learning and machine learning algorithms. The proposed approaches aim to explore the potential to achieve higher classification accuracy using different learning models in the diagnostic process. Finally, the goal of the EL model is to create a common decision mechanism by combining the predictions of more than one model. The EL model proposed in the experimental process was created by combining the Support Vector Machine (SVM), Logistic Regression (LR), and Random Forest (RF) algorithms. In the classification process performed by the EL method, feature vectors obtained from the pre-trained DenseNet201 model were used. The proposed hybrid method uses the denseNet201 model, SVM, LR, and RF algorithms. The experimental results obtained similar results with 95.00% accuracy in the classification study performed with the EL and DenseNet201+SVM hybrid methods. The proposed methods can help specialists to diagnose quickly and accurately.

Keywords: Computer vision, demented disease detection, feature extraction, hard voting ensemble learning, transfer learning.

1. Introduction

Neurodegenerative diseases are generally incurable conditions and include symptoms such as ataxia (movement disorders) and dementia (loss of mental function) due to the progressive degeneration of nerve cells and cell death [1]. Dementia is a collection of symptoms rather than a disease [2]. Globally, approximately 10 million individuals are diagnosed with dementia each year [3]. Although Alzheimer's disease is the most common cause of dementia, other factors such as frontal lobe dementia, Lewy body dementia, Huntington's disease, and vascular dementia may also cause dementia [2]. Dementia affects many areas, including general mental functions, memory, thinking, language, problem-solving ability, and attention [4]. As the disease progresses, it can reach seriousness that can significantly affect the individual's activities of daily living. Early and accurate diagnosis of dementia can slow down the progression of the disease, and it is very critical to establish an appropriate treatment plan.

However, it is not possible to completely prevent the disease. In recent years, one of the most challenging tasks for neurologists has been to diagnose moderate cognitive impairment and early cognitive normality of dementia [5]. In diagnosing dementia types, Computer-Aided Diagnosis (CAD) systems can be used to support the early diagnosis of the disease and help neurologists. Dementia can be classified according to the severity of the disease as non-demented, very mild demented, mild demented, and moderately demented. Such different anomalies and variations that occur in dementia constitute the primary motivation of researchers for recognizing and classifying dementia types. Machine learning methods can produce innovative solutions in the disease diagnosis process by using Convolutional Neural Network (CNN) based architectures [6, 7]. These methods have an essential potential in diagnosing and classifying complex diseases such as dementia due to their high discrimination ability.

Previous studies have proposed many classification studies for diagnosing dementia types with machine-learning approaches. Sharma et al. [8] conducted a study using the pre-trained InceptionV3 model to diagnose dementia-type diseases. In this study, the InceptionV3 model was modified. In addition, the dataset is expanded using methods such as flipping, rotation, and brightness. In the experimental study performed with the proposed method, an accuracy rate of 94.92% was obtained. Singh and Mishra [9] proposed a hybrid method combining CNN+SVM machine learning algorithms with a CNN-based architecture with a softmax output layer to

classify dementia-type diseases as non-demented, very mildly demented, mildly demented, and moderately demented. In this study, the CNN+Softmax model achieved 98.5% accuracy, and the CNN+SVM model 91.4% accuracy. Zena et al. [10] developed a new CNN-based model for classifying dementia diseases and used modern deep neural networks DenseNet-121, ResNet-101, and MobileNetV2 models. In this study, 1600 test data were used in the testing process. The medical images in the dataset were resized to 128x128 in the preprocessing steps. As a result of the experimental process, the DenseNet-121 model achieved 88.62% accuracy, the ResNet-101 model 86.06%, the MobileNetV2 model 88.05%, and recommended CNN model 97.62% accuracy. Acharya et al. [11] used pre-trained CNN, VGG16, ResNet-50, and modified AlexNet deep neural networks to classify dementia diseases. Among the studies performed, the modified AlexNet model was the most successful, with an accuracy rate of 95.70%. This study aims to increase the treatment rate by effectively and accurately diagnosing dementia types in the early stages.

For this purpose, the ensemble learning (EL) method is recommended in addition to previous studies that suggested transfer learning and hybrid methods in diagnosing dementia diseases. In addition, hybrid methods have been developed with deep learning and machine learning algorithms in the classification task. During the development of the EL method and hybrid methods, pre-trained DenseNet201 deep learning architecture, Support Vector Machine (SVM), Logistic Regression (LR), and Random Forest (RF) algorithms were used. In the experimental process, feature extraction was performed with the DenseNet201 model. While the feature vector obtained was used in the classification process with SVM, LR, and RF algorithms in hybrid methods, it was used as the input data of the EL model in the proposed study in the EL method. This study, it is aimed that the EL method proposed in the classification process of dementia disease will make a positive contribution to the literature on the disease detection process. The Flowchart of the study is shown in Figure 1.

The contributions of this study can be summarized as follows:

1. The EL method was developed by combining SVM, LR, and RF algorithms.
2. Hybrid methods with the DenseNet201 model and SVM, LR, and RF algorithms are proposed. Here, feature extraction was performed with deep learning algorithms.
3. With the proposed EL model, an accuracy of 95.00% was obtained.

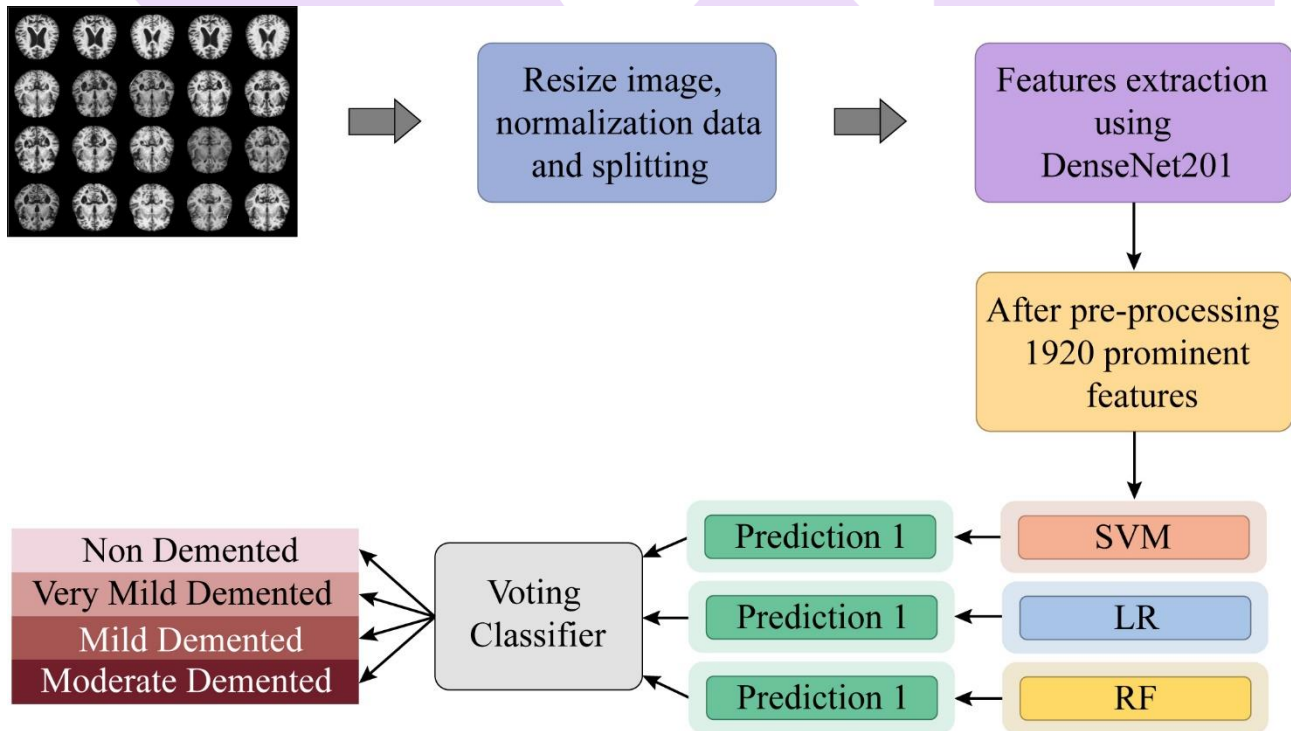


Figure 1: Flowchart of the study

2. Materials and Methods

This section presents information about the dataset used to evaluate the models proposed in the experimental application, DenseNet201 deep learning model, machine learning algorithms (SVM, LR, RF), and theoretical knowledge of the EL method. In addition, evaluation metrics are given together.

2.1. Dataset

In this study, the Alzheimer's Dataset [12], which is included in the Kaggle database and consists of Magnetic Resonance Imaging (MRI) images, was used to classify dementia diseases. The dataset consists of four categories: non-demented, very mild demented,

mild demented, and moderately demented. All images in the dataset are 176x208 in size. The dataset used in this study consists of a total of 1864 images, including 600 in the non-demented category, 600 in the very mildly demented category, 600 in the mildly demented category, and 64 in the moderately demented category. In the experimental process, 70% of the dataset was reserved to be used in the training of machine learning algorithms. In comparison, 30% of the dataset was used for the testing process of the algorithms. In this way, 1304 images were used in the training process of machine learning algorithms, while 560 images were used in the testing process of the algorithms. Table 1 shows data split statistics. The sample data utilized in the experimental process is illustrated in Figure 2.

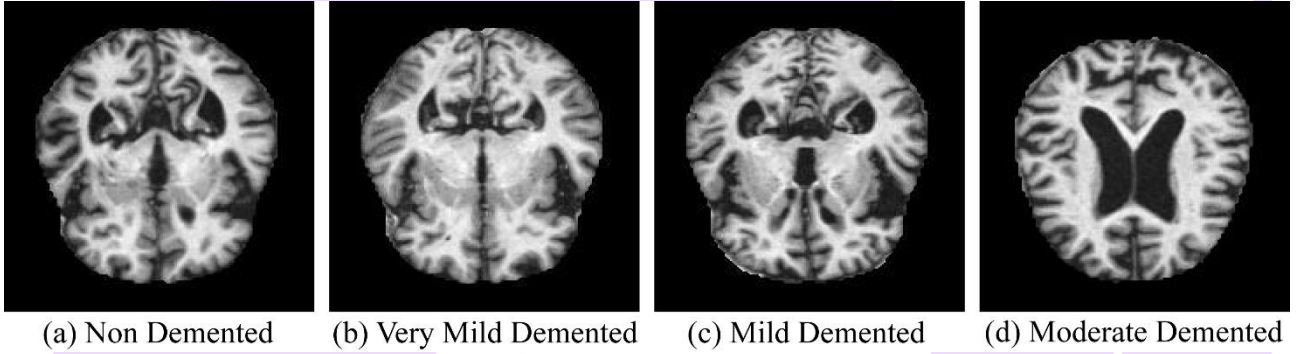


Figure 2: Sample images from the Alzheimer's dataset

Table 1: The number of training and test examples

Types of dementia	Number for training	Number of test examples	Total number of images
Non Demented	403	197	600
Very Mild Demented	427	173	600
Mild Demented	424	176	600
Moderate Demented	50	14	64

2.2. DenseNet201 Architecture

DenseNet201 architecture was proposed in 2017 [13]. The use of additional feature vectors enhances the architecture. The application purpose of the proposed method is to solve the gradient vanishing problem in deep neural networks. The basis of the architecture is the Dense block. In architecture, each layer is directly linked to all previous layers. Attributes collected in a particular layer are combined through the concatenate layer. The DenseNet201 algorithm consists of 201 layers with an input layer size of 224×224 . Also, the architecture has four dense blocks, three transition layers, and finally, a softmax output layer. This study uses DenseNet201 architecture pre-trained with ImageNet [14] dataset. This architecture was used to perform feature extraction in the study.

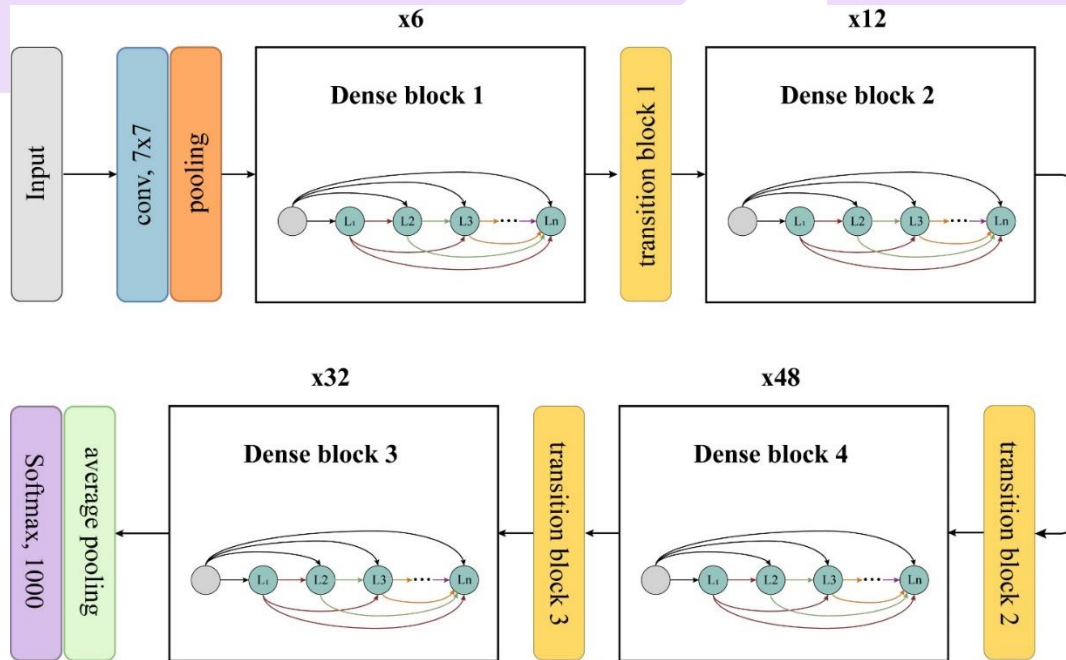


Figure 3: Flowchart of DenseNet201 architecture

2.3. Machine Learning Algorithms

This section presents the theoretical foundations of the machine learning algorithms used in developing the EL model and hybrid methods. The hyperparameters used in machine learning algorithms are given in Table 2.

Table 2: Hyperparameters used in EL method and machine learning algorithms

Machine Learning Algorithms	Hyperparameters	Defined Parameters
SVM	C	100
	kernel	rbf
	gamma	10
	probability	true
	tol	0.001
	class-weight	balanced
LR	C	10
	penalty	l2
	class_weight	balanced
	solver	lbfgs
	multi-class	multinomial
	random-state	0
RF	n-estimators	80
	criterion	gini
	min-samples-split	2
	min-samples-leaf	2
	max-features	log2
	bootstrap	true
	class-weight	balanced
	random-state	0
	estimators	('RF', rf), ('LR', lr), ('SVM', svm)
EL	weights	1, 3, 5
	voting	hard
	flatten-transform	true

2.3.1. Support Vector Machine

Support Vector Machine (SVM), a type of machine learning algorithm, was developed by Vapnik et al. [15]. It is widely used in classification problems. The algorithm aims to find a hyperplane to maximize the margin between binary or multiple classes in the dataset. This process is carried out with decision functions. The algorithm can be applied to solving linear/non-linear problems. The algorithm's efficiency is directly proportional to the correct determination of the hyper-parameters. In this study, hyper-parameters were determined using a trial-and-error method. The hyper-parameters used in the SVM machine learning algorithm are given in Table 2.

2.3.2. Logistic Regression

Logistic Regression (LR) is a supervised machine learning algorithm. It is a statistical approach that focuses on estimating probabilities rather than classes [16]. This approach is used in classification problems. The main goal of the algorithm is to predict a new class of test or observation data based on the input variables. The estimations here consist of probability values, and the sigmoid function is used. In this study, hyper-parameters were determined using a trial-and-error method. The hyper-parameters used in the LR machine learning algorithm are given in Table 2.

2.3.3. Random Forest

Random Forest (RF) is a supervised machine learning algorithm. The algorithm was proposed by Ho [17]. It is widely used in classification problems and is decision tree based. Decision tree; It consists of root nodes, internal nodes, and leaf nodes. While creating decision trees using the RF algorithm, the root node's selection process and the nodes' splitting processes are random, resulting in a random forest due to the application. In this study, the trial-and-error method was used to determine hyper-parameters. The hyper-parameters used in the RF machine learning algorithm are given in Table 2.

2.3.4. Ensemble Learning

Ensemble Learning (EL) is a machine learning technology in which multiple models are strategically combined [18]. This method is aimed at obtaining a high-efficiency model and has the potential to provide superior performance compared to a particular model. This study is based on a community-based method of hard voting. The scikit-learn library was used in the application process. The hyper-parameters used in the EL method are given in Table 2.

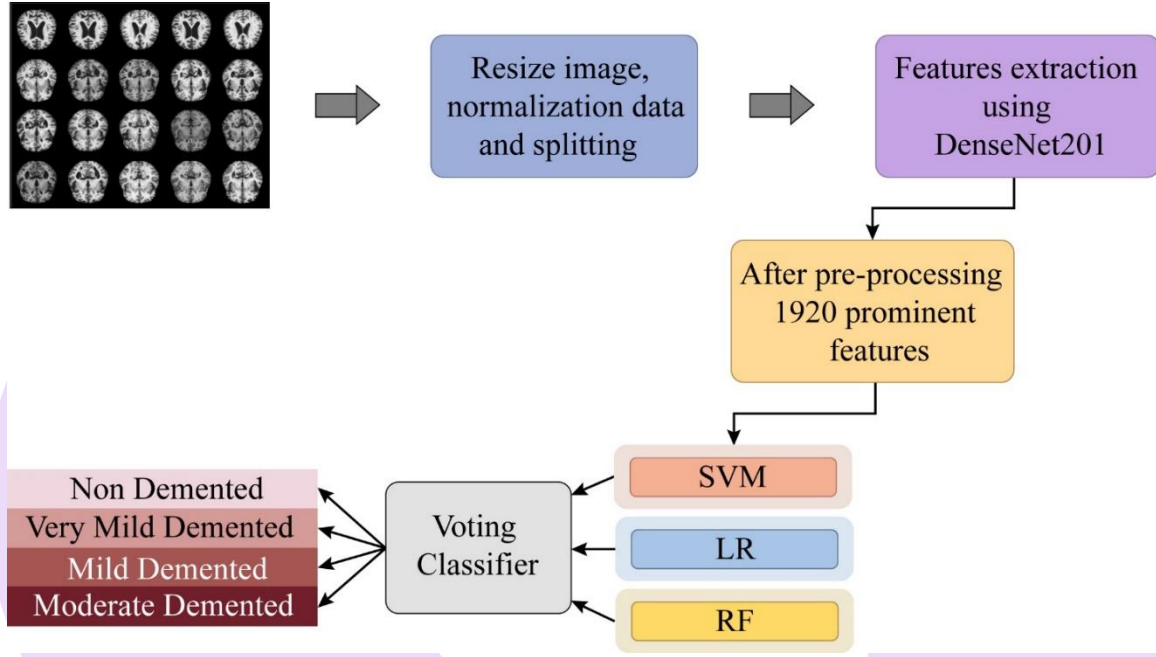


Figure 4: Proposed ensemble learning model

2.4. Evaluation Metrics

In the performance analysis of the proposed EL model and the proposed hybrid methods with deep learning/machine learning algorithms in the classification of dementia diseases, Accuracy (ACC), Positive Predictive Value (PPV), PPV (macro), Sensitivity (SN), SN (macro), F1-score (F1), and F1 (macro) metrics were used. The mathematical formulations of the evaluation metrics are given in Table 3. Table 3 shows FP: False Positive, TP: True Positive, FN: False Negative, and TN: True Negative values.

Table 3: The performance metrics (with binary and multi-class classification)

Binary Classification Metrics		Multi-class Classification Metrics	
Metric	Formula	Metric	Formula
ACC	$\frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN}$	PPV (macro)	$\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \frac{TP_n}{TP_n + FP_n}$
PPV	$\frac{TP}{TP + FP}$	SN (macro)	$\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \frac{TP_n}{TP_n + FN_n}$
SN	$\frac{TP}{TP + FN}$	F1 (macro)	$\frac{2 \times M.PPV \times M.SN}{M.PPV + M.SN}$
F1	$\frac{2 \times PPV \times SN}{PPV + SN}$		

3. Results

In this section, the experimental results of the proposed EL method and hybrid methods in the automatic detection of dementia diseases are presented. In the experimental stage, the dataset used was first preprocessed. In this preprocessing step, the data was resized to 224x224, converted to array format, applied min-max normalization, and labels were assigned to the data. The experimental results of hybrid methods and the EL model are given in Table 4. According to the table, DenseNet201 + SVM hybrid method and EL method produced similar results and were the most successful methods with an accuracy rate of 95.00%. The RF algorithm was the model with the lowest success, with an accuracy rate of 92.50% in the study. When DenseNet201 + SVM hybrid and EL methods were evaluated according to PPVmacro, SNmacro, and F1-macro metrics, they produced 96.16%, 96.14%, and 96.15% metrics, respectively. When the RF algorithm was evaluated according to the PPVmacro, SNmacro, and F1-macro metrics, it produced 94.22%, 94.25%, and 94.23% metric values, respectively. Figure 5 shows a column chart with hybrid methods and evaluation metrics obtained from the EL model.

Table 4: Hybrid approach with deep learning and SVM, LR, RF algorithm and EL model

Model	Number of features	Classifier	ACC	PPV _{macro}	SN _{macro}	F1-macro
DenseNet201	1920	SVM	0,9500	0,9616	0,9614	0,9615
		LR	0,9321	0,9479	0,9477	0,9478
		RF	0,9250	0,9422	0,9425	0,9423
		EL	0,9500	0,9616	0,9614	0,9615

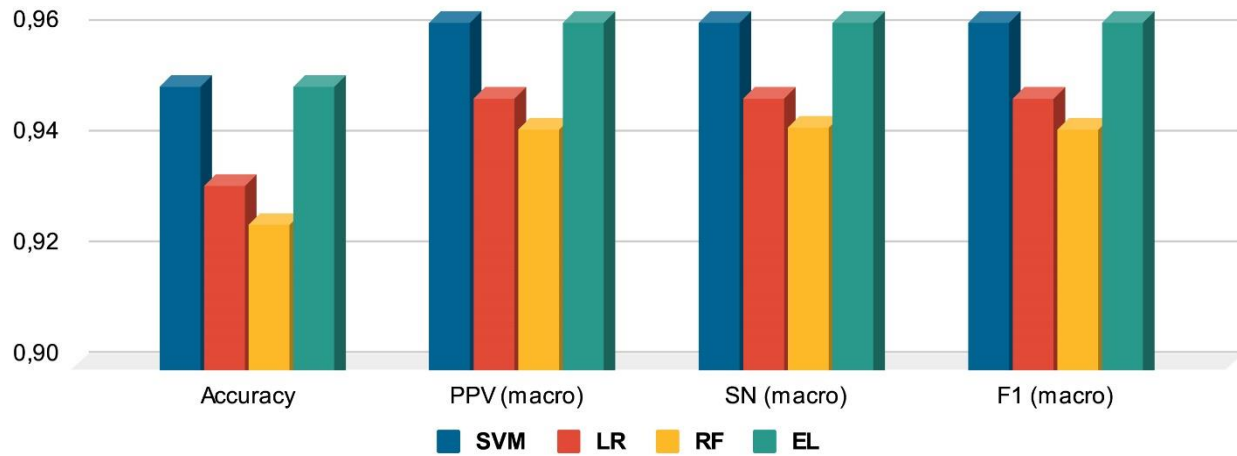


Figure 5: Comparative analysis of machine learning methods

According to Figure 5, while SVM and EL methods produced the most successful results in all metric values with similar results, the RF algorithm showed the lowest success in all metric values.

Tablo 5: Experimental results of machine learning algorithms and ensemble learning model according to PPV, SN and F1 metrics

Model	Class	PPV	SN	F1	Test dataset
SVM	Non Demented	0.9444	0.9492	0.9468	197
	Very Mild Demented	0.9360	0.9306	0.9333	173
	Mild Demented	0.9659	0.9659	0.9659	176
	Moderate Demented	1.0000	1.0000	1.0000	14
LR	Non Demented	0.9242	0.9289	0.9266	197
	Very Mild Demented	0.9128	0.9075	0.9101	173
	Mild Demented	0.9545	0.9545	0.9545	176
	Moderate Demented	1.0000	1.0000	1.0000	14
RF	Non Demented	0.9231	0.9137	0.9184	197
	Very Mild Demented	0.8966	0.9017	0.8991	173
	Mild Demented	0.9492	0.9545	0.9518	176
	Moderate Demented	1.0000	1.0000	1.0000	14
EL	Non Demented	0.9444	0.9492	0.9468	197
	Very Mild Demented	0.9360	0.9306	0.9333	173
	Mild Demented	0.9659	0.9659	0.9659	176
	Moderate Demented	1.0000	1.0000	1.0000	14

According to Table 5, a 94.68% F1-score for detecting 197 Non Demented images, 93.33% F1-score for detecting 173 Very Mild Demented images, 96.59% F1-score for detecting 176 Mild Demented images, and 100% F1-score calculated using SVM model. According to Table 5, the proposed EL method and SVM algorithm produced similar results. According to Table 5, a 91.84% F1-score for detecting 197 Non Demented images, 89.91% F1-score for detecting 173 Very Mild Demented images, 95.18% F1-score for detecting 176 Mild Demented images, 100% F1-score for detecting 14 Moderate Demented images produced values using RF algorithm.

4. References

- [1] Ruggiero, M., Calvello, R., Porro, C., Messina, G., Cianciulli, A., and Panaro, M. A., "Neurodegenerative diseases: Can caffeine be a powerful ally to weaken neuroinflammation?", *International Journal of Molecular Sciences*, 23(21), 12958, 2022, <https://doi.org/10.3390/ijms232112958>.
- [2] Wang, S., Liu, H. Y., Cheng, Y. C., and Su, C. H., "Exercise dosage in reducing the risk of dementia development: Mode, duration, and intensity—A narrative review", *International journal of environmental research and public health*, 18(24), 13331, 2021, <https://doi.org/10.3390/ijerph182413331>.
- [3] Minne, P., Fernandez-Quilez, A., Aarsland, D., Ferreira, D., Westman, E., Lemstra, A. W. et al., "A study on 3D classical versus GAN-based augmentation for MRI brain image to predict the diagnosis of dementia with Lewy bodies and Alzheimer's disease in a European multi-center study", *In Medical Imaging 2022: Computer-Aided Diagnosis*, 12033, 624-632, 2022, <https://doi.org/10.1117/12.2611339>.

- [4] Yousaf, K., Mehmood, Z., Awan, I. A., Saba, T., Alharbey, R., Qadah, T., and Alrige, M. A., "A comprehensive study of mobile-health based assistive technology for the healthcare of dementia and Alzheimer's disease (AD)", *Health Care Management Science*, 23, 287-309, 2020, <https://doi.org/10.1007/s10729-019-09486-0>.
- [5] Rahul, P., and Jagadeesh, P., "Detection of Dementia Disease using CNN Classifier by Comparing with ANN Classifier", In *2022 International Conference on Business Analytics for Technology and Security (ICBATS)*, 1-5, 2022, <https://doi.org/10.1109/ICBATS54253.2022.9759085>.
- [6] Reis, H. C., and Turk, V., "COVID-DSNet: A novel deep convolutional neural network for detection of coronavirus (SARS-CoV-2) cases from CT and Chest X-Ray images", *Artificial Intelligence in Medicine*, 134, 102427, 2022, <https://doi.org/10.1016/j.artmed.2022.102427>.
- [7] Reis, H. C., Turk, V., Khoshelham, K., and Kaya, S., "MediNet: transfer learning approach with MediNet medical visual database", *Multimedia Tools and Applications*, 1-44, 2023, <https://doi.org/10.1007/s11042-023-14831-1>.
- [8] Sharma, S., Gupta, S., Gupta, D., Juneja, S., Mahmoud, A., El-Sappagh, S., and Kwak, K. S., "Transfer learning-based modified inception model for the diagnosis of Alzheimer's disease", *Frontiers in Computational Neuroscience*, 16, 1000435, 2022, <https://doi.org/10.3389/fncom.2022.1000435>.
- [9] Singh, P., and Mishra, S. K., "Alzheimer's Detection And Categorization using a Deep-Learning Approach", In *2022 Third International Conference on Intelligent Computing Instrumentation and Control Technologies (ICICICT)*, 727-734, 2022, <https://doi.org/10.1109/ICICICT54557.2022.9917774>.
- [10] Zena, J. I., Lucky, E., Ellaine, C. G., Edbert, I. S., and Suhartono, D., "Deep Learning Approach based Classification of Alzheimer's Disease Using Brain MRI", In *2022 5th International Seminar on Research of Information Technology and Intelligent Systems (ISRITI)*, 397-402, 2022, <https://doi.org/10.1109/ISRITI56927.2022.10053030>.
- [11] Acharya, H., Mehta, R., and Singh, D. K., "Alzheimer disease classification using transfer learning", In *2021 5th International Conference on Computing Methodologies and Communication (ICCMC)*, 1503-1508, 2021, <https://doi.org/10.1109/ICCMC51019.2021.9418294>.
- [12] Dubey, S., "Alzheimer's Dataset (4 Class of Images)", Available online: <https://www.kaggle.com/datasets/tourist55/alzheimers-dataset-4-class-of-images> (accessed on 4 July 2023).
- [13] Huang, G., Liu, Z., Van Der Maaten, L., and Weinberger, K. Q., "Densely connected convolutional networks", In *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition*, 4700-4708, 2017, <https://doi.org/10.1109/CVPR.2017.243>.
- [14] Deng, J., Dong, W., Socher, R., Li, L. J., Li, K., and Fei-Fei, L., "Imagenet: A large-scale hierarchical image database", In *2009 IEEE conference on computer vision and pattern recognition*, 248-255, 2009, <https://doi.org/10.1109/CVPR.2009.5206848>.
- [15] Vapnik, V., "The nature of statistical learning theory", *Springer science & business media*, 1999.
- [16] Raj, C., Agarwal, A., Bharathy, G., Narayan, B., and Prasad, M., "Cyberbullying detection: Hybrid models based on machine learning and natural language processing techniques", *Electronics*, 10(22), 2810, 2021, <https://doi.org/10.3390/electronics10222810>.
- [17] Ho, T. K., "Random decision forests", In *Proceedings of 3rd international conference on document analysis and recognition*, 1, 278-282, 1995, <https://doi.org/10.1109/ICDAR.1995.598994>.
- [18] Yang, Y., Lv, H., and Chen, N., "A survey on ensemble learning under the era of deep learning", *Artificial Intelligence Review*, 56(6), 5545-5589, 2023, <https://doi.org/10.1007/s10462-022-10283-5>.

NUMERICAL STUDY OF A BLOWING VEHICLE'S CENTRIFUGAL FAN FLOW STRUCTURES

H. Atakan Baytaş^{1*}, Gökhan Koca^{2*}

^{1,2} Koluman Otomotiv Endüstri, R&D Department, Mersin

¹ ORCID ID: 0009-0005-4184-452X, atakan.baytas@koluman.com

² ORCID ID: 0009-0004-8290-1781, gokhan.koca@koluman.com

* Corresponding Author

Abstract

Centrifugal fans are the most common turbomachines used in air movement applications. They are commonly used in cases that require air circulation/movement, power engineering systems, supply and exhaust air systems. Scope of truck mounted snow plowing and blowing vehicles, the most common turbomachines for air blowing is centrifugal fan/ blower. Their performance directly affected by design parameters of impeller, inlet and outlet box/casing. According to required volumetric flow rate and pressure values at inlet and outlet; duct diameter, width of impeller and scroll casing has been calculated. After the design and modelling at design package programs, with literature of fluid dynamics, CFD solving has been done by Ansys Fluent.

Keywords: Road sweeper, centrifugal fan, blower, ANSYS, CFD.

1. Introduction

Snow plowing and blowing vehicles are the truck-mounted superstructure machines to sustain the street and road safety and cleanliness. To provide this, centrifugal fan/blower is used where located the superstructure. The centrifugal fans are universal machines and extensively used in industry. Fans increase the air velocity radially and change the direction of the flow with respect to the shaft. Austin Church [1] is the pioneer of the design methodology for centrifugal fans and pumps. Later decades, many researchers improved, refined and analyzed the Church's studies. Osborne William [2] inspected the relation between inter blade circulation and work done by impeller. Vibhakar [3] compiled and experimental evaluation of existing design procedures for radial tipped centrifugal fan developed the unified design and checked the validity. Scopes of the researcher's approach, geometric properties are calculated.

2. Design and Analysis Procedure

Design criteria depend on the continuity and the energy equation balance in fundamentals of fluid mechanics. At the initial condition, input parameters are required. These values have been selected according to logical requirements of the system and the calculations have iterative approach for the fan housing parameters. Impeller structural is key factors which directly affects the performance of fan. Beside of that, geometry of scroll housing is important regulate the air flow. The most significant pneumatic part of the fans is impeller. The most effective parameters are related with centrifugal fan's hopper/housing, impeller and blades dimensions, etc. Modelling has been carried out using CATIA, AUTOCAD platforms. In this paper, by taking of advantage previous studies, impeller eye diameter, outlet vane thickness, width of volute casing has been calculated. Due to the, working principle of truck, at the exit of the fan, a duct is located. At the inlet duct, to get more air flow rate, structure like diffuser is located.

2.1. Design Parameters

Table1. Initial Input Parameters

Description	Symbols	Unit	
Volumetric Flow Rate	Q	m ³ /s	8,986
Static Suction Pressure	P _{suction}	Pa	-1003,0
Static Delivery Pressure	P _{delivery}	Pa	~6223
Static Pressure Gradient	ΔP _s	Pa	~7226
Speed of Impeller Rotation	N	rpm	3200
Air Density	ρ _{air}	kg/m ³	1,225
Outlet Blade Angle	β _s	degree	55
Suction Temperature	T _s	°C	30
Suction Temperature	T _s	K	303,15

Due to compressibility of air, density changes respect to temperature and pressure when the mass flow rate remains constant.

$$m_{dot} = \rho_a Q$$

For the impeller eye and inlet duct size, initial assumption is required (V_{duct}). This assumption is related with volumetric flow rate and mass conservation;

$$D_{duct} = \sqrt{\frac{4Q}{\pi * V_{duct}}}$$

V_{eye} must be slightly higher than V_{duct} , thus another assumption is required,

$$P_{ave} = P_{stm} - P_{suction}$$

$$\varepsilon = \frac{P_{eye}}{P_{atm}}$$

$$T_0 = T_a \varepsilon_{P_{eye}}^{0,286}$$

$$\rho_0 = \frac{P_0}{R * T_0}$$

$$Q_{eye} = \frac{\dot{m}}{\rho_0}$$

$$D_{eye} = \sqrt{\frac{4Q_{eye}}{\pi V_{eye}}}$$

For outlet vane thickness,

ε_p , Pressure ratio across the impeller,

$$\varepsilon_p = \text{Outlet Pressure} / \text{Absolute Static Pressure at impeller eye}$$

$$H_{ad} = \frac{RT/0,286g}{\varepsilon_p^{0,286}}$$

$$D_2 = \frac{60}{\pi N} \sqrt{\frac{gH_{ad}}{K'}}$$

$$\dot{\varepsilon} = \frac{(\mu D_2 - Zt)/\sin\beta_2}{\mu D_2}$$

Z: Number of blades,

t: Thickness of blade

$\dot{\varepsilon}$: Outlet vane thickness factor

For outlet vane thickness,

$$b_2 = \frac{A_2}{\pi D_2 \dot{\varepsilon}}$$

For width of volute casing,

$$b_v = 3b_2$$

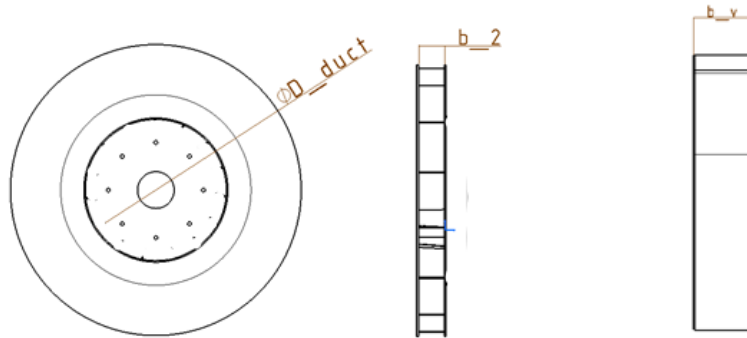


Fig.1. First concept of the design

2.2. Computational Fluid Dynamics Analysis

The actual sweeping and blowing process can obtain solid particles inside of the flow. This research will be simplified to the only air flow. The flow that include solid and gas phase is the subject of Discrete Element Method (DEM).

In this study, fluent is used. Turbulence model is k-epsilon ($k-\epsilon$), k is the turbulence kinetic energy and ϵ is the dissipation rate.

There are solver methods to observe the situation of flow with respect to time or independent from the time. Sliding mesh method depends on the time and beneficial for create streamlines by the time. To inspect the flow streamlines at the specific angular velocity and decrease the analysis solving duration, Multiple Reference Frame (MRF) has been selected. MRF is an approach; rotating the specific frame (impeller) with specific time or velocity step and creates a streamline during the flow. At this specific velocity, steady state (depends from the time) method must be used. At the inlet and outlet, atmospheric conditions are most realistic case and assign the pressure inlet and outlet as 0 Pa gauge pressure.

2.2.1. Geometry

Considering the design procedure, geometry has been created by Catia v5 and SpaceClaim. Beside of conventional centrifugal fans, impeller shroud has been changed for regulate the impeller inlet flow (fig.3.). First of all, undesired materials such as bolt, screw, and driven equipment have to extract from geometry. These equipments are not affected to fluid flow and their existence will make the analysis complex. After using the design programs, volume is extracted which is related with flow with imported geometry in Ansys SpaceClaim.

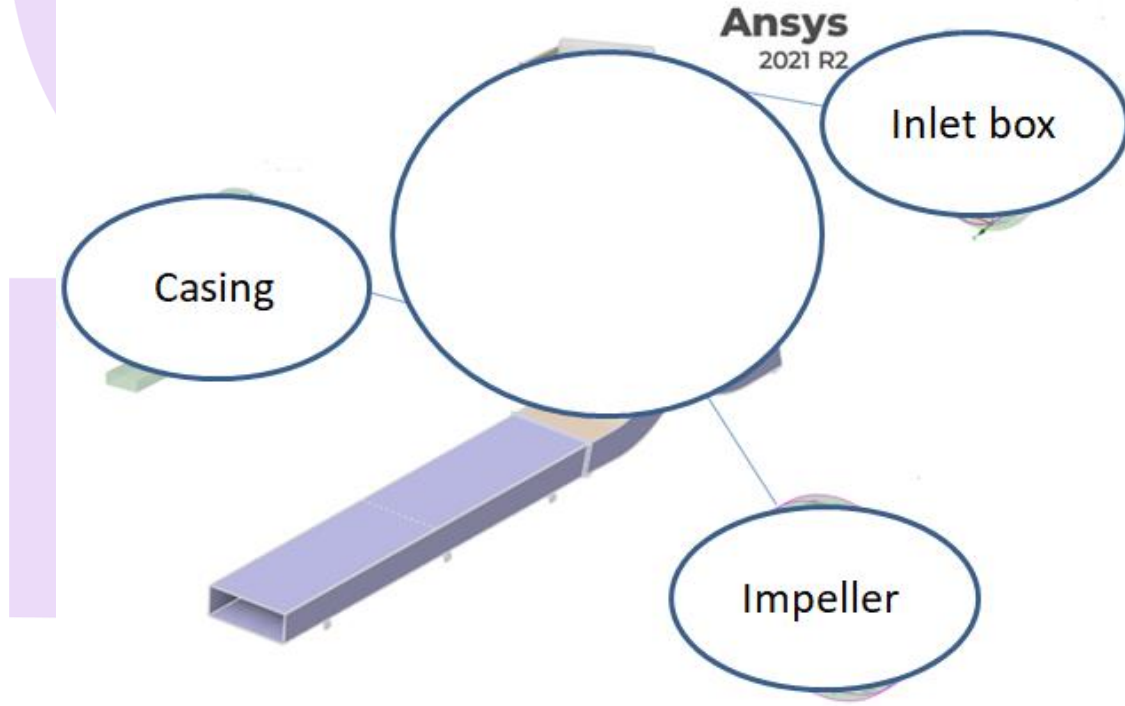


Fig.2. Physical model and extracted flow field of Snow Plowing and Blowing Vehicle's Centrifugal Fan

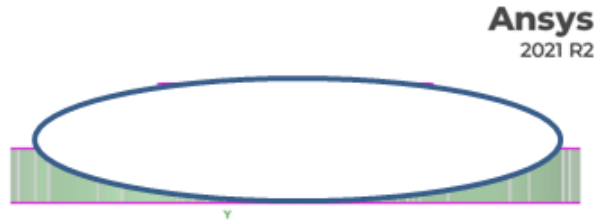


Fig.3. Bended upper shroud

2.2.2. Meshing

The mesh schematic of the geometry is given in figure 4. Tetrahedral meshes are used for the internal air flow, while a hexahedral mesh is used for the rectangular duct.

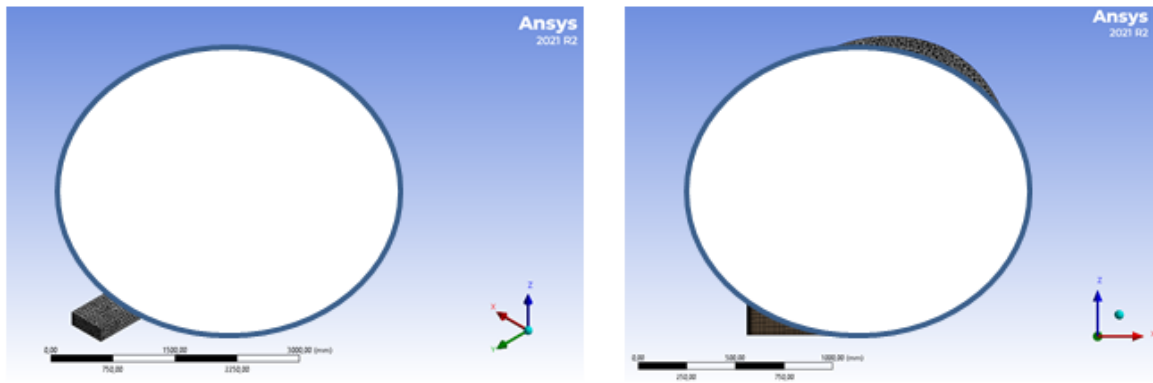


Figure.4. Generated meshes with triangle and hexahedral meshes.

The quality of meshing is based on factors that related geometrical case like skewness, orthogonal quality etc. When the maximum skewness approaches the 0, it becomes good quality. And orthogonal quality must be greater than 0.85.

Table.2. Mesh quality statistics

Skewness Max	Skewness Min	Skewness Average	#of nodes	#of Elements	Element Size
0,817	5,2775E-08	0,236	1162627	6325668	50mm

3. Result and Discussion

Result of analysis has been evaluated from CFDPost embedded software that visualization the streamlines, velocity vectors and contours. Measured area is a plane that located in duct where streamlines became steady. Required torque is calculated in figure 5. According to the requirement to drive the impeller need 116.694kW power from hydraulic motor. According to assigned pressure inlet and outlet conditions, velocity at inlet and outlet is 39,420m/s and 100,675m/s. This velocity inlet refers to 32349,179 m³/h flow rate.

Table.3. Velocity and pressure values are taken from the measured area.

Rpm	Velocity (m/s)	Volumetric Flow Rate (m ³ /h)	Dynamic Pressure (Pa)	Measured area (m ²)
3200	100,763	32349,179	5486,879	0,089

Zone	Moments [N m]		
	Pressure	Viscous	Total
wall-fff-impeller	5.81193e-16	-0.0048075203	-0.0048075203
wall_impeller	-344.94474	-3.2841495	-348.22889
Net	-344.94474	-3.288957	-348.23369

Fig.5. Program evaluated moment values.

Table.4. Power and torque requirement to drive impeller

Impeller angular velocity (ω , rad/s)	335,103
Torque is affected on impeller (T, Nm)	348,234
Power requirement to drive impeller (P, kW)	116.694

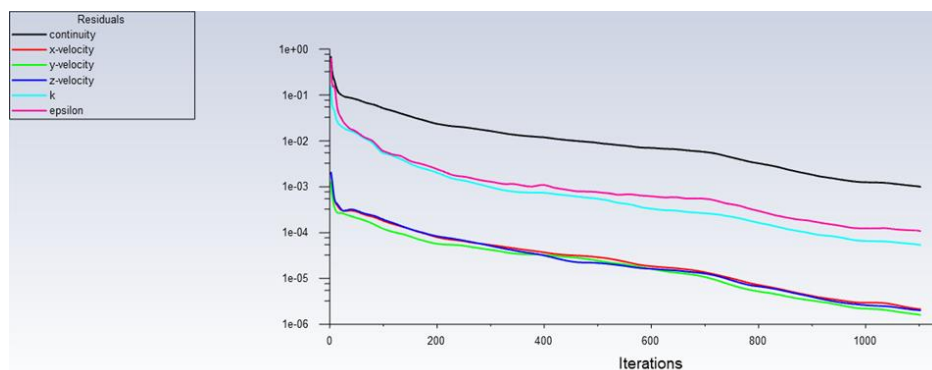


Figure.6. Scaled Residual - Convergence

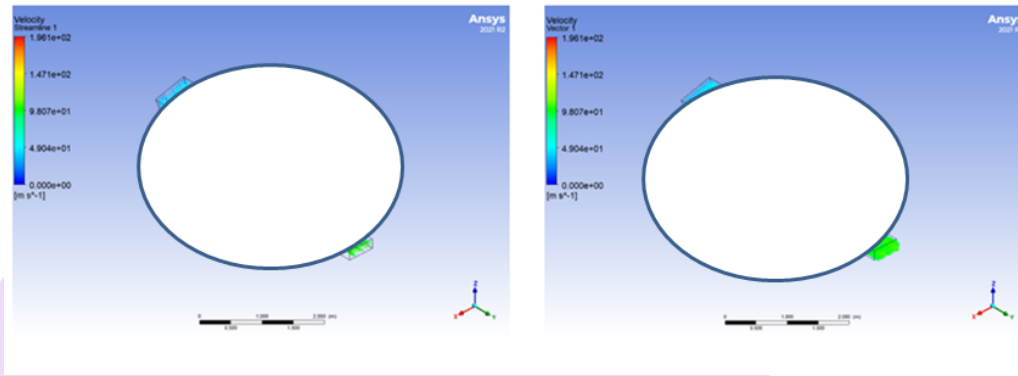


Fig.7. Velocity vectors and streamlines at different related region.

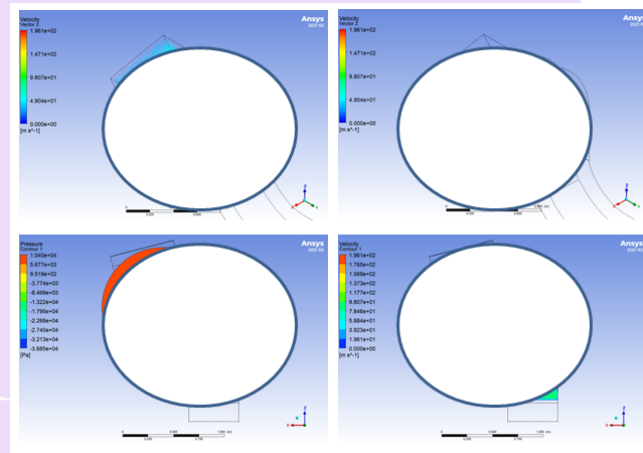


Fig.8. Velocity and pressure contours at 3200 rpm.

The pressures, velocities and power requirement were analyzed to obtain detailed flow field information and figure out in above. At the 3200 rpm, calculated dimensions in design parameters are satisfy the analysis within the certain percentage. Since the geometry of tongue brings severe velocity losses. Mechanical losses due to friction between structures are ignored. It causes the error percentages.

4. References

- [1] Church A. H, Centrifugal Pumps and Blowers, Wiley, New York, 1962
- [2] W.C. Osborne Fans Oxford: Pergamon Press, 1982.
- [3] VIBHAKAR, Nitin N. Studies on radial tipped centrifugal fan. 2015.
- [4] D.B. Eck Fans, Design and Operation of Centrifugal, Axial flow and Cross Flow Fans Oxford-Pergamon 1972
- [5] SIWEK, Tomasz, et al. Numerical and experimental study of centrifugal fan flow structures and their relationship with machine efficiency. Polish Journal of Environmental Studies, 2014, 23.6: 2359-2364.
- [6] JAYAPRAGASAN, C. N.; REDDY, K. Janardhan. Design optimization and experimental study on the blower for fluffs collection system. J. Eng. Sci. Technol, 2017, 12.5: 1318-1336.
- [7] SANJOSE, Marlene; MOREAU, Stéphane. Numerical simulations of a low-speed radial fan. International Journal of Engineering Systems Modelling and Simulation 46, 2012, 4.1-2: 47-58.
- [8] SELVARAJ, T., et al. Optimizing the design parameters of radial tip centrifugal blower for dust test chamber application through numerical and statistical analysis. FME Transactions, 2020, 48.1: 236-245.

MOBILE ROBOT NAVIGATION WITH DEEP REINFORCEMENT LEARNING

DERİN PEKİŞTİRMELİ ÖĞRENME İLE MOBİL ROBOTLARDA OTONOM HAREKET

Hüseyin Pullu ^{1*}, Cihan Karakuzu ²

^{1,2} Bilecik Şeyh Edebali University, Computer Engineering, Turkey

¹ ORCID ID: 0000-0001-9124-9597, huseyinpullu@outlook.com

² ORCID ID: 0000-0003-0569-098X, cihan.karakuzu@bilecik.edu.tr

* Corresponding Author

Abstract

Reinforcement learning is a learning method based on choosing actions to maximize rewards in an environment. This form of behavioral learning, which is widely observed in nature, gives successful results for autonomous tasks in environments where there is no information about it. This study is about mobile robots trained for autonomous tasks using reinforcement learning, a branch of machine learning. Necessary environments were created with the Robot Operating System (ROS) and Gazebo simulation environment, which is a 3D modeling and processing tool that is frequently used in the ROS platform. The robot, which has no knowledge about the environment, tries to learn how to find the target points with Reinforcement Learning. In our study, the autonomous mobility of the TurtleBot3 mobile robot in simulation environments that contains fixed or dynamic barriers, was gained by reinforcement learning. Due to the limitations of reinforcement learning, Deep Reinforcement Learning, which uses neural networks instead of memory for complex problems, was preferred in our study. Training was conducted with the TurtleBot3 mobile robot in two different environments with fixed and dynamic barriers created in the gazebo environment. According to the epsilon greedy policy, one of the main features of reinforcement learning is a model that can find the target point repeatedly and can increasable the total reward was created by leaving the movements that were made randomly at the beginning to the movements decided by the neural network model in the later stages, and the results were shared with graphs.

Keywords: Deep reinforcement learning, autonomous navigation, mobile robot, Intelligent route planning.

1. Giriş

Pekiştirmeli Öğrenme (Reinforcement Learning), hareketi yapan unsurun (ajan) bir çevre ile etkileşime girerek ortamı keşfettiği ve mümkün olan en yüksek toplam ödül elde etmek amacıyla bu etkileşimlerin değerlendirildiği makine öğrenimi alanıdır. Bu yöntem canlıların ortamdaki olumlu ya da olumsuz geri bildirim alarak; öğrenmek için kullandıkları deneme yanılma yöntemini taklit eder.

Robotik alanında pekiştirmeli öğrenme, karmaşık ve mühendisliği zor davranışların tasarımı için bir çerçeve sunar [1]. Buradaki zorluk, bu makine öğrenimi tekniklerinin doğrulanabileceği ve daha sonra gerçek bir senaryoda uygulanabileceği basit bir ortam oluşturmaktır. Bu sorunun üstesinden gelmek için çalışmamızda, robot uygulamaları için yazılım geliştirme amacıyla çok kullanılan Robot İşletim Sistemi (ROS) ve 3 boyutlu modelleme ve işleme aracı olan Gazebo benzetim ortamı ile gerekli ortam oluşturulmuştur.

Çalışmamızda, Derin Pekiştirmeli Öğrenme (DQN) yöntemi kullanılarak Gazebo benzetim ortamında, TurtleBot3 mobil robotu ile engellerden kaçınma ve hedefi bulma görevlerini yerine getirmek için eğitim yapılmıştır. Pekiştirmeli öğrenme de iki temel özellik, hareketi yapan unsur “ajan” ile bulunulan ortam “çevre” dir. DQN ajanı, robotu engellere çarpmadan hedefine ulaştırmak için, hedefine yaklaştığında pozitif bir ödül ve hedefinden uzaklaştığında ise negatif bir ödül yani ceza verir. Burada amaç toplam ödülü en yükseğe çıkarmaktır. TurtleBot3 robotu, hedefe ulaşmadan ve engellerden başarılı bir şekilde kaçınmadan önce çok sayıda eğitim tekrarı gerektirir [2].

Çalışmanın geri kalanı şu şekilde düzenlenmiştir. Bölüm 2’de, çalışmanın altyapısında kullanılan ROS, Gazebo, DQN gibi teknoloji ve yöntemlerden bahsedilmiştir. Bölüm 3’te kullanılan mimariden, ROS, Gazebo ve DQN bağlantısından bahsedilmiştir. Bölüm 4’de DQN modelinde oluşturulan çerçeve yapıdan bahsedilmiş ve detaylandırılmıştır. Bölüm 5’te DQN modeli ile yapılan çalışmanın parametreleri ve benzetim sonuçları paylaşılarak analiz edilmiştir. Son olarak, Bölüm 6’da sonuç ve araştırma için gelecekteki bazı olası çalışmalar önerilmektedir.

2. Teknoloji ve Yöntemler

2.1. Robot İşletim Sistemi

ROS (Robot Operating System) [3], robotların tasarımı, geliştirilmesi ve kontrolü için kullanılan açık kaynaklı yazılım platformudur. Robotlar için modüler yazılım geliştirme için bir araç seti sağlar ve robotik uygulamaları hızlandırmak için hazır modülleri içerir. Açık kaynaklı olması ve geniş bir kullanıcı tabanına sahip olması nedeniyle, araştırmacılar ve geliştiriciler tarafından tercih edilir. ROS, robotik uygulamaların hızlı bir şekilde prototip edilmesine ve test edilmesine izin verirken, aynı zamanda daha karmaşık sistemler için ölçeklenebilir bir platform sunar.

2.2. Gazebo

Gazebo, gerçekçi bir benzetim ortamında çoklu robot sistemlerini modellemek, test etmek ve görselleştirmek için kullanılan bir araçtır [4]. ROS ile senkron çalışması ve kullanımı kolay olması nedeniyle yapay zeka ve robotik araştırmacıları tarafından çok tercih edilir.

Gazebo, robotik alanında gerçekçi bir deneyim sunmak için fizik tabanlı benzetim motorunu kullanır [4]. Bu, robotların gerçek dünyada nasıl davranacağını daha doğru tahmin etmeyi sağlar. Görsel olarak zengin ve etkileyici bir benzetim sunmak için güçlü bir grafik ve görselleştirme motoruna sahiptir. Çeşitli sensör türlerini benzetme ve entegre etme yeteneğine sahiptir. LIDAR (Light Detection and Ranging), kameralar, hız ölçerler ve diğer sensörler gibi farklı algılayıcıları benzeterek, robotların çevrelerini algılama ve tepki verme yeteneklerini değerlendirmek mümkündür. Gerçek dünya senaryolarını taklit etmek için benzetim ve kontrol arasında senkronizasyon sağlar. Bu, gerçek robotların kontrol algoritmalarını benzetim ortamında test etmek için kullanışlıdır. Aynı anda birden fazla robotun benzetimini destekler.

2.3. TurtleBot3

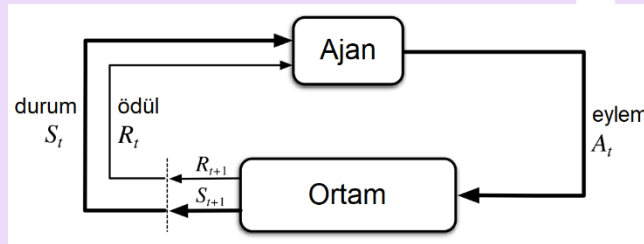
TurtleBot3, düşük maliyeti ve taşınabilirliği ile öne çıkan robot platformudur [5]. Açık kaynaklı ROS platformuyla uyumludur ve birçok farklı uygulama alanında kullanılabilir. Özellikle robotik ve yapay zeka alanında öğrenim ve araştırma faaliyetleri için tasarlanmıştır. TurtleBot3, çeşitli sensörleri ve aksesuarları ile özelleştirilebilir. Burger modelinin kilometre sayacı, İmu ve LIDAR sensörleri sayesinde çevre ve konum bilgilerini öğrenebiliriz [6].

2.4. Pekiştirmeli Öğrenme

Pekiştirmeli öğrenme (Reinforcement Learning), problemle ilgili eğitim verisi ya da probleme özgü yeterince uzmanlık olmadığında kullanılan, çevre ile etkileşime giren makine öğrenmesi yöntemidir. Pekiştirmeli Öğrenme de ihtiyacımız olan şey bir ödül mekanizmasıdır. Yeterince tekrar etmesine izin verilen model ödülü nasıl en üst düzeye çıkaracağını bulacaktır.

2.4.1. Q-Öğrenme

Q-Öğrenme, makine öğrenimi alanında güçlü bir öğrenme algoritmasıdır [7]. Pekiştirmeli öğrenmenin temelinde Q-Öğrenme yer alır. Ajanın yapacağı eyleme karar vermek için Q-değerleri kullanılır. Ajan (agent), bir durumda (state) bir eylem (action) gerçekleştirerek ödül alır ve Q-değerini günceller. Q-değeri, eylem gerçekleştirildiğinde beklenen toplam ödülü tahmin eder. Q-değerleri, ajanın hedefe en hızlı şekilde ulaşmak için hangi eylemi seçmesi gerektiğini gösterir. Bu şekilde, ajan zamanla optimal bir davranış stratejisi geliştirir.



Şekil 1. Markov Karar Süreci [8]

Q-Öğrenme'nin merkezinde Bellman denklemi ve Markov Karar Süreçleri (MDP) yer alır [8]. MDP, pekiştirmeli öğrenmenin modellenmesi için kullanılan matematiksel çerçevedir. Pekiştirmeli Öğrenmeyi Şekil 1'de görülen Markov Karar Süreci ile ifade etmek mümkündür. Markov özelliğine göre gelecek durum (S_{t+1}), yalnızca ortamın olası durumlarını içeren (S) uzayında bulunan mevcut duruma ve (A_t) eylem uzayından seçilen eyleme bağlıdır. Ayrıca yapılan eylemden sonra olumlu ya da olumsuz bir ödül (R_{t+1}) alınır. Önce ki durumların ve eylemlerin bir etkisi yoktur. Bellman denklemleri, Markov Karar Süreçleri çerçevesinde en iyi kararları almak için kullanılan matematiksel formül olarak ortaya çıkar.

Denklem (1)'de verilen Bellman denklemi, durum-eylem çifti değerlerini " $Q(s, a)$ " tahmin etmek için kullanılır [8]. Denklem, gelecekteki durumların maksimum değerlerini kullanarak bir durumdaki değeri geriye doğru güncellemeyi sağlar. Bu iteratif güncelleme süreci, durum değerlerini veya durum-eylem çifti değerlerini kararlı bir şekilde yaklaşık olarak bulmaya yardımcı olur.

$$Q(s, a) = R(s, a) + \gamma * \max_{a'} (Q(s', a')) \quad (1)$$

Zamansal fark öğrenimi (Temporal Difference Learning) [8], bir durumda bir eylem gerçekleştirildiğinde ajanın gerçekleştirdiği eylemin kalitesini (değerini) tahmin etmek için kullanılır. Algoritma, gerçekleştirilen eylemin beklenen değeri ile gerçekte elde edilen değer arasındaki farkı hesaplar ve bu farkı, gerçekleştirilen eylemin kalitesini Q değerini güncellemek için kullanır. Denklem (2)'de, zamansal fark öğrenimi fonksiyonu görülmektedir.

$$Q'(s, a) = Q(s, a) + \alpha * (r_t + \gamma * \max_{a'} Q(s', a') - Q(s, a)) \quad (2)$$

Denklem (2) de:

(s, a) : durum-eylem çifti

(s', a') : bir sonraki durum-eylem çifti

$Q(s, a)$: Q değeri, s durumunda a eylemi ile elde edilmesi beklenen toplam ödül ifade eder.

r_t : mevcut durumda alınan ödül ifade eder

γ : İndirim faktörü gelecekte kazanılması muhtemel ödüllerin ne kadar önemli olduğunu belirlememize yardımcı olur.

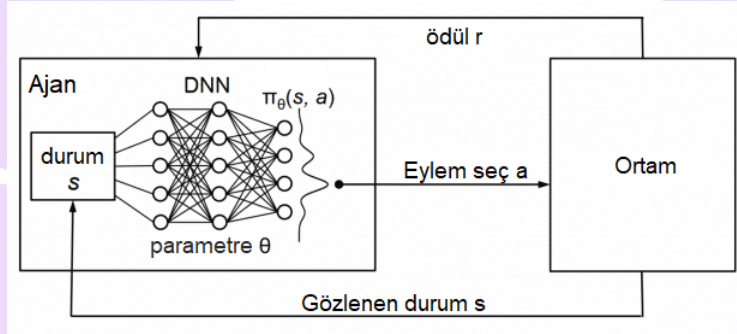
α : Öğrenme oranı, modelin öğrenme hızını ayarlar.

Q değerlerini saklamak için Q tablosu denilen bir tablo kullanılır. Tablonun her satırı bir durumu, her sütunu bir eylemi temsil eder. Her hücre, o durumda o eylemin beklenen toplam ödülünü temsil eden Q değeridir. Q tablosu, ajanın öğrenirken bu değerleri güncellediği veri yapısıdır.

Q tablosu, küçük problemler için uygulanabilir bir yöntemdir. Büyük ölçekli problemlerde boyutu çok büyük olabilir ve ağır hesaplama gerektirebilir. Bu nedenle, daha büyük problemler için Q -Öğrenme algoritması genellikle derin öğrenme yöntemleriyle birleştirilir ve Deep Q Network (DQN) gibi yöntemler kullanılır. DQN, derin sinir ağı kullanarak Q değerlerini tahmin etmek için yapay sinir ağı kullanır [9].

2.4.2. Derin Pekiştirmeli Öğrenme

Mnih ve arkadaşları [9], Pekiştirmeli Öğrenmeyi derin sinir ağları ile birleştiren, Derin Pekiştirmeli Öğrenme modelini geliştirdiler. Çalışma da kurdukları ağ yapısına Deep Q Network (DQN) adını verdiler. Bu ağın genel yapısı Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2. Derin Pekiştirmeli Öğrenme (DQN) yapısı

Derin sinir ağları, yüksek boyutlu verilerle başa çıkabilme ve özellikleri daha iyi öğrenebilme yeteneğine sahipken, pekiştirmeli öğrenme bir sistemi yeni görevlerle ve yeni ortamlarla harekete geçirebilmeyi sağlamaktadır [10].

DQN bir durumda alınabilecek tüm aksiyonların Q -değerlerini tahmin etmek için derin sinir ağını kullanır. Bu Q -değerleri, bir durumda belirli bir aksiyonun yapılması durumunda beklenen toplam ödülünü temsil eder.

DQN'in çalışması, ajanın çevreyle etkileşimde bulunduğu ve belirli aksiyonlar aldığı bir döngüye dayanır. Ajan, çevreden bir gözlem alır, gözlemi derin sinir ağına besler ve Q -değerlerini tahmin etmek için derin sinir ağından çıktı alır. Alınan çıkış değerlerinden en büyüğü beklenen toplam ödülü temsil ettiği için ilgili çıkışa ait eylem seçilir. Ardından epsilon-greedy (ϵ) stratejisine göre belirlenen eylemi uygular. Epsilon-greedy ajanın keşfetme olasılığıdır. Genellikle 1 veya 1'e yakın yüksek bir değerle başlar ve her bölümde azaltılır. Bu, ajanın eğitimin başında çevreyi keşfetmesine yardımcı olur. Ajan, eğitim sırasında ϵ 'yi azaltır ve ilerleyen bölümlerde daha çok modeli kullanarak eyleme karar vermeye başlar [11].

Modeli eğiten durumlar arasındaki korelasyonu azaltmak için Deneyim Yeniden Oynatma (Experience Replay) Mekanizması kullanılır [12]. Mekanizma geçmişteki ödül, eylem ve durumları, Replay Memory olarak da adlandırılan tampon belleğe koymak ve eğitim için tampondan bazı rastgele örnekler almak şeklinde çalışır.

Q -Öğrenme'de kullandığımız 2 nolu denklemi, Q -tablosunun yerine kullandığımız sinir ağı sayesinde basitleştirebiliriz. Geri yayılan optimize edicimiz zaten buna sahip olacağından, öğrenme oranına artık ihtiyaç yoktur. Öğrenme oranı kaldırıldığında, birbirlerini sıfırladıkları için iki $Q(s, a)$ terimini de kaldırırız ve Q değerini hesaplayan Denklem (3)'ü elde ederiz.

$$Q(s, a) = R(s, a) + \gamma * \max_{a'} Q(s', a') \quad (3)$$

Denklem (3) Q fonksiyonu olarak isimlendirilir. Denklem de:

s : t anındaki durum verisi.

a : Eylem uzayından seçilen eylem.

s' : $t+1$ anında a eylemi ile geçilen yeni durum.

$R(s, a)$: s durumunda a eylemi ile alınan ödül ifade eder.

γ : İndirim faktörü gelecekte kazanılması muhtemel ödüllerin ne kadar önemli olduğunu belirlememize yardımcı olur.

$Q(s, a)$: Q değeri, s durumunda a eylemi ile elde edilmesi beklenen toplam ödül ifade eder.

Denklem (4) ağı çıkış fonksiyonudur. Burada $(1 - done)$ kısmı dikkat çeker. “done”, bölümü sonlandırmak için kullanılan boolean değişkendir. Robot engele çarptığında ya da zaman aşımında “true” değerini alır böylece bölüm sonlanır. Bu durumda çıkış, alınan ödüle eşit ($y = r$) olur. Bunun nedeni bölüm sonlandığında başa dönüleceğinden sonraki durum olmayacaktır. Bu nedenle sonraki durum hesaba katılmaz çıkış değeri ödül değerini alır.

Hesaplanan gerçek Q değerleri, sinir ağı tahmini Q değerleriyle karşılaştırılır ve ağı eğitmek için Denklem (5)’de verilen kayıp fonksiyonu kullanılır. Bu kayıp fonksiyonu, ağı ağırlıklarını güncellemek için kullanılır ve ağı tahmini Q -değerini gerçek Q -değerine yaklaştırmaya çalışır [11].

$$y = r + \gamma * \max_a Q(s', a'; \theta) * (1 - done) \quad (4)$$

$$L = (y - Q(s, a; \theta))^2 \quad (5)$$

Algoritma: Deneyim yeniden oynatma (Experience Replay) mekanizması ile Derin Pekiştirmeli Öğrenme [9]

Yeniden oynatma belleği D 'yi N kapasitesiyle tanımla

model'i rastgele ağırlıklarla başlat

for bölüm = 1, M **do**

Ortamı sıfırla ve durum değerini al = s_1 , $done = false$

for $t = 1, T$ **do**

a_t eylemini, ϵ değeri olasılığınca rastgele ya da $a_t = \max_a Q(s_t, a; \theta)$ hesabı ile seç

Ortamda a_t eylemini uygula ve r_t , s_{t+1} ve $done$ (boolean) değerlerini al

Yeniden oynatma belleği D 'ye $(s_t, a_t, r_t, s_{t+1}, done_t)$ verilerini ekle
 D 'den rastgele mini yığın örneği al $(s_j, a_j, r_j, s_{j+1}, done_j)$

$y_j = r_j + \gamma \max_a Q(s_{j+1}, a'; \theta) * (1 - done_j)$

$L_j = (y_j - Q(s_j, a_j; \theta))^2$ kayıp fonksiyonu ile modeli eğit

$s_t = s_{t+1}$

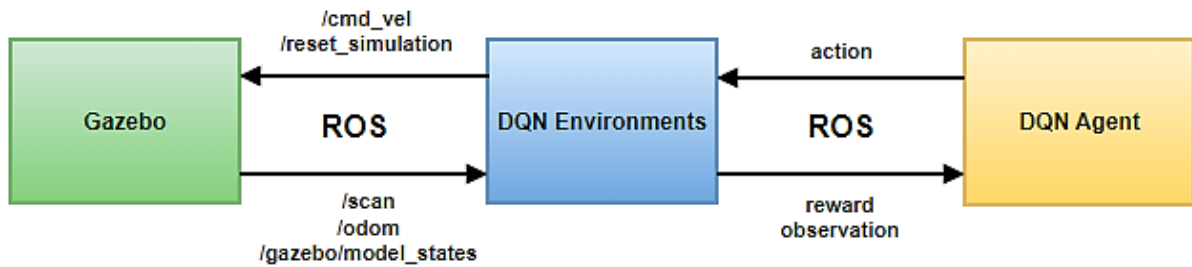
end for

$\epsilon = \beta \epsilon, \epsilon'yi \beta$ ile güncelle

end for

3. Mimari

Gazebo ve diğer kullanılan yöntemler arasındaki ilişkiyi gösteren öbek şema Şekil 3’de sunulmaktadır. Bu mimari, ROS ortamında düğümlerin, belirli bilgiler sağlayan konular aracılığıyla etkileşime girdiği bir yapıdır. İlk olarak, Gazebo benzetim ortamının iletişim arayüzü düğüme bağlanır. Daha sonra, DQN modeli, denetim stratejisine dayalı eylem talimatlarını “/cmd_vel” konusu aracılığıyla “/gazebo” ya geri bildirim olarak gönderir. Son olarak, Gazebo TurtleBot3’ü çalıştırır ve TurtleBot3’ün tüm durumlarını ve benzetim ortamını günceller [13].



Şekil 3. Uygulama da kullanılan mimari

ROS'da çalıştırılabilen her birim, düğüm olarak tanımlanır. Düğümler arası veri alışverişi konular üzerinden mesajlar ile yapılır. Örneğin robotu yönlendirmek için, “/cmd_vel” konusu üzerinden “twist” ile açısal ve doğrusal hız mesajları motorları denetleyen düğüme iletilir. Böylece robot istenilen hareketi yapar.

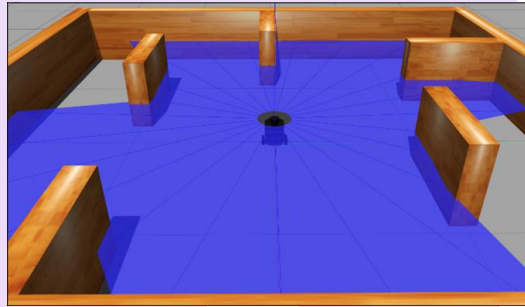
“/reset simulation”, ROS içinde Gazebo benzetim ortamını sıfırlamak için kullanılan servistir. Gazebo dünyasını, robotların konumlarını, hızlarını ve durumlarını başlangıç değerlerine geri döndürür. Robot bir engele çarptığında olumsuz ödül verir ve bölüm sonlandırılarak benzetim ortamı sıfırlanır.

“/gazebo/model_states” hedef noktanın konumunu ve benzetim ortamı hakkında diğer bilgileri sağlayan servistir.

“/scan” ile robotun LIDAR verilerini alırız. TurtleBot3’de 360 derece LIDAR sensörü bulunur [6]. LIDAR sensörü tarafından elde edilen veriler benzetim ortamı hakkında bilgi sağlar. TurtleBot3 Burger modelinde LIDAR sensörün minimum algılama mesafesi yaklaşık 12cm, maksimum ise 3,5m’dir.

“/odom” konusu üzerinden, odometry bilgileri alınır. Odometry, robotun konum, hız ve rotasyon bilgilerini tahmin etmek için kilometre sayacı, imu sensörü, hız sensörü ve kamera vb. sensör verilerini kullanır.

Şekil 4’de sanal ortamda LIDAR kullanarak otonom olarak gezinmeyi öğrenen TurtleBot3 görülmektedir.



Şekil 4. Sanal bir ortamda TurtleBot3

4. Çerçeve

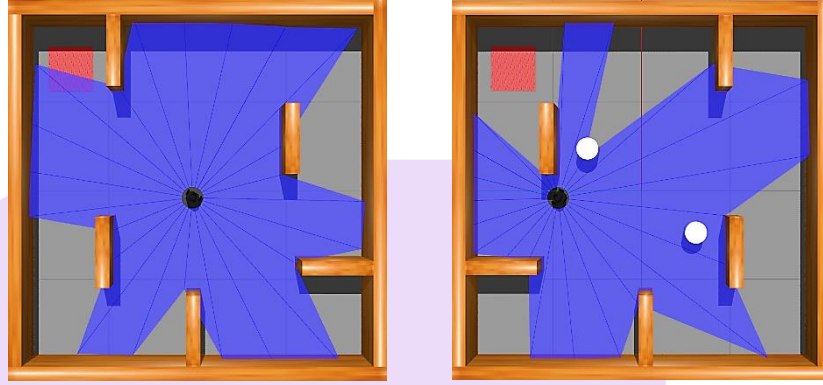
Amacımız, robotu bulunduğu konumdan hedef noktaya minimum çabayla yönlendirmek için en uygun stratejiyi öğrenen DQN ajanı elde etmektir. Pekıştirmeli Öğrenmede durum uzayı, eylem uzayı ve ödül mekanizması en temel özelliklerdir. Doğru kurulan ödül mekanizması ile ajan kendi kendine öğrenecektir. Şekil 5’de Ajanın çalışma süreci model ile gösterilmiştir. Bu süreç aşağıdaki temel adımlar ile özetlenebilir.

- Ajan, eylemi DQN modelinden aldığı Q-değerine göre seçer ve ortama yansıtır.
- Ajan bir ortamda elde edilen ödülü ve diğer durum verilerini tekrar oynatma hafızasında (Experience Replay) saklar.
- Ajan, saklanan verileri, tekrar hafızasından rasgele örnekleyerek modeli günceller.
- Ajan'ın amacı, TurtleBot3'ü engellerden kaçınarak sabit ya da rastgele değişen hedef noktalara ulaştırmaktır.



Şekil 5. DQN ajanının çalışması [2]

TurtleBot3 Burger modeli için Şekil 6’da görülen ortamlar oluşturulmuştur. Şekil 6 (sağ)’da ortama iki adet hareketli engel eklenerek problem zorlaştırılmıştır.



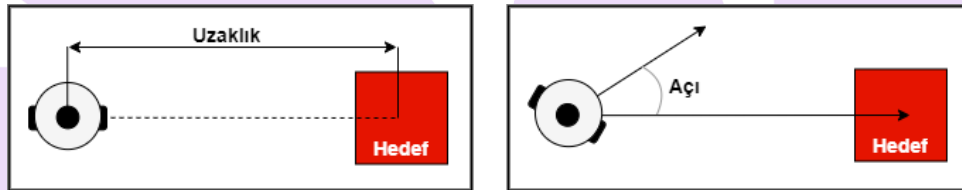
Şekil 6. Çalışma için oluşturulan sabit engelli (sol) ve hem sabit hem de hareketli engelli (sağ) benzetim ortamları

4.1. Durum Uzayı

Durum (State), çevrenin bir gözlemidir ve mevcut durumu açıklar. Bu, pekiştirmeli öğrenme ajanı için hayati önem taşır, çünkü durum verisine göre model ile Q değeri hesaplanır ve robot hareket eylemi seçilir. Modelimizde durum 28 veriden oluşan boyuta sahiptir. Bu verilerin 24 tanesi Lazer Mesafe Sensörü (LDS) değeridir. Diğerleri ise hedefe olan açı, hedefle arasında ki mesafe, engel ile arasındaki mesafe ve engel ile arasındaki açıdır. Bu verilerin matematiksel bir yaklaşım ile ifadesi aşağıdaki gibidir [14]:

$$\text{Durum (28)} = \text{LDS (24)} + \text{Hedefe Açı (1)} + \text{Hedefe Mesafe (1)} + \text{Engelle Mesafe (1)} + \text{Engelle Açı (1)} \quad (4)$$

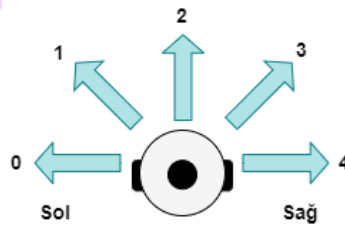
Engelle olan mesafe, LDS den alınan verilere göre en yakın engel ile olan mesafedir. Engelle olan açı ise en yakın engeli gören LDS'yi temsil eden değerdir. Şekil 7'de hedefe olan mesafe ve robot ile hedef arası açı resmedilmiştir.



Şekil 7. Robot ile hedef arasındaki mesafe (sol), robot ile hedef arasındaki açı (sağ) [2]

4.2. Eylem Uzayı

Robotun, durum türüne bağlı olarak hareket edebilmesini temin için beş eylemi (Action) vardır. Bu eylemler Şekil 8'de gösterilmiştir. Beş farklı eylemde sırasıyla açısal hızlar -1.5, -0.75, 0, 0.75, 1.5 rad/sn'dir. Bu çalışmada robotun sabit doğrusal hızı 0.15m/s'dir ve açısal hızı model tarafından belirlenir. DQN modelinin maksimum Q değeri eylem seçimini belirler.



Şekil 8. Eylem uzayı [2]

4.3. Ödül Sistemi

Ödül tasarımı öğrenme için çok önemlidir. Robot bir eylem gerçekleştirdiğinde ödül (Reward) alır. Ödül olumlu ya da olumsuz olabilir. Robot hedefi bulunca, 13 farklı hedef noktadan biri rastgele seçilerek yeni hedef nokta olur. Turtlebot3 hedefe ulaştığında, büyük bir pozitif ödül alır, engelle çarpıştığında ise büyük bir negatif ödül alır. 14 cm altında ki LIDAR verisi çarpışma olarak değerlendirilir. Ayrıca TurtleBot3 hedefe yaklaştığında pozitif bir ödül alır ve uzaklaştığında negatif bir ödül alır. Bölüm, TurtleBot3 bir engelle çarpıştığında veya belirlenen adım sayısından sonra sona erer.

5. Uygulama

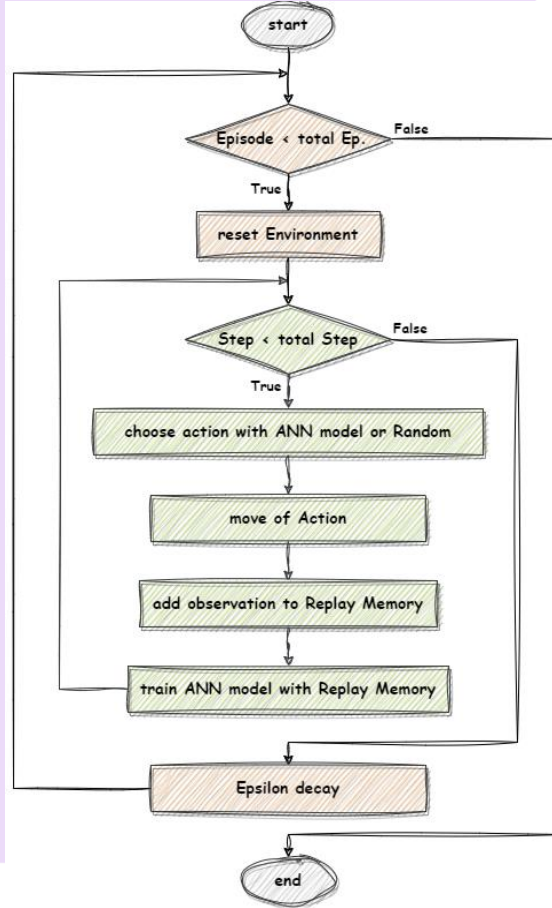
Benzetim senaryoları için, Şekil 6'da iki tür ortam oluşturulmuş ve bu ortamlarda pekiştirmeli eğitim yapılmıştır.

Öğrenme oranı (α): 0 olarak ayarlamak, robotun öğrenmeyeceği ve 0,9 gibi yüksek bir değer, öğrenmenin hızlı bir şekilde gerçekleşebileceği anlamına gelir. Ancak çok hızlı öğrenme-de optimum noktayı bulamama riski de mevcuttur.

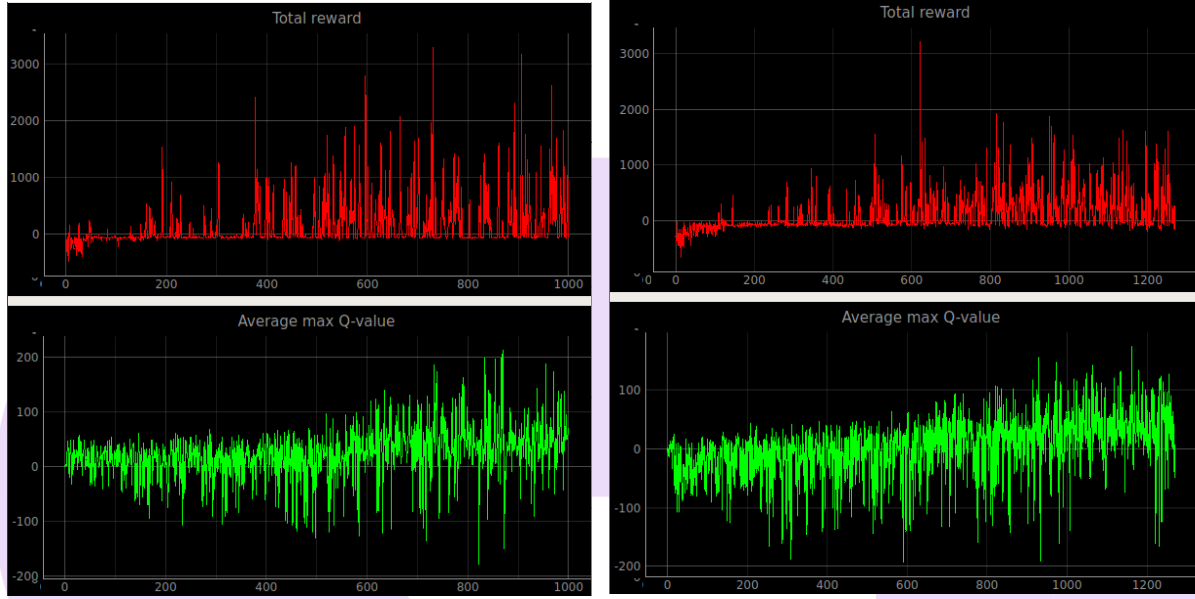
İndirim faktörü (γ): 0 değeri ajanın yalnızca mevcut ödülleri dikkate almasını sağlarken, 1'e yaklaşan bir faktör, ajanın uzun vadeli yüksek bir ödül için çabalamasına neden olacaktır.

Keşif sabiti (ϵ): 0,99 gibi yüksek bir değer ayarlamak, eylemlerin %99'unu stokastik yapacaktır. Keşif aşaması için yüksek bir değerle başlar, bölümler ilerledikçe epsilon azaltma tekniği ile 0'a yaklaştırırız. Böylece giderek deneyimlerden daha fazla faydalanırız.

Seçilen başlangıç parametreleri, $\alpha = 0.001$, $\gamma = 0.95$ ve $\epsilon = 1$ 'dir. Bu durumda minimum ϵ değerimiz olan 0,01'e ulaşana kadar her bölümde $\epsilon * 0,995$ olan azaltma tekniği kullanılmıştır.



Şekil 9. Uygulamada kullanılan DQN akış şeması



Şekil 10. Birinci ortamda (GazeboStage1)(sol sütun) ve ikinci ortamda (GazeboStage2) eğitilen DQN Modelinin eğitim sürecindeki toplam (üst satır) ve ortalama (alt satır) ödül değişimi

Şekil 10'daki grafiklerde DQN kullanılarak GazeboStage1 ve GazeboStage2 ortamının izlenmesinden elde edilen kümülatif ödül kırmızı ile, model tarafından tahmin edilen Q değeri yeşil ile gösterilmektedir.

GazeboStage1'de alınan kümülatif ödülün daha yüksek olduğu grafiklerde görülmektedir. GazeboStage2'de hareketli engellerin problemi biraz daha zorlaştırdığı kümülatif ödüllerden anlaşılmaktadır. Oluşturulan ortamlarda DQN modeli ile yapılan eğitimler sonucunda robotun hedef noktaları başarılı bir şekilde bulduğu gözlemlenmiştir.

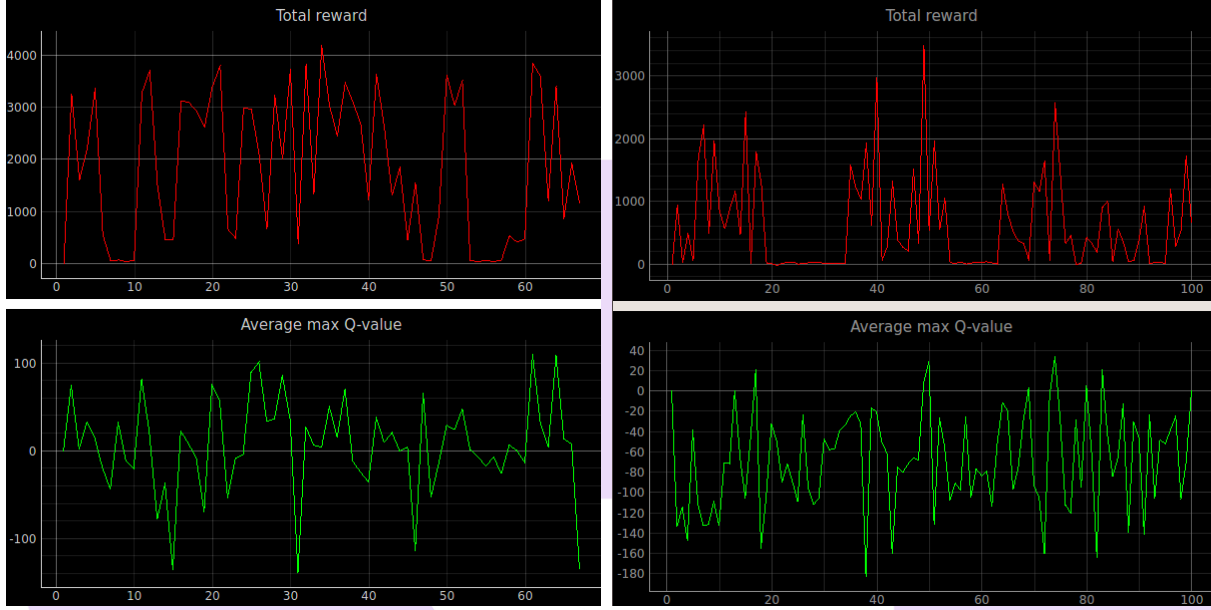
6. Sonuçlar

Bu çalışmada, benzetim ortamında Derin Pekiştirmeli Öğrenme ile robotlarda otonom hareket ele alınmıştır. Pekiştirmeli öğrenme yöntemi birçok deneme yanılma araştırması gerektirir. Öğrenme aşamasını doğrudan gerçek dünya-da gerçekleştirmek çok zordur, hatta imkânsızdır. Bu nedenle iyi bir model eğitmek ve eğitilen modeli gerçek cihaza taşımak için benzetim ortamına ihtiyaç vardır.

Benzetim çalışmasında, Derin Pekiştirmeli Öğrenme yöntemi ile eğitim yapmak ve doğrulamak için ROS'un Gazebo simülatörü ile TurtleBot3 burger robot modeli kullanılmıştır. Süreç boyunca TurtleBot3'ün kilometre sayacı ve imu sensörü tarafından toplanan pozisyon ve mevcut konum bilgisi ile LIDAR sensörü tarafından taranan benzetim ortamı bilgileri kullanılarak DQN ajanı çevre ile etkileşime girer.

Gazebo simülatöründe oluşturulan iki farklı ortamda Derin Pekiştirmeli Öğrenme yöntemi ile robot modeli eğitilmiştir. Robot, ortamda engellere çarpmadan rastgele yer değiştiren hedef noktaları buldukça ödülleri toplar. Amaç toplanan ödülü maksimize etmektir. Eğitilen robotumuz test ortamında, bir bölümde engellere çarpmadan arka arkaya 10 dan fazla hedef noktayı bulmayı başarmıştır. Derin Pekiştirmeli Öğrenme ile belirlediğimiz iki ortam için de mobil robot hedef noktaları bularak başarılı sonuçlar almıştır. Eğitim sonrası yapılan iki ortamdaki birer testin sonucu Şekil 11'de verilmiştir. Bu çalışmanın kodlarına "<https://github.com/computeachp/Mobile-Robots-Navigation-with-Deep-Reinforcement-Learning>" bağından erişilebilir.

Bu çalışmada benzetim ortamında eğitilen modeli gerçek dünyada kullanımı için çeşitli ayarlamalar yapmak gerekecektir. Ayrıca hedef noktaları belli olmayan, hedefin de ajan tarafından bulunduğu bir senaryo gerçek dünya problemlerine daha uygundur. Bir sonra ki araştırma konusu bu olabilir.



Şekil 11. Birinci ortamda (GazeboStage1)(sol sütun) ve ikinci ortamda (GazeboStage2) DQN Modelinin test sürecindeki toplam (üst satır) ve ortalama (alt satır) ödül değişimi

7. Referanslar

- [1] I. Zamora, N. G. Lopez, V. M. Vilches, and A. H. Cordero, "Extending the openai gym for robotics: a toolkit for reinforcement learning using ros and gazebo," *arXiv preprint arXiv:1608.05742*, 2016.
- [2] L. Garrido Alvarez, "DQN: Deep Q-Learning for Autonomous Navigation," 2019.
- [3] M. Quigley *et al.*, "ROS: an open-source Robot Operating System," in *ICRA workshop on open source software*, 2009, vol. 3, no. 3.2, p. 5.
- [4] N. Koenig and A. Howard, "Design and use paradigms for gazebo, an open-source multi-robot simulator," in *2004 IEEE/RSJ international conference on intelligent robots and systems (IROS)*(IEEE Cat. No. 04CH37566), 2004, vol. 3, pp. 2149–2154.
- [5] R. Amsters and P. Slaets, "Turtlebot 3 as a robotics education platform," in *Robotics in Education: Current Research and Innovations 10*, 2020, pp. 170–181.
- [6] TurtleBot3 Burger Specifications, <https://emanual.robotis.com/docs/en/platform/turtlebot3/features/>, (accessed Dec. 20, 2022).
- [7] C. J. Watkins and P. Dayan, "Q-learning," *Machine learning*, vol. 8, pp. 279–292, 1992.
- [8] R. S. Sutton and A. G. Barto, *Reinforcement learning: An introduction*. MIT press, 2018.
- [9] V. Mnih *et al.*, "Playing atari with deep reinforcement learning," *arXiv preprint arXiv:1312.5602*, 2013.
- [10] I. B. de A. Santos and R. A. Romero, "A deep reinforcement learning approach with visual semantic navigation with memory for mobile robots in indoor home context," *Journal of Intelligent & Robotic Systems*, vol. 104, no. 3, p. 40, 2022.
- [11] M. G. Kabataş and S. İ. Omurca, "Setting Reward Function of Sensor Based DDQN Model," *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, no. 28, pp. 539–544, 2021.
- [12] V. Mnih *et al.*, "Human-level control through deep reinforcement learning," *nature*, vol. 518, no. 7540, pp. 529–533, 2015.
- [13] J. Tsai, C.-C. Chang, Y.-C. Ou, B.-H. Sieh, and Y.-M. Ooi, "Autonomous driving control based on the perception of a lidar sensor and odometer," *Applied Sciences*, vol. 12, no. 15, p. 7775, 2022.
- [14] TurtleBot3 Machine Learning, https://github.com/ROBOTIS-GIT/turtlebot3_machine_learning, (accessed Dec. 21, 2022).

INTERNET OF THINGS SUPPORTED FROST CONTROL IN AGRICULTURE

Hüseyin Safa Ünlü

ESIT ELECTRONIC, R&D Department, Turkey

ORCID ID:0009-0002-2824-2530, huseyinsu@esit.com.tr

Abstract

Various methods are used for frost control in agriculture. These methods primarily involve circulating air or creating a heat source. On the other hand, traditional approaches for frost detection rely on monitoring meteorological forecasts or conducting manual measurements. The Internet of Things (IoT) technology introduces a new dimension to frost control in agriculture. Mobile application-supported frost control utilizes IoT devices and sensors to provide real-time data, enabling the detection of frost risk and allowing for automatic frost control. The mobile application named EcuConnect communicates with IoT devices in agricultural fields to detect frost conditions and aims to control frost by circulating air through a wind generator. EcuConnect is integrated with an engine control unit (ECU) for wind generator control in agricultural activities. The wind generator aims to reduce the risk of plant exposure to frost by mixing warm air from higher areas with cold air from lower areas. The application provides users with the ability to track the status of agricultural fields through an overview map and conducts frost risk analysis. When the risk of frost is high, users can activate the ECU manually or automatically to protect against frost. EcuConnect also continuously monitors soil moisture and gives feedback about irrigation needs to users. It enables data analysis through graphical representation based on historical data. This study aims to compare traditional frost prevention practices with IoT-supported frost control.

Keywords: Internet of Things, frost control, agriculture, wind generator, engine control unit

1. Introduction

Traditional frost control systems use manual measurements or weather surveillance to determine the likelihood of frost. Based on the selected frost management strategy, preventive steps are done after the frost probability has been determined. Frost management techniques in agriculture include circulation, heat sources, and irrigation. Mobile applications can support these techniques, making it simpler to manage frost over wider areas and reducing possible production losses. The gathered data can be used to analyze the danger of frost, provide meteorological forecasts, and monitor weather conditions. This reduces the amount of time needed to apply frost control techniques and provides access to more precise information for conducting preventative actions. Farmers can use IoT to better deploy frost control techniques and safeguard their agricultural output. This paper examines the benefits of IoT assistance while concentrating on the circulation approach.

1.1. Frost Control by Air Circulation

Air circulation-based frost control is a method used to protect plants from frost in agricultural fields. It is commonly employed in regions where frost events occur in short periods throughout the year. As seen in Figure 1, this method involves mixing warm air from higher areas with cold air from lower areas through a wind generator, reducing the risk of plant exposure to frost. In this study, this method is supported by an IoT system, providing users with capabilities such as monitoring the status of agricultural fields, conducting frost risk analysis, and determining irrigation needs. The applied method in this research is air circulation-based frost control.



Figure 1: Frost Control with Circulation

1.2. Frost Control by Heat Source

Heat sources are an effective method used for frost control in agriculture. In this method, heat sources are used in agricultural fields with high risk of frost to reduce the possibility of plant exposure to freezing temperatures. As shown in Figure 2, heating systems are employed to maintain the desired temperature level in the agricultural areas. This method is commonly used in regions where the risk of frost occurs throughout a significant period in a year. Mobile applications like EcuConnect utilize historical data to predict and analyze frost risk. This enables farmers to detect periods of high frost risk and activate heat sources in a timely manner to protect plants from freezing temperatures.



Figure 2: Frost Control by Heat Source

1.3. Frost Control by Irrigation

Irrigation systems (micro-sprinklers) are used in regions with frost risk to prevent or minimize the impact of frost on plants. The irrigation method helps reduce the freezing effect on plants by balancing the temperature difference between the irrigated plant and its surroundings. By spraying water near the plants or onto the plant leaves, the formation of frost on the plant surface is prevented, aiding in maintaining the temperature balance of the plants. IoT-supported systems can assist in detecting frost risk and contribute to water conservation efforts.

2. Method and Features of Application

IoT supported frost control consists of 4 main elements.

- Wind Generator Engine
- ECU (Engine Control Unit)
- Ambient Sensor
- Server and EcuConnect App

This system is based on the method of transferring ECU (Engine Control Unit) data to a server. Commands received from the ECU to the server are read, and sensor data received by the server is also transferred to the mobile application. Information is provided to the user by reading server data through the mobile application.

2.1. Frost Control Method

As shown in Figure 3, the system used for frost control is based on the transmission of data from the ambient sensor to the ECU, and then the transmission of this data to the server. The transmission to the server is bidirectional, and data received from the mobile device is also transmitted to the ECU. This transmission to the server can be achieved through a GSM module or connecting to a local network via Wi-Fi. The data received from the server is processed to make it meaningful through the application.

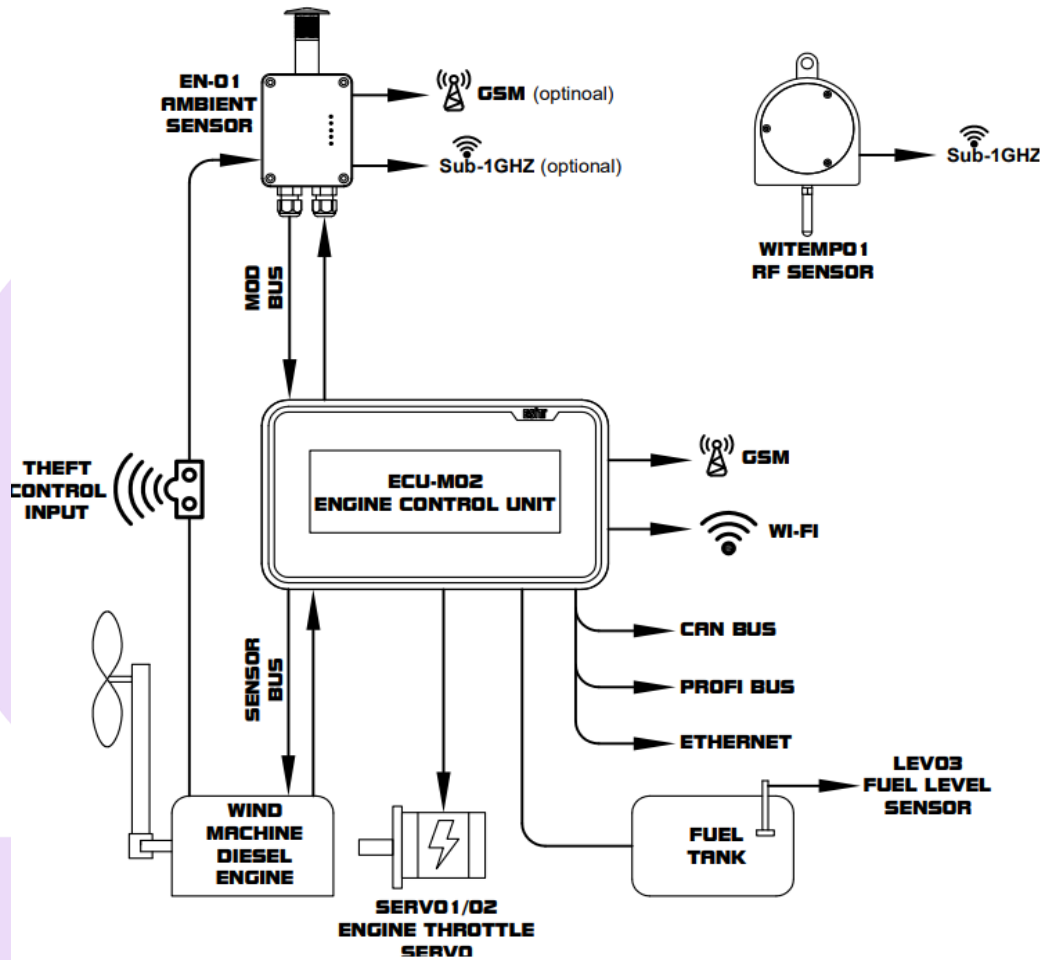


Figure 3: Schematic of Whole System

2.1.1. Wind Generator Engine

The diesel engine used to power the wind generator is started through the ECU. This allows the fan that mixes warm and cold air to rotate, thereby achieving the circulation of air.

2.1.2. ECU (Engine Control Unit)

The ECU, which is responsible for starting the wind turbine motor, serves as a central node where all the components of the system are connected. Data from the environmental sensor, data measuring the status of the motor, and data from the mobile application are transmitted to the ECU. The ECU features a digital display and buttons. It can be controlled either through the buttons on the ECU itself or remotely. The ECU is capable of independently starting the motor and preventing frost based on the data received from the environmental sensor, even without being connected to the server. Additionally, the ECU is responsible for sending data from various sensors and its own status information to the server. This can be achieved by connecting to a local Wi-Fi network or through a GSM module.



Figure 4: ECU (Engine Control Unit)

2.1.3. Ambient Sensor

The environmental sensor is responsible for activating the sensors that detect the frost condition in the agricultural field. The environmental sensor communicates with a wireless or wired temperature sensor attached to the tree to obtain temperature data and transmit it to the ECU. As shown in Figure 5, the environmental sensor is equipped to measure temperature, vibration, wind speed, humidity, and battery level. Temperature, wind speed, and humidity are used for frost detection. The vibration sensor is responsible for monitoring the device's hazardous shaking condition. In case of high vibration, the propeller can topple. Therefore, the motor is stopped in the event of high vibration. The environmental sensor is powered by a battery and can be charged through a solar panel. It can also enter sleep mode and wake up at adjustable intervals to monitor the frost condition.



Figure 5: Ambient Sensor

2.1.4. EcuConnect and Server

EcuConnect ensures that the system can be remotely controlled. EcuConnect aims to retrieve the data collected on the ECU from the server and make it meaningful. EcuConnect provides the following features:

- Log In
- Agricultural Fields Control Panel
- Detailed Information of ECU and Other Sensors
- Control Over the Map
- Chart Generating Using Previous Information
- Notification and Warning
- Remote Ecu Control
- Update Via OTA (Over the Air)

2.2. Features of EcuConnect

EcuConnect aims to provide security and ease of use with its features. In this section, features of the EcuConnect application will be discussed.

2.2.1. Log In

For farmers to access information about their own agricultural fields, a user login is required. For this purpose, a panel has been designed. In this panel, users can log in, register as new members, delete their membership, and reset their passwords. In the user login section, authorization restrictions can be applied to subscribers, allowing them limited or full access to all settings.

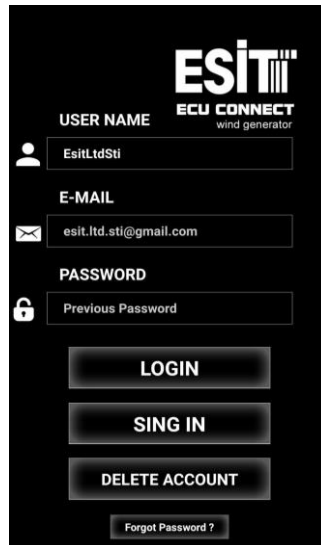


Figure 6: Login Screen

2.2.2. Agricultural Fields Control Panel

There is a need for an interface that allows for the collective view of devices. Therefore, device control is provided through a scrollable list. In the list shown in Figure 7, it can be respectively observed that one device is not connected, another device's motor is running, and there is a malfunction in another device. In this interface, new devices can be added, and these devices can be tracked in map mode.



Figure 7: Device List Screen

2.2.3. Detail Information of ECU and Other Sensors

It is considered important for the wind turbine to operate smoothly and without any issues, especially during frost conditions. Therefore, monitoring the rotation speed, temperature, vibration, fuel level, and battery level of the motor is crucial. For this reason, an interface has been designed to display detailed information about the environment sensor and the motor. Additionally, for ease of use, the screen shown in Figure 8 allows for starting and stopping the motor. The screen on the right side in Figure 8, which appears when the Soil Humidity button is pressed, aims to display data from the soil moisture sensor, which is one of the agricultural sensors.

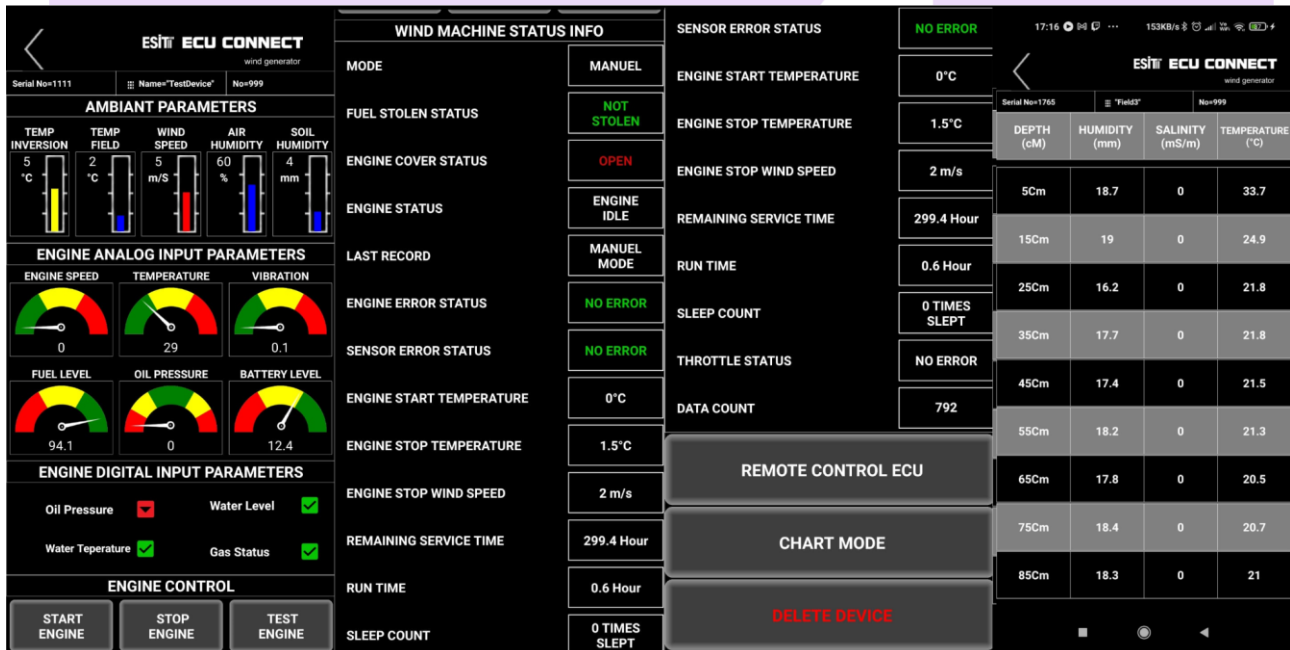


Figure 8: Scrolled Parts of Detailed Information Screen

2.2.4. Control over the Map

Weather conditions can vary in different locations on agricultural fields, resulting in different climates. Monitoring temperature changes in these diverse areas, identifying regions where frost formation occurs, and detecting problematic devices in specific areas can help save time and resources. Additionally, as shown in Figure 9, markers with different colors can be used to indicate the likelihood of frost in specific regions, with the blue color representing the areas prone to frost.

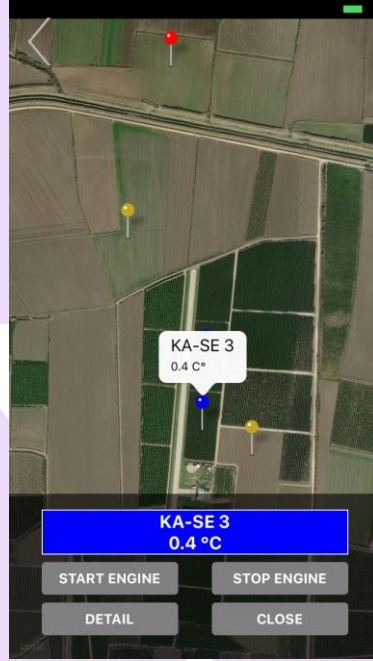


Figure 9: Top-Down Frost Control

2.2.5. Chart Generating

Tracking the periods of frost occurrence can be functional for the next season. Past temperature values can be monitored through graphs. Based on historical data, frost predictions can be made and serve as a source of information for upcoming years. For this purpose, the application can convert stored historical data into graphical form on the server. Graphs provide users with the opportunity for analysis. Additionally, the application records past malfunctioning incidents of devices, facilitating maintenance and troubleshooting. In Figure 10, the temperature change is marked in red, wind speed in green, and areas where the motor is running in yellow. By adjusting the parameters indicated in the graph, different data sets can be accessed and visualized.

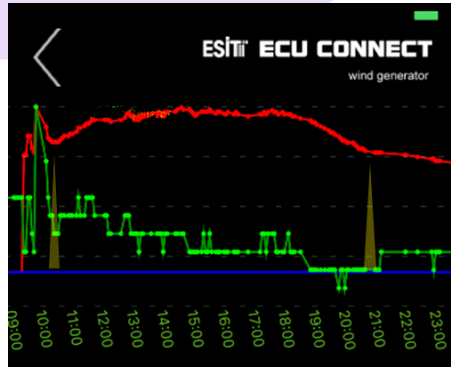


Figure 10: Temperature and Wind Speed Chart

2.2.6. Notification and Warning

It is critical to inform users about malfunctions, maintenance expiration, fuel depletion, fuel theft, or increased risk of frost in wind generator devices. To achieve frost control, the server plays an important role in sending notifications to users. Therefore, the goal is to alert users through notifications, ensuring that they are informed about such events.

2.2.7. Remote Ecu Control

The remote control of devices in agricultural fields can provide users with time and resource savings, considering that these fields are often located far apart and away from residential areas. Therefore, the possibility of remote intervention through a mobile application

has been provided for the devices. The device's screen and buttons can be remotely controlled, allowing for maintenance and repair activities. This innovative feature provides detailed control over the device's specific features to ensure frost control. The interface shown in Figure 11 is a replica of the ECU interface and is displayed in Turkish. The screen displays information about temperature, wind speed, vibration, and battery level in that order.



Figure 11: Remote ECU Control

2.2.8. OTA (Over the Air)

Mobile applications can be updated remotely, but updating embedded systems in agricultural fields requires equipment and maintenance personnel. To overcome this issue, remote updates (OTA) for the devices have been made possible. This enables problem resolution or implementation of desired additional features without the need for any maintenance personnel, eliminating the requirement for on-site intervention.

2.3. Acknowledgments

IoT-supported frost control has provided convenience in agricultural fields. Additionally, OTA and remote-control capabilities have enabled technical support to be provided remotely. Through these methods, savings in workforce and time have been achieved.

Advantages

- Frost control and detection are facilitated through real-time and retrospective data sources.
- Maintenance is made easier through OTA and remote-control capabilities.
- Notifications alert the user when there is an increased likelihood of frost, enabling frost control measures to be taken.
- The availability of retrospective data allows for analysis, benefiting both frost control and production. This leads to increased productivity and reduced losses.
- In case of the cover being opened or sudden decreases in fuel level, a theft alarm is triggered, and a notification is sent to the mobile application.

Disadvantages

- Delays can occur in areas with weak GSM connectivity. This can lead to incorrect interpretations and issues regarding the status of the agricultural field.

3. Conclusion

It is understood that IoT support is a method that provides convenience in frost control. Additionally, it is anticipated that IoT support will reduce the probability of frost events in agricultural fields. It has been determined that IoT support enables faster and easier intervention in issues that may arise related to electronics, software, or motor-based components.

4. References

- [1] Castañeda-Miranda, A., & Castaño-Meneses, V. M. (2020). "Internet of things for smart farming and frost intelligent control in greenhouses." Computers and Electronics in Agriculture, 176, 105614,2020. doi:10.1016/j.compag.2020.105614
- [2] Rivulis, "Frost Protection: Introductory Guide to Protecting Your Investment." Available: <https://www.rivulis.com/frost-protection-introductory-guide-to-protecting-your-investment/> Access Date: 10/07/2023

This study was supported by R&D department of ESIT ELECTRONICS with the Don Olaylarına Yönelik Tarımsal Otomasyon Sistemi Geliştirmesi project numbered (AR043).

PRE-ERUPTIVE INTRAKORONAL RADIOLUCENCY: A RETROSPECTIVE CASE REPORT

SÜRME ÖNCESİ KRON-İÇİ RADYOLÜSENSİ : BİR RETROSPEKTİF VAKA BİLDİRİMİ

Irem Mergen Gultekin

Karapurcek Oral and Dental Health Center, Department of Pedodontics, Ankara, Türkiye

ORCID: 0000-0002-1647-5946

Abstract

Pre-Eruptive Intracoronar Radiolucency; defined as an abnormal, well-circumscribed, radiolucent area that occurs in the coronal dentin tissue of unerupted teeth. These radiolucency may be idiopathic, resorptive or developmental in origin, not microflora as the teeth are not yet erupted. In this case, it is reported that resorption does not progress rapidly when a tooth with pre-erupted resorption encounters microflora and this resorption is not caused by microflora. A 7-year-old female patient applied to our clinic with the complaint of caries in her teeth. With the intraoral examination, it was confirmed that she had multiple caries. When the anamnesis was deepened, a panoramic film was taken because it was learned that there was sensibility in the upper left side when sweet foods were consumed. In the panoramic radiograph taken, a radiolucent area was detected in tooth number 26, which has just erupted. Due to the inconsistency between the time of tooth 26 and the size of the caries, the patient's old radiograph was examined and it was seen that tooth 26 had a similar size of radiolucency 3 years ago. MTA (Mineral trioxide aggregate) was used for its application in dentin following local anesthesia application. Resin-enhanced glass ionomer cement on MTA was used as the base material. 37% phosphoric acid application was done for 30 seconds.. Composite restoration was performed after acid wash-drying and double-layer bond application. The treatment was terminated with polishing. Early diagnosis and treatment of intracoronar resorption before eruption is essential to prevent pulp involvement.

Keywords: Pedodontics, caries, pre-eruptive dental caries, intracoronar radiolucency, pre-eruptive intracoronar radiolucency.

1. Giriş

Sürme öncesi intrakoronar radyolüsenisi; sürmemiş dişlerin minesine yakın koronal dentin dokusunda görülen, anormal, iyi sınırlı, radyolüsent alanlardır [1]. Bu alanlar, dişler henüz ağız ortamına açılmadığı için mikrofloradan değil, idiyopatik, rezorptif veya gelişimsel nedenlerden dolayı oluşabilir. Histolojik incelemelerde, ilgili bölgede osteoklast, makrofaj, dentin tübüllerinin içinde Howship lakünaları gibi rezorptif hücrelere rastlanmıştır [2]. Bu rezorpsiyon için tetikleyici faktörler bilinmemekle birlikte gelişmekte olan dişi kaplayan folikülün mine epitelinin bütünlüğünün kaybıyla ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Genellikle sadece dentin etkilenir [3]. Prevalansı %2-6 arasında değişmektedir [4]. En çok 3. molar dişlerde görülür [5]. Bu lezyonlar sadece rutin muayeneler sırasında alınan radyograflarla fark edilebilir. Teşhisi oldukça zordur. Radyografi değerlendirirken göz hassasiyeti ve bu konuda farkındalık gerekmektedir.

Radyolüsenisinin derinliği, pulpanın etkilenip etkilenmediği, periapikal dokuların durumu, dişin semptomatik olup olmaması, hastanın uyumu ve çürük riski gibi faktörler göz önünde bulundurularak tedavi prosedürü belirlenebilir. İntrakoronar radyolüsenisi lezyonları 3 derecede incelenebilir. 1. derece lezyonlar, mevcut dentin kalınlığının 1/2'sinden az bir alanın etkilendiği ve ilerleme riski olmayan lezyonlardır. Düzenli takip ve diş sürmüştü veya sürdükten sonra florür ve fissür örtücü gibi koruyucu uygulamalar tavsiye edilir. 2. derece lezyonlar, mevcut dentin kalınlığının 1/3'ünden fazla fakat 1/2'sinden az bir alanın etkilendiği ve ilerleyişin hızla durdurulması gereken lezyonlardır. Fissür örtücü, koronal restorasyon, indirek pulpa kaplaması tavsiye edilir. Bu derecedeki diş eğer sürmemiş halde ise cerrahi prosedürlerle ağızda görünür hale getirilebilir. 3. derece lezyonlar, mevcut dentin kalınlığının 2/3'ünden fazla bir alanın etkilendiği ve hızlı ilerleyen, hastada semptoma neden olan lezyonlardır. Bu durumda direk pulpa kaplaması, pulpatomi, revaskülarizasyon, çekim tedavileri önerilir [6].

Sürme öncesi intrakoronar radyolüsenisi vakalarının tedavileri, radyolüsenisinin fark edilme zamanına ve/veya dişin sürme durumuna göre sürme öncesi [7] veya sürme sonrası [8] dönemlerde yapılabilir.

Bu vakada sürme öncesi rezorpsiyonu olan bir dişin mikroflora ile karşılaştığında rezorpsiyonun hızla ilerlemediği ve bu rezorpsiyonun mikroflora kaynaklı olmadığı bildirilmektedir.

2. Olgu Sunumu

7 yaş 4 aylık kız hasta, dişlerinde çürük olması şikayetiyle kliniğimize başvurdu. Hastanın herhangi bir sistemik hastalığı ve alerjik durumu bulunmamakla birlikte, herhangi bir ilaç da kullanmadığı alınan anamnez sırasında öğrenildi. Yapılan intraoral muayene ile çok sayıda çürüğünün olduğu doğrulandı ve tedavi planında 26 numaralı dişe invaziv fissür örtücü uygulaması endikasyonu kondu. Alınan panoramik radyografıta yeni sürmüş durumda olan 26 numaralı dişte klinik görüntüsü ile uyumsuz derinlikte bir radyolüsent alan tespit edildi (Şekil 1). Anamnez derinleştirildiğinde sol üst tarafta tatlı besinler tüketildiğinde hassasiyet olduğu öğrenildi. 26 numaralı dişin ağızda bulunma zamanı ile çürüğün boyutundaki uyumsuzluktan ve 16 numaralı dişin tamamen çürüksüz olmasından dolayı 'sürme öncesi kron-İÇİ radyolüsenisi' olabileceği düşünüldüğü hastanın 3 yıl önce çekilmiş radyografına ulaşıldı (Şekil 2). Eski

radyograf incelendiğinde 26 numaralı dişin 3 yıl önce de benzer boyutlarda bir radyolüsensiye sahip olduğu görüldü. Lezyonun boyutları sürme öncesi kron-İçi radyolüsensi sınıflamasına göre 3. derece idi ve literatüre uygun tedavi protokolü takip edildi [9].



Şekil 1: Hastanın güncel panoramik radyografi



Şekil 2: Hastanın 3 yıl önceki panoramik radyografi

Öncelikle 26 no bölgesi ağrı kontrolünü sağlamak için lokal anestezi ile (4% artikain hidroklorür ve 1:200,000 epinefrin bitartarat) uyuşturuldu. İşlem sırasında mine dokusu ve dentindeki çürük dokusu uzaklaştırıldı. Direkt pulpa kaplaması tedavisinin uygulanabilmesi için kavite içinde hipokloridli steril pamuk pelet bekletildi, serum ile hipoklorid uzaklaştırıldı, steril pamuk pelet ile kurutulan ekspoz alanına MTA (Mineral trioxide aggregate, Angelus, Brezilya) uygulandı. MTA'nın üzerinde rezinle güçlendirilmiş cam iyonomer siman (Riva Light Cure, SDI, Avustralya) kaide materyali olarak kullanıldı. Asit uygulaması %37'lik fosforik asit (i-Gel, i-dental, Litvanya) ile 30 saniye yapıldı. Asit sonrası yıkama, kurutma ve çift kat bond (Prime and Bond, NT, Dentsply, Almanya) uygulamasını takiben kompozit (Estelite Quick, Tokuyama Dental, Tokyo, Japonya) restorasyon yapıldı. Polisaj ile tedavi sonlandırıldı. Hastanın geri kalan tüm ağız içi tedavileri tamamlandı.

3. Sonuç

Sürme öncesi intrakoronal rezorpsiyonun erken teşhis ve tedavisi pulpa tutulumunu önlemek için esastır. Bu nedenle alınan panoramik radyografların dikkatli incelenmesi gerekir.

4. Referanslar

- [1] Seow WK HD., Pre-eruptive resorption of dentin in the primary and permanent dentitions: case reports and literature review, *Pediatr Dent.*, 18, 67-71, 1996.
- [2] Seow WK., Multiple pre-eruptive intracoronal radiolucent lesions in the permanent dentition: case report, *Pediatric Dentist*, 20(3), 195-198, 1998.
- [3] Skaff DM DW., Lesions resembling caries in unerupted teeth, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.*, 45, 643-646, 1978.
- [4] Seow WK., Pre-eruptive intracoronal resorption as an entity of occult caries, *Pediatric Dentistry*, 22(5), 370-376, 2000.
- [5] Chouchene F., Treatment of pre-eruptive intracoronal resorption: A scoping review, *European Journal of Paediatric Dentistry*, 21(3), 227-234, 2020.

- [6] Chouchene F., Treatment of pre-eruptive intracoronal resorption: A scoping review, European Journal of Paediatric Dentistry. 21(3), 227-234, 2020.
- [7] Brunet-Llobet LL., Oral pain due to severe pre-eruptive intracoronal resorption in permanent tooth, European Journal of Paediatric Dentistry. 15(3), 332-334, 2014.
- [8] Counihan KP., Case Report: Pre-eruptive intra-coronal radiolucencies revisited, European Archives of
- [9] Ilha MC., Pre-eruptive Intracoronal Radiolucency in First Permanent Molar, Int J Clin Pediatr Dent., 11(2), 151-154, 2018.
- [10] Paediatric Dentistry, 13, 221-226, 2012.

COMPARISON BETWEEN SIMULATION RESULTS OF DIE ELEMENTS OBTAINED BY TRIAL-AND-ERROR AND DIE ELEMENTS MANUFACTURED BY REVERSE ENGINEERING

DENEME YANILMA İLE ELDE EDİLEN KALIP ELEMANLARI İLE TERSİNE MÜHENDİSLİK KULLANILARAK ÜRETİLEN KALIP ELEMANLARININ SİMÜLASYON SONUÇLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

İsmail Gürbüz ^{1*}, M. Hakan Özkan ², Abdulmecit Guldaz ³

¹Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İmalat Müh. Bölümü, Teknikokullar, Ankara-Türkiye

¹Döksen Isıl İşlem ve Ar-Ge Merkezi A.Ş. Sincan OSB, Sincan-Ankara-Türkiye

¹ ORCID ID: 0000-0002-1339-3427, ismailgrbz9@gmail.com

² Evimetal Inox Yapı Çözümleri Tasarım Merkezi, Arnavutköy-İstanbul-Türkiye

² ORCID ID: 0009-0004-0938-3586, hakan@evimetal.nl

³ Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi, İmalat Müh. Bölümü, Teknikokullar-Ankara-Türkiye

³Acar Engineering Savunma Medikal Mühendislik Tic. Ltd. Şti., Gazi Teknopark-Ankara-Türkiye

³ ORCID ID: 0000-0002-1865-2272, aguldaz@gazi.edu.tr

* Corresponding Author

Abstract

Deep drawing is one of the most widely used sheet metal forming methods in the mass production of thin-walled metallic products for various industries such as; automotive, aerospace, packaging and home appliance, etc. Deep drawing processes are strongly affected by various factors such as material properties, die geometry, friction properties, and punch forces. In deep drawing, some defect problems such as wrinkling, tearing, orange peel appearance, and springback occur. Elastic recovery, which occurs with the release of the die elements after forming, is one of the most important process errors that affect the net and/or near-net shape production of deep-drawn sheet metal parts. Springback compensation is carried out by using trial and error which is a quite an expensive process or ironing operation which comes with a second die cost. In today's competitive environment, it is imperative to minimize the process design period and eliminate expensive trial-and-error applications that increase production process costs. In this study, pre-manufacturing debugging and springback compensation of the thin-walled rectangular drain hopper made of EN X5CrNi18-10 (AISI 304) sheet material, which needs a secondary forming process after conventional trial and error applications, was performed using finite element software. In addition, the study includes the production of die elements by reverse engineering from the final part manufactured by using the die elements obtained by the trial-and-error method, using Autoform AF finite element software, and the comparison of the simulation results of the springback compensated die elements.

Keywords: Springback compensation, springback, die design, reverse engineering.

1. Giriş

Derin çekme, imalat hacmi büyük endüstrilerin (otomotiv, paketleme, ev aletleri vb.) seri imalatla kullandığı en yaygın sac şekillendirme işlemlerinden biridir [1]. Derin çekme, sac levhanın kalıp elemanlarının uyguladığı kuvvetle plastik deformasyona uğratılarak şekillendirilmesi işlemidir. Günümüzün rekabet ortamında, işletmelerin varlıklarını sürdürülebilmeleri için verimliliğin artırılması ve maliyetin düşürülmesi gereklidir. Derin çekme işlemlerinde, ürün kalitesi, malzeme özellikleri, kalıp geometrisi, sürtünme özellikleri ve pres ayarları (pot çemberi basıncı, zımba kuvveti vb.) gibi çeşitli faktörlerden güçlü bir şekilde etkilenir [2] [3] [4] [5]. Derin çekme operasyonlarında kozmetik ve mekanik olarak bazı kusur sorunları oluşabilir. Bu sorunlardan bazıları; kırışma, yırtılma, lüder bant oluşumu, portakal kabuğumsu görüntü ve geri yaylanmadır [6].

Şekillendirme sonrasında kalıp elemanlarının serbest bırakılmasıyla meydana gelen elastik toparlanma, derin çekilmiş sac metal parçaların net ve/ya net şekle yakın imalatını etkileyen en önemli süreç hatalarından biridir. Seri sac metal parça imalatında önemli rol oynayan geri yaylanma telafisi birçok araştırmacının dikkatini çekmiştir [7] [8] [9] [10] [11]. Geri esneme nedeniyle derin çekilmiş bir ürün ile tasarlanan ürün arasındaki şekil farklılığı, işlevini ve diğer parçalarla birleştirilmesini garanti etmek için kalıp tasarım aşamasında telafi edilmelidir. Bununla birlikte, geri yaylanmanın telafi miktarını tahmin etmek o kadar zordur ki, kalıp modifikasyonu, pres atölyesindeki deneyime veya deneme yanılma prosedürüne dayanır. Bu telafi prosedürü, kalıp elemanlarının ve

ürün geliştirme süresi için maliyeti artıran ekstra deneme süresi gerektirir [12]. Kalıp telafisi geri yaylanma sorununun çözümünde tek başına yeterli olmayabilir. Bu gibi durumlarda ikincil bir kalıp maliyeti gerektiren ütüleme işlemine gerek duyulabilir.

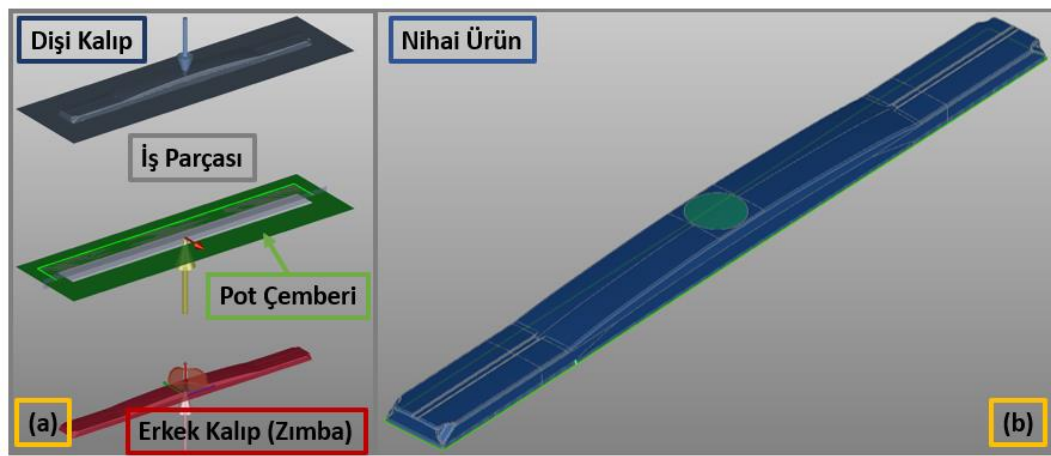
Geri yaylanma kusuru, derin çekme işlemi sırasında parçalarda meydana gelen karmaşık gerinim kombinasyonlarından (basma ve çekme gibi) etkilenir. Bu nedenle, proses parametrelerinin yanı sıra malzeme özelliklerinin geri yaylanma üzerindeki etkilerinin doğru bir şekilde anlaşılması, proseslerin etkin bir şekilde tasarlanması için göz önünde bulundurulmalıdır. Geri yaylanma kusur oluşumunu tetikleyecek bir diğer unsur ise kalıp ile iş parçası arasındaki sürtünme davranışdır. Çalışma yüzeyleri arasındaki bu sürtünme davranışının geri yaylanma telafisinde göz önünde bulundurulması sağlıklı geri yaylanma telafisi için önemlidir.

Son zamanlarda, sonlu elemanlar analiz yöntemi, deney tasarımı, veki modelleri ve optimizasyon yöntemlerini birleştirme olasılığı ile yalnızca mümkün olan tasarımlar yerine en uygun metal şekillendirme süreçlerini tasarlamak için umut verici bir alternatif sunmaktadır [13] [14]. Sac şekillendirme operasyonları sırasında oluşabilecek kırılma [15], incelleme [16], ayrılma riski ve kırılma [17] [18] [19] gibi hataların kalıp elemanları imalatı öncesinde sonlu elemanlar yöntemi ile tespit edilip, giderilmesi birçok araştırmacının ilgisini çekmiştir. Sac metal şekillendirme işlemlerinde seri imalat ve montaj sırasında önemli sorun teşkil eden geri yaylanma sorununun sonlu elemanlar yöntemi kullanarak optimizasyonu üzerine de birçok araştırma yapılmıştır [20] [21] [10] [7] [8] [9] [11].

Bu çalışmada, geleneksel deneme yanılma uygulamasının ardından ikincil bir şekillendirme sürecine ihtiyaç duyan EN X5CrNi18-10 (AISI 304) sac malzemeden imal edilen ince cidarlı dikdörtgen haznenin imalat öncesi hata ayıklaması ve geri yaylanma telafisi, sonlu elemanlar yazılımı kullanılarak yapılmıştır. Çalışmada var olan bir nihai parça kullanılarak, tersine mühendislik ile yeni kalıp elemanları oluşturulmuştur. Ayrıca çalışma, geri yaylanma telafisi yapılmış bu kalıp elemanlarının simülasyon sonuçları ile deneme yanılma yöntemi ile üretilen kalıp elemanlarının simülasyon sonuçlarının karşılaştırılmasını da içermektedir. Bu simülasyon çalışmaları için AutoForm AF yazılımı kullanılmıştır.

2. Simülasyon ve Araştırma Yöntemi

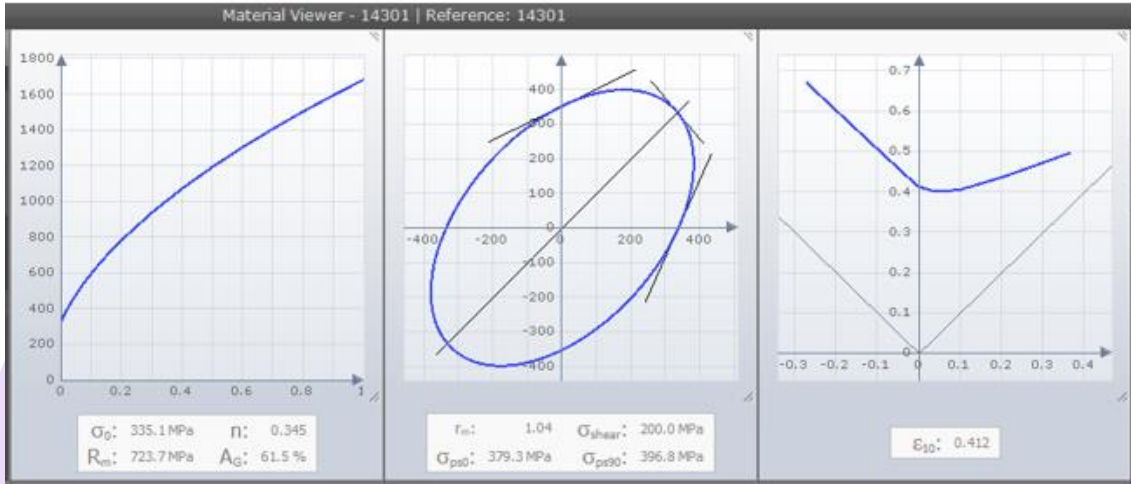
Çalışma Autorform AF yazılımının sayısal simülasyonları kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Tecrübeye ve deneme yanılma metoduna dayalı kalıp tasarımı Solidworks yazılımı kullanılarak oluşturulmuştur. 3 boyutlu kalıp elemanları (Dişi kalıp, Pot Çemberi ve Zimba) Autoform simülasyon ortamında kullanılmak üzere yüzey formuna dönüştürülmüştür. Kalıp elemanlarının operasyon boyunca iş parçası ile temas eden yüzeyleri Şekil 1(a)'de gösterilmiştir. Çalışmanın ikinci evresinde kalıp elemanı oluşturmada kullanılacak son ölçülere sahip ürün Solidworks ortamında tasarlanmıştır. Nihai ürün geometrisi Autoform yazılımında kullanılmak üzere kalınlıksız yüzey formuna dönüştürülmüştür. Nihai ürünün yüzey formu Şekil 1(b)'de gösterilmiştir.



Şekil 1: (a) Kalıp yüzeyleriyle iş parçasının deformasyon boyunca temas ettiği yüzeyler. (b) Son ölçülere sahip nihai ürün geometrisi.

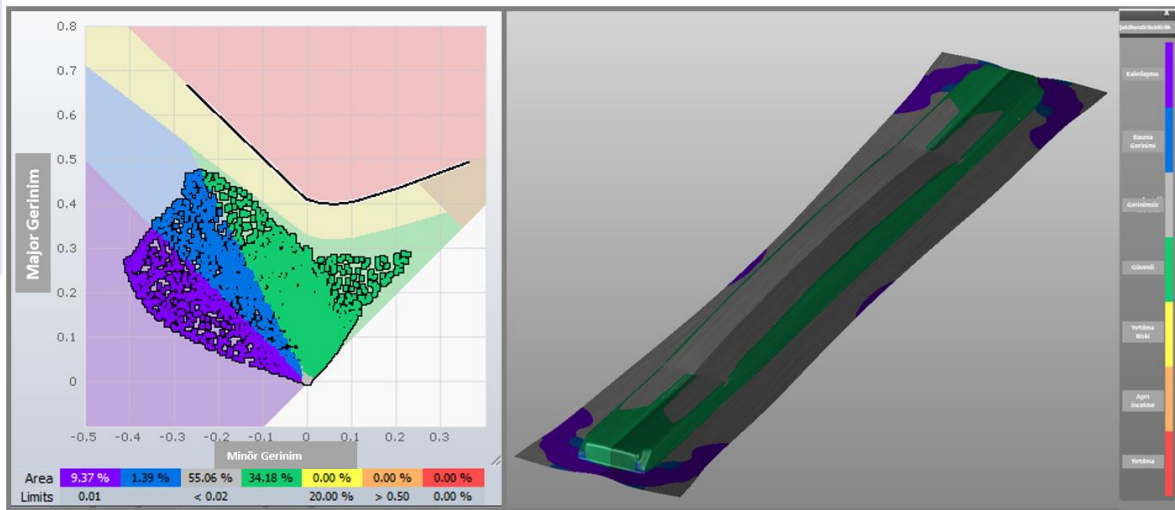
Bu çalışmada, iş parçası malzemesi olarak EN X5CrNi18-10 (AISI 304) kalite paslanmaz çelik kullanılmıştır. Simülasyon çalışmalarında kullanılan malzeme özellikleri Şekil 2'de gösterilmektedir. İş parçası kalınlığı 1.00 mm, uzunluğu 635 mm ve genişliği 130 mm'dir.

Sac metal şekillendirme operasyonlarında sıklıkla karşılaşılan ve seri imalatın verimliliği için sorun teşkil eden geri yaylanma sorunu birçok parametreye bağlıdır. Bu parametrelerden bazıları; sürtünme katsayısı, pot çemberi basıncı, sıcaklık, malzeme elastik özellikleri ve kalıp elemanı geometrileridir. Geri yaylanma telafisi bahsedilen etkin parametrelerin her biri göz önünde bulundurularak ve sistem içerisinde birbirleriyle uyumu dikkate alınarak yapılmalıdır. Bu çalışma sadece geometrik açıdan geri yaylanma telafisi üzerinedir. Çalışmada gerçekleştirilen iki metotta da geri yaylanma kusuruna etki eden kalıp geometrisi hariç diğer etkin parametreler sabit tutulmuştur. Kullanılan sürtünme katsayısı orta sınıf yağlama özelliğine göre 0.15 kabul edilmiştir.

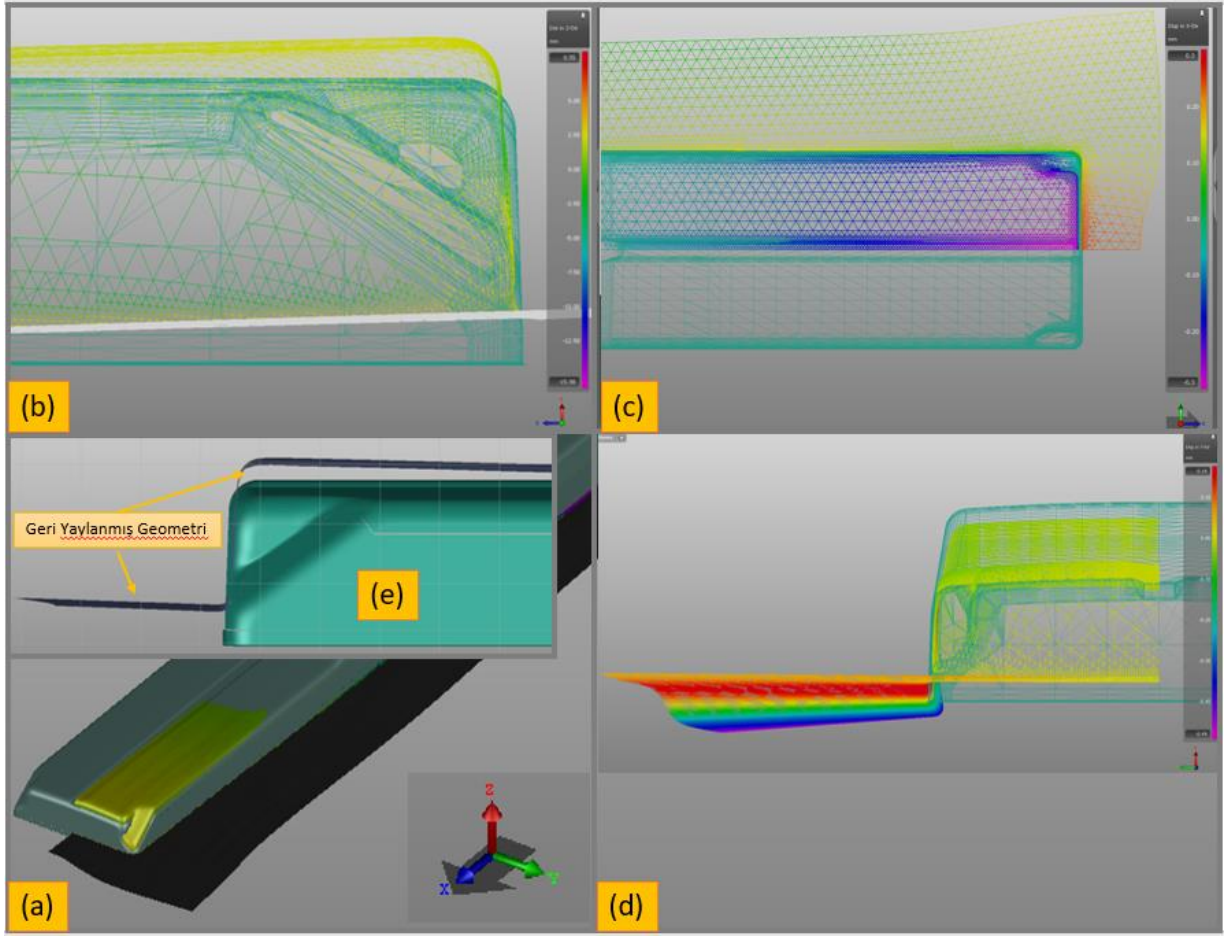


Şekil 2: EN X5CrNi18-10 (AISI 304) kalite paslanmaz çelik malzeme mekanik özellikleri

Çalışmada, ilk olarak tamamen tecrübe ve deneme yanılma yöntemi kullanılarak oluşturulan kalıp yüzeyleri ile şekillendirilebilirlik ve geri yaylanma simülasyonları yapılmıştır. Geri yaylanma hesaplaması serbest geri yaylanma formatında analiz edilmiştir. Tecrübeye ve deneme yanılma yöntemine göre İnce cidarlı hazne oluşturma sürecindeki farklı renklerle gösterilen deformasyon değişiklikleri, Şekil 3'de gösterildiği gibi kalınlaşma, basma/sıkışma gerinimi, çekme gerinimi, aşırı incelleme ve ayrılma riski alanlarından oluşur. Bu mantıkla oluşturulan kalıp elemanlarıyla geri yaylanma oluşumu Şekil 4'de gösterilmiştir. Şekil 4, (a) normal yönde geri yaylanma sonucu maksimum ölçüden sapma değeri +3.43/-2.91 mm'dir. (b) z-ekseni yönünde ölçüden sapma +3.68/-2.91 mm'dir. (c) x-ekseni yönünde ölçüden sapma +0.3/-0.3 mm'dir. (d) y-ekseni yönünde ölçüden sapma +0.18/-0.49 mm'dir. (e) ise referans geometri ve geri yaylanmış geometriyi göstermektedir. Autoform eksenlerdeki geri yaylanma miktarını hesaplamak için geri yaylanma öncesi şekillendirmiş geometri koordinatlarıyla geri yaylanma sonrası oluşan ölçüsel değişiklikleri raporlamaktadır. Referans geometri ile geri yaylanma sonrası görsel Şekil 4(a)'da gösterilmektedir. Yazılıma dışardan kalıp elemanları eklenerek oluşturulan sistemde geri yaylanma telafisi etkin yapılamamaktadır. Bu nedenle bu bölümde geri yaylanma telafili kalıp oluşturulmamış ve geri yaylanma telafili kalıplarla tekrar bir simülasyon koşuturulmamıştır.

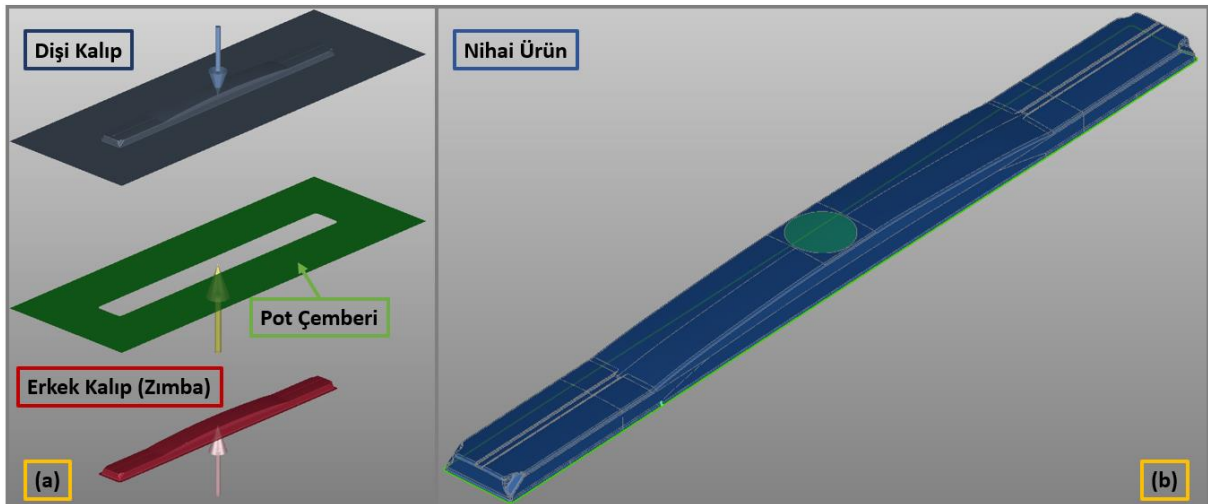


Şekil 3: Tecrübeye ve deneme yanılma yöntemine göre İnce cidarlı hazne oluşturma sürecindeki farklı renklerle gösterilen deformasyon değişiklikleri.



Şekil 4: Eksenlere göre geri yaylanma sonuç ölçüden sapma değerleri. (a) normal yönde sapma, (b) z-ekseni yönünde sapma, (c) x-ekseni yönünde sapma, (d) y-ekseni yönünde sapma değerleri, (e) referans geometri ve geri yaylanmış geometrinin gösterimi.

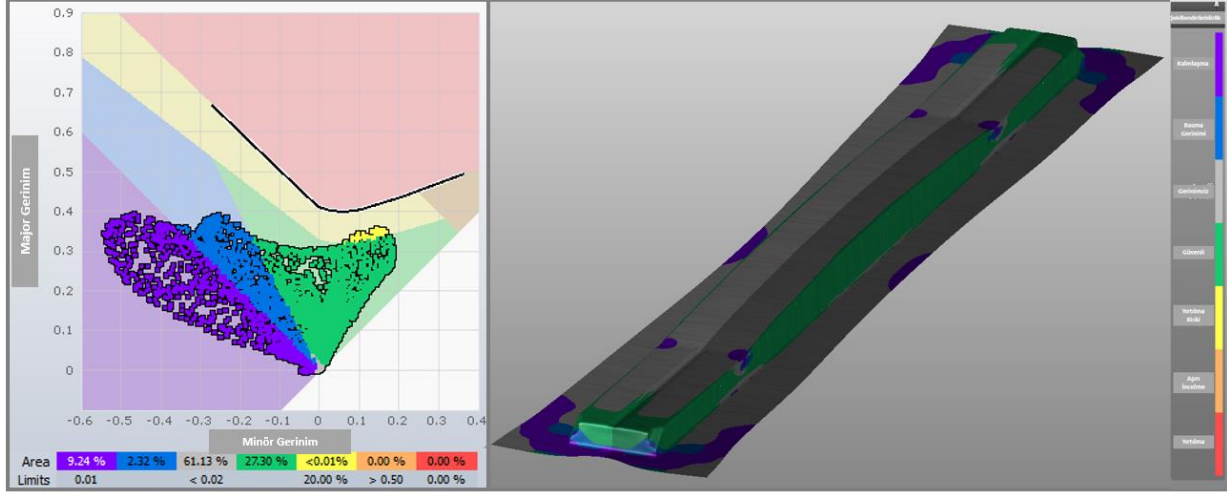
İkinci olarak, nihai ölçülere göre oluşturulmuş ürün geometrisi kullanılarak Autoform AF simülasyon ortamında kalıp elemanları oluşturulmuştur. Oluşturulan kalıp elemanları ve nihai ürün sırasıyla (a), (b) Şekil 5’de gösterilmiştir.



Şekil 5: Nihai ölçülere göre oluşturulmuş ürün geometrisi kullanılarak Autoform AF simülasyon ortamında kalıp elemanları.

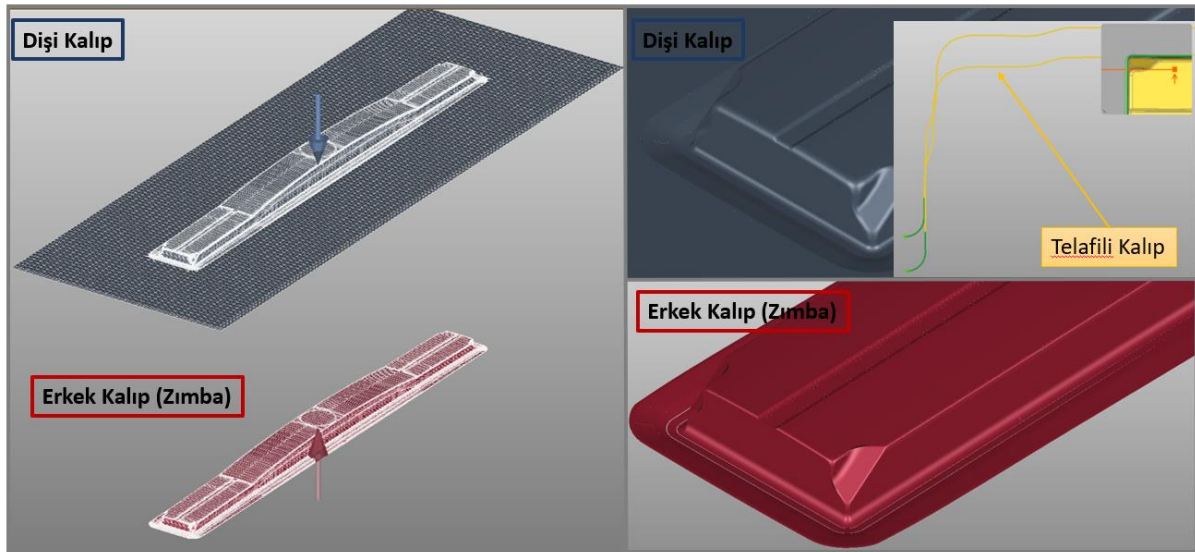
Nihai ürün geometrisine göre oluşturulan kalıp elemanlarıyla şekillendirilebilirlik ve geri yaylanma tahmin simülasyonları koşuturulmuştur. İnce cidarlı hazne oluşturma sürecindeki farklı renklerle gösterilen deformasyon değişiklikleri, Şekil 6’da gösterildiği gibi kalınlaşma, basma/sıkışma gerinimi, çekme gerinimi, aşırı incelleme ve ayrılma riski alanlarından oluşur.

Şekillendirilebilirlik Sınır Eğrisi (ŞSE), Şekillendirme işlemi sırasında arızayı önlemek için şekillenen parçanın güvenli alanını belirlemede kullanılan ampirik bir diyagramdır. Ayrıca ŞSE, derin çekme işleminde izotropik sertleşme ve gerinim davranışını gözlemlemek için kullanılabilir. ŞSE aynı zamanda kırılma, boyun verme, buruşma, ayrılma riski ve buruşma gibi sac şekillendirme işlemlerinde oluşan kusurları ve incelmeyi analiz etmek için de kullanılır. ŞSE, bir elemanın ana ve küçük gerinimlerine dayalı malzeme deformasyon sürecinin sınırlarını temsil eden bir eğridir [6]. Bu eğri limitinin üzerinde bir gerinim yaşayan malzemenin aşırı incelme ve yırtılma gibi şekillendirme hatalarına sebep olur. Autoform AF yazılımı Şekillendirilebilirlik sınır eğrisinin 10% altını güvenlik açısından riskli bölgenin başlangıcı olarak tanımlamaktadır.



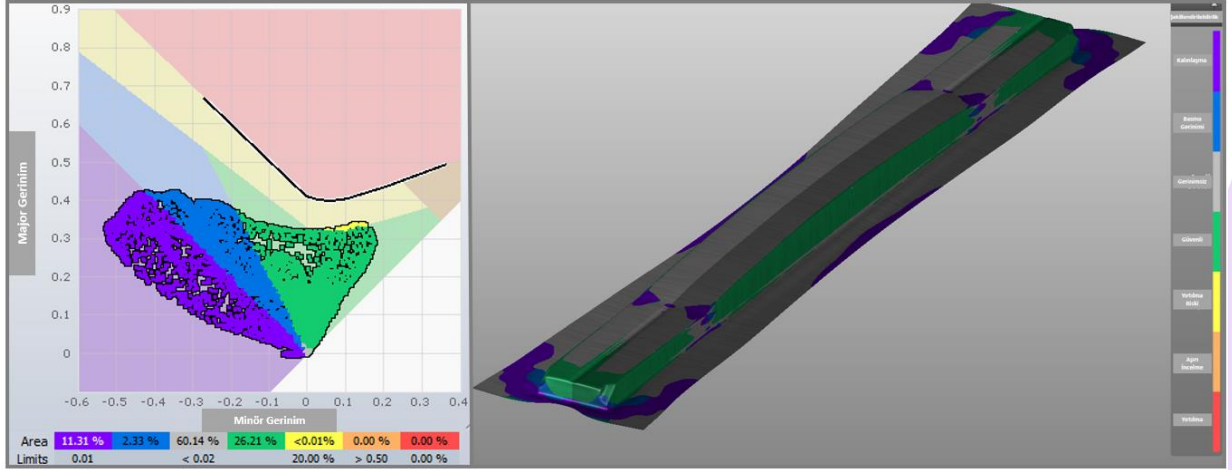
Şekil 6: İnce cidarlı hazne oluşturma sürecindeki farklı renklerle gösterilen deformasyon değişiklikleri.

Simülasyon ortamından elde edilen geri yaylanma verilerine göre Autoform yazılımı içerisinde gömülü geri yaylanma telafi modülü kullanılmıştır ve geri yaylanma telafili kalıp elemanları elde edilmiştir. Geri yaylanma telafili kalıp elemanları Şekil 7’de gösterilmiştir.



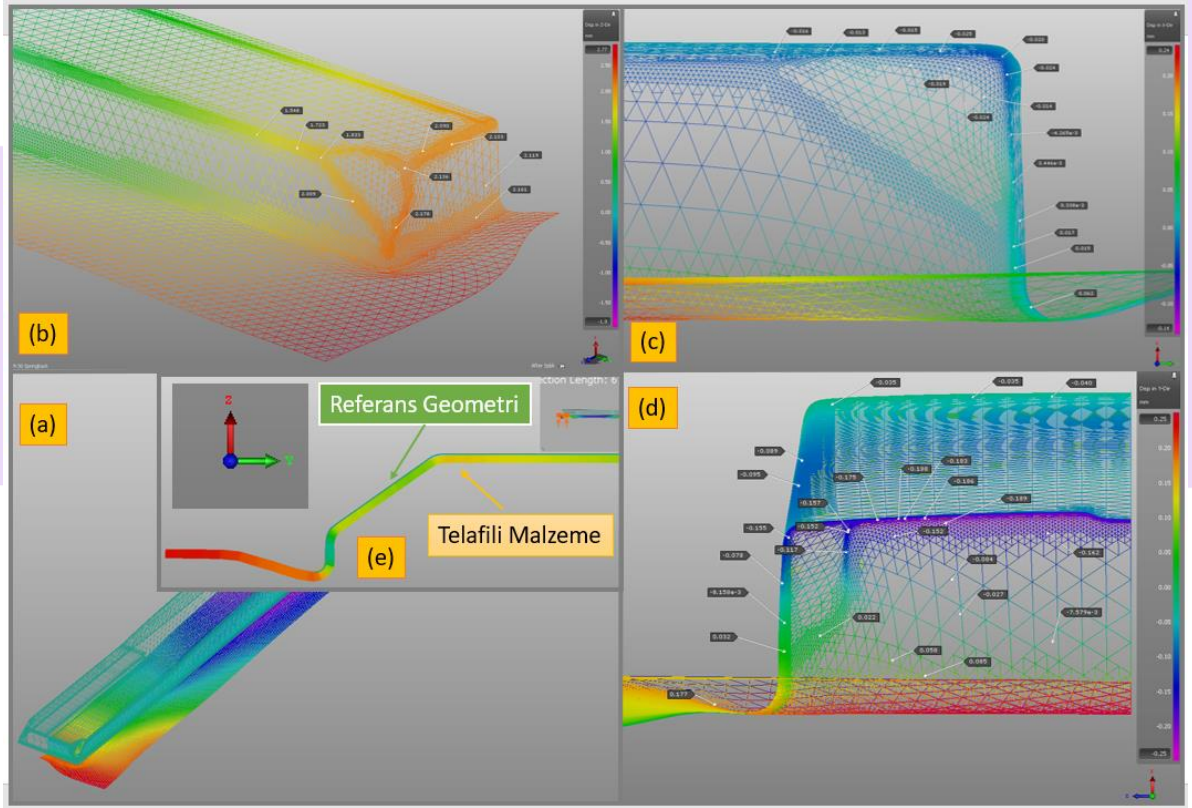
Şekil 7: Simülasyon ortamından elde edilen geri yaylanma verilerine göre Autoform yazılımı içerisinde gömülü geri yaylanma telafi modülü ile elde edilmiş telafili kalıp elemanları.

Geri yaylanma telafili kalıp elemanlarıyla şekillendirilebilirlik ve geri yaylanma tahmin simülasyonları tekrar koşuturulmuştur. İnce cidarlı hazne oluşturma sürecindeki geri yaylanma telafili simülasyon için farklı renklerle gösterilen deformasyon değişiklikleri, Şekil 8’de gösterildiği gibi kalınlaşma, basma/sıkışma gerinimi, çekme gerinimi, aşırı incelme ve ayrılma riski alanlarından oluşur.



Şekil 8: İnce cidarlı hazne oluşturma sürecindeki geri yaylanma telafili simülasyon için farklı renklerle gösterilen deformasyon değişiklikleri.

Geri yaylanma telafili kalıp elamanlarıyla geri yaylanma tahmin simülasyon sonuçları Şekil 9'da gösterilmiştir. (a) normal yönde geri yaylanma sonucu maksimum ölçüden sapma değeri +3.43/-2.91 mm'dir. (b) z-ekseni yönünde ölçüden sapma +2.77/-1.5 mm'dir. (c) x-ekseni yönünde ölçüden sapma +0.24/-0.14 mm'dir. (d) y-ekseni yönünde ölçüden sapma +0.25/-0.25 mm'dir. (e) Referans geometrisi ve telafili geri yaylanmış geometri gösterimidir.



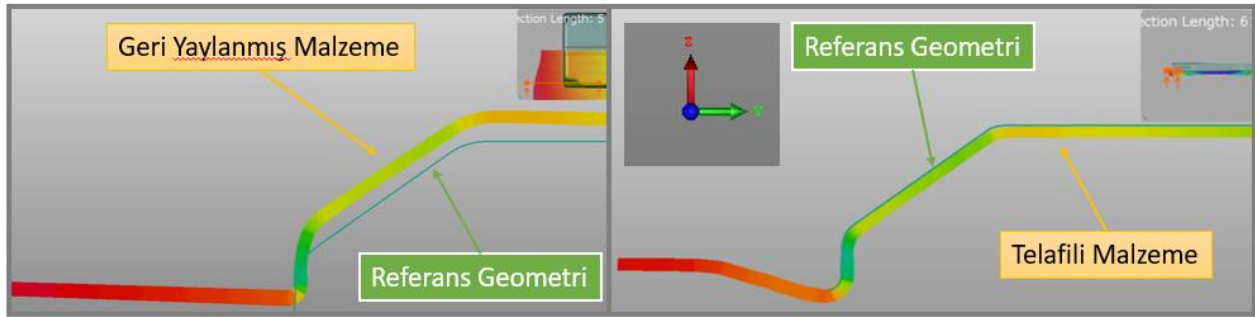
Şekil 9: Geri yaylanma telafili kalıp elamanlarıyla geri yaylanma tahmin simülasyon sonuçları. (a) normal yönde geri yaylanma sonucu maksimum ölçüden sapma, (b) z-ekseni yönünde ölçüden sapma, (c) x-ekseni yönünde ölçüden sapma, (d) y-ekseni yönünde ölçüden sapma, (e) Telafili geri yaylanmış numune geometrisi kesit görüntüsü.

3. Sonuç ve Karşılaştırma

Bu çalışmada, tecrübe ve deneme yanılma yöntemi kullanılarak tasarlanmış kalıp yüzeyleriyle tamamen Autoform AF simülasyon ortamında son üründen kalıp yüzeyleri elde edilen iki tasarım metodunun simülasyon ortamında deformasyon verileri ve geri yaylanma sebebiyle gerçekleşen geometrik kusurları incelenmiştir. Ek olarak geri yaylanma telafili simülasyon sonuçları paylaşılmıştır.

Tecrübe ve deneme yanılma yöntemiyle oluşturulan kalıp elemanlarıyla gerçekleştirilen simülasyon sonuçları deformasyon açısından incelendiğinde imalata engel teşkil edecek kusur bulunmamaktadır. Fakat geri yaylanma sebebinin elastik geri toparlanma olduğunu düşünürsek, şekillenmiş parça üzerinde yeteri kadar gerinim elde edilmemiş yüzeylerin olduğu ve şekillendirilen parça üzerinden kalıp elemanları yükü kaldırıldığında gereken gerinim elde edilmemiş yüzeylerdeki elastik geri toparlanmayla parça üzerinde geri yaylanma kusuru olduğu gözlemlenmiştir.

Son üründen kalıp tasarımı ve geri yaylanma telafi simülasyonu iş parçasının deformasyonu yönünden incelendiğinde imalat açısından problem teşkil edecek bir olguya rastlanmamıştır. Geri yaylanma telafili kalıpların kullanıldığı geri yaylanma sonuçlarının ilk simülasyon sonuçlarına oranla düştüğü gözlemlenmiştir. İlk simülasyonda olduğu gibi şekillenmiş parça üzerinde yeterli gerinime ulaşmamış yüzeylerin varlığı tespit edilmiştir. Bu gerekli gerinime ulaşmamış yüzeylerin varlığı bu tasarımda da geri yaylanmanın temel sebebi olarak düşünülmektedir. Fakat referans geometri ile geri yaylanma telafisi yapılmış kalıp ile elde edilmiş iş parçası karşılaştırıldığında geri yaylanma telafisinin başarılı olduğu gözlemlenmiştir. İki farklı metot ile elde edilen kalıp yüzeyleriyle gerçekleştirilen simülasyondan elde edilen geri yaylanmış iş parçası geometrisi ile referans geometrisi karşılaştırması Şekil 10'da gösterilmektedir. (a) Tecrübe ve deneme yanılma metodu kullanılarak tasarımı yapılmış kalıplarla elde edilen geri yaylanma sonucu, (b) Son üründen kalıp elemanları üretilerek geri yaylanma telafisi uygulanmış geri yaylanma sonucu gösterilmektedir.



Şekil 10: İki tasarım yönteminden elde edilen geri yaylanma sonuçları. (a) Tecrübe ve deneme yanılma metodu kullanılarak tasarımı yapılmış kalıplarla elde edilen geri yaylanma sonucu, (b) Son üründen kalıp elemanları üretilerek geri yaylanma telafisi uygulanmış geri yaylanma sonucu.

4. Öneriler

Bu çalışmada, geri yaylanmayı etkileyecek unsurlardan sadece biri olan geometrik değişim ile geri yaylanma telafi çalışması ve deneme yanılma yöntemi ile elde edilen kalıp geometrileri ile geri yaylanma analiz çalışması yapılmıştır. Simülasyon sonuçlarının gerçeğe yakınsamasında malzeme özelliklerinin, şekleşme davranışının, pres özelliklerinin ve sürtünme katsayısının doğru girilmesi önemlidir. Geri yaylanma kusuru, derin çekme işlemi sırasında parçalarda meydana gelen karmaşık gerinim kombinasyonlarından (basma ve çekme gibi) etkilendiği bilinmektedir. Bu nedenle, malzeme özelliklerinin geri yaylanma üzerindeki etkilerinin doğru bir şekilde anlaşılması, proseslerin etkin bir şekilde tasarlanması için göz önünde bulundurulmalıdır. Geri yaylanma kusur oluşumunu tetikleyecek bir diğer unsur ise kalıp ile iş parçası arasındaki sürtünme davranışdır. Çalışma yüzeyleri arasındaki bu sürtünme davranışının geri yaylanma telafisinde göz önünde bulundurulması sağlıklı geri yaylanma telafisi için önemlidir. Sonraki çalışmalarda, malzeme özelliklerinin aynı hattan çıkan malzemelerde bile farklılık gösterdiği düşünüldüğünde, çalışılacak malzemenin detaylı karakterizasyonu ile simülasyon çalışmaları yapılması planlanmaktadır. Karakterize edilmiş malzeme kartı simülasyon sonuçlarının gerçeğe yakınsaması mümkün olacaktır. Ayrıca, kalıp malzemeleri ve iş parçası arasındaki sürtünme davranışı fiziksel testlerle tespit edilerek, simülasyon ortamına sürtünme verilerinin daha doğru girilmesi sağlanabilir. Böylece sürtünme davranışının geri yaylanmaya etkisi doğru tespit edilebilir ve olumsuz etkileri telafi edilebilir.

5. Referanslar

- [1] W. Zhang ve . R. Shivpuri, «Probabilistic design of aluminum sheet drawing for reduced risk of wrinkling and fracture,» Reliability Engineering and System Safety 94, pp. 152-161, 2009.
- [2] B. W. Y. Z. J. H. M. D. K. Z. X.L. Genga, «Effect of crystalline anisotropy and forming conditions on thinning and rupturing in deep drawing of copper single crystal,» Journal of Materials Processing Technology 213 , pp. 574-580, 2013.
- [3] K. H. N. T. K. Y. M.A. Hassan, «Friction aided deep drawing of sheet metals using polyurethane ring and auxiliary metal punch. Part 2: analysis of the drawing mechanism and process parameters,» International Journal of Machine Tools & Manufacture 42 , p. 633-642, 2002 .
- [4] P. V. K. D. R. P. Ramanjaneyulu, «Multi parameter optimization of deep drawing for cylindrical cup formation on brass sheets using Grey Relational Analysis,» Materials Today: Proceedings 18 , p. 2772-2778, 2019.
- [5] K. K. G. Gantar, «Sensitivity and stability evaluation of the deep drawing process,» Journal of Materials Processing Technology 125-126, p. 302-308, 2002.
- [6] D. A. W. A. S. S. Wahyanti, «Study of Wrinkling and Thinning Behavior in the Stamping Process of Top Outer Hatchback Part on the SCGA and SPCC Materials,» Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal Vol. 5, No. 3, pp. 241-248, 2020.
- [7] T. A. E. H. A. C. I. E. Mrabti, «Springback optimization of deep drawing process based on FEM-ANN-PSO strategy,» Structural and Multidisciplinary Optimization, 2021.

- [8] J. H. S. O. M. P. J. W. R. Lingbeek, «The development of a finite elements based springback compensation tool for sheet metal products,» *Journal of Materials Processing Technology* 169, p. 115–125, 2005.
- [9] S. C. S. H. Z. Y. X. H. W. S. H. Li, «Deformation Characteristics, Formability and Springback Control of Titanium Alloy Sheet at Room Temperature: A Review,» *materials MDPI*, 2022.
- [10] G. C. B. S. N. Mole, «A 3D forming tool optimisation method considering springback and thinning compensation,» *Journal of Materials Processing Technology* 214 , p. 1673–1685, 2014.
- [11] L. M. W. V. C. Hartmann, «Springback and compensation in sheet metal forming reconsidered as an ill-posed problem,» 40th International Deep-Drawing Research Group Conference (IDDRG), p. 1157, 2021.
- [12] R. R. R. R. L. Reddy, «A Review on Springback in Metal Forming,» *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, p. Vol. 3 Issue 1, 2014.
- [13] B. M. B. T. Meindersa, «Numerical product design: Springback prediction, Compensation and Optimization,» *International Journal of Machine Tools & Manufacture* , p. 48 499–514, (2008).
- [14] v. d. B. J. H. M.H.A. Bonte, «An optimisation strategy for industrial metal forming processes,» *Struct Multidiscip Optim*, p. 35(6):571–586, 2008.
- [15] M. L. B. W. B. a. A. S. P. S. Candra, «Analytical study and FEM simulation of the maximum varying blank holder force to prevent cracking on cylindrical cup deep drawing,» *Procedia CIRP*, pp. vol. 26, pp. 548–553, 2015.
- [16] R. B. a. P. S. K. Dahake, «Optimization of Forming Process Parameters in Sheet Metal Forming Of Reinf-Rr End Up-Lh,» *Rh for Safe Thinning*, pp. vol. 8, no. 8, pp. 1–7, 2018.
- [17] M. W. X. W. S. Y. X. X. a. J. L. B. Meng, «Inner wrinkling control in hydrodynamic deep drawing of an irregular surface part using drawbeads,» *Chinese J. Aeronaut*, pp. vol. 27, no. 3, pp. 697–707, 2014.
- [18] J. P. D. M. C. a. G. Ferron, «Wrinkling predictions in the deep-drawing process of anisotropic metal sheets,» *J. Mater. Process,» Technol*, pp. vol. 128, no. 1–3, pp. 178–190, 2002.
- [19] V. L. a. S. R. Srivatsa, «Sheet Metal Forming Processes – Recent Technological Advances,» *Mater. Today Proc.* , pp. vol. 5, no. 1, pp. 2564–2574, 2018.
- [20] D. A. B. O. a. K. J. W. A. Siswanto, «An alternate method to springback compensation for sheet metal forming,» *Sci. World J*, 2014.
- [21] M. S. a. B. B. S. Jadhav, «Applications of Finite Element Simulation in the Development of Advanced Sheet Metal Forming Processes,» *BHM Berg- und Hüttenmännische Monatshefte*, pp. vol. 163, no. 3, pp. 109–118, 2018.

THE EFFECTS OF DIFFERENT DIET MODELS IN VITRO FERTILIZATION OUTCOMES

FARKLI DİYET MODELLERİNİN İN VİTRO FERTİLİZASYON SONUÇLARINA ETKİSİ

Mehmet Kulhan

Selcuk University Medical Faculty, Gynaecology and Obstetrics Department, Konya, Turkey

ORCID ID: 0000-0002-5478-7510, mehmet_kulhan@yahoo.com

Abstract

The aim of this study is to evaluate the effect of dietary habits on in vitro fertilization (IVF). 21 BALB/c mice undergoing IVF cycles were included in the study. Mice were subjected to three different dietary protocols: standard diet, ketogenic diet and western diet. Each diet group consisted of seven mice. The effects of nutrients on oocyte number, quality and embryo development were evaluated. The total number of oocytes was highest in the ketogenic diet and least in the Western diet. The MII stage oocyte count was higher in those on the ketogenic diet compared to those on the standard and Western diets. There was no significant difference between the groups in terms of the number of MI stage oocytes and germinal vesicles. When the IVF results were examined, it was clearly seen that the number of fertilized oocytes was higher in the mice receiving the ketogenic diet. In terms of the number of zygotes reaching the blastocyst stage, the best results were observed in the ketogenic type diet group, while the worst results were observed in the western diet group. Our findings suggest a possible relationship between diet type and ovarian biology.

Keywords: Fertility, ketogenic diet, oocyte, ovulation, western diet

1. Giriş

Gebe kalmayı planlayan çoğu anne adayının diyetleri genellikle yetersizdir. Beslenme, yaşam tarzı faktörleri, diyet, egzersiz, stres, alkol, uyuşturucu kullanımı, sigara ve obezite tüp bebek (IVF) tedavileri sırasında siklus performansını etkiler (1). Çalışmalar, beslenme kalitesinin hem erkeklerde hem de kadınlarda doğurganlığı etkilediğini göstermiştir (2). Embriyoloji laboratuvarlarında tüp bebek uygulamasının başarısı, embriyo gelişimi için kullanılan kültür ortamına bağlıdır. Tedavi başarısını etkileyen ana faktörler olan oosit kalitesi, embriyo gelişimi ve overlerin ve endometriumun durumu anne adayının fizyolojisine bağlıdır. Bu, birçok hayvan ve insan modelinde in vivo olarak kanıtlanmıştır (3, 4). Erkek ve kadında infertilitenin önlenmesi ve tedavisinde beslenmeye dikkat edilmelidir.

Çalışmamızda dişi üreme sisteminde beslenmenin yumurtalıklar ve endometrium üzerine in vivo, oosit ve embriyo gelişimi üzerine ise in vitro etkilerini farklı diyet modelleri kullanarak araştırmayı amaçladık. Bu çalışmanın tüp bebek sırasında beslenmenin kadın üreme sistemi üzerindeki etkilerinin belirlenmesine katkı sağlayacağını düşünüyoruz.

2. Gereç Yöntem

Çalışmamızda 21 adet seksüel aktif olan ve menstrüel siklus yaşayan BALB/c dişi fare kullanıldı. Farelerin tamamı 3 aylık ve 20 ± 5 gr ağırlığındaydı. Proöstrus ve östrus dönemlerindeki hayvanlar smear ile belirlendi ve çalışmaya dahil edildi. Fareler kafeslerde (kafes başına yedi adet) standart koşullarda - 12 saat aydınlık, 12 saat karanlık, $60 \pm 5\%$ nem, $30^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ sıcaklık, yiyecek ve suya kolay erişim - 4 hafta süreyle barındırıldı. Sonra fareler üç gruba ayrıldı:

1. Kontrol Grubu (CG) (7 fare): 4 haftalık standart besleme grubu,
2. Ketojenik Grup (KG) (7 fare): 4 haftalık ketojenik tip beslenme grubu
3. Western Grubu: (WG) (7 fare): 4 haftalık western tipi beslenme grubu

Üç diyet kalıbı içeriği Tablo 1'de özetlenmiştir. Her bir fare grubu tarafından alınan enerji, fareler haftalık olarak tartılarak ölçülmüştür.

Tablo 1: Diyet içerikleri

	Standard Diet	Ketogenic Diet	Western Diet
Nutrient Information	% kcal from	% kcal from	% kcal from
Protein	25.0	19.53	19.53
Carbohydrate	58.0	4.95	39.70
Fat	17.0	74.24	39.51
Others	-	1.28	1.26

Dişi fareler bu 3 besleme grubu ile 4 hafta süreyle beslendikten sonra, fareler sakrifiye edilmeden önce IVF uygulandı. Toplanan oosit sayısı ve oosit kalitesi sakrifiyasyon gününde dişi farelerden oosit aspire edilerek değerlendirildi. Aynı gün, bir erkek farenin spermi kullanılarak oositler hazırlandı. Döllenme ve embriyo kalitesini değerlendirmek için oositler kültürlendi.

2.1. Oositlerin Uyarılması ve Toplanması

Dişi sıçanların yumurtalıkları intraperitoneal (İP) uygulama ile stimüle edildi. Her gruptaki dişi sıçanlar, 15 IU gebe kısırak serum gonadotropin (PMSG) ile süperovüle edildi. Birinci enjeksiyondan 48 saat sonra 15 IU Human Chorionic Gonadotropin (HCG) hormonu ile ikinci enjeksiyon yapılarak süperovulasyon protokolü tamamlandı. İkinci enjeksiyondan yaklaşık 10 ila 12 saat sonra, sıçanlar öldürüldü ve bir insülin enjeksiyonu ile yumurta kanalından oositler toplandı. Her gruptan topladığımız oosit sayısı not edildi. Böylece farklı beslenme gruplarına ait toplam oosit sayısı belirlenmiş oldu. Oositlerin inkübasyonu için 4 mg/ml Human Serum Albumin (HSA) katkılı Human Tubal Fluid (HTF) medyumuna bir gün önce 37°C'de %5 CO₂ konsantrasyonunda inkübatörde kültürlendi.

2.2. Oositlerin Hazırlanması ve Olgunlaşma Değerlendirmesi

Oositler kümülüs hücrelerinden ayrılmadan önce kültür medyumunda (Global for fertilization, LifeGlobal, Guilford, ABD) 37°C'de üzeri parafin yağı (Paraffin oil PG LifeGlobal) ile kaplanmış şekilde yaklaşık 2 saat inkübe edildi. Kümülüs hücrelerinin çoğu hiyalüridaz (80 IU/ml, LifeGlobal) enzimi içeren Hepes besi yerinde bekletilerek oositlerden uzaklaştırıldı. Kalan kümülüs hücreleri, bir cam pastör pipeti (Humagen Fertility Diagnostics, Charlottesville, ABD) yardımıyla çıkarıldı. Olgunlaşma değerlendirmesi için hazır hale getirilen oositler. Oosit olgunlaşması, bir mikroskop (Eclipse TE 300 mikroskop, Nikon, Tokyo, Japonya) altında 400X büyütmede kümülüs içermeyen oositlerin saptanmasıyla değerlendirildi. Oositler, birinci polar gövde ile gözlenirse olgun (MII fazında) olarak değerlendirildi (5).

2.3. Sperm Hazırlama

Oositler toplanmadan önce erkek bir rata 75 mg/kg ketamin (Alfasan, Woerden, The Netherlands) ve 10 mg/kg xylazine (Rotexmedica, Tritau, Germany) karışımı IP uygulanarak ötenazi uygulandı. Ötenazi yapıldıktan sonra erkek üreme sistemi karından cerrahi olarak açılarak sol ve sağ epididim testislerden ayrılarak 1 ml HTF (Sigma, St. Louis, ABD) ve 4 mg/ml bouvine içeren HTF medyumuna aktarıldı. Serum albümini (BSA). Pens yardımı ile epididimler sıyrıldı, spermier petri kaplarına aktarıldı ve in vitro fertilizasyon öncesi 37 °C'de 30 dakika inkübe edildi (6).

2.4. Tohumlama ve Embriyo Kültürü

Oositler ve kapasitasyona uğramış spermier fertilizasyon damlalarına aktarıldı. Fertilizasyon kontrol edildi ve fertilize olan oositler yıkanarak kültür damlalarına aktarıldı. Döllenme sonrası oluşan zigotlar 37°C'de 6.0 CO₂, 5.0 O₂ inkübatörlerinde beş güne kadar kültürlendi. Embriyo gelişimi ve blastokist oranları karşılaştırıldı ve embriyolar blastokist aşamasına kadar takip edildi (5).

2.5. İstatistiksel analiz

İstatistiksel analiz için SPSS 22.0 yazılımı kullanıldı (SPSS Inc., Chicago, IL). Tanımlayıcı istatistiksel yöntemler: ortalama, standart sapma elde edildi. Üç grup arasındaki farklılıklar tek yönlü Anova ve Tuckey analizi ile değerlendirildi. Anlamlılık düzeyi olarak p<0.05 ve p<0.01 alınmıştır.

3. Sonuçlar

4 hafta sonunda farelerin ortalama ağırlık artışı CG grubunda 0,471 g ± 0,4786 g, KG grubunda 0,686 g ± 0,3388 ve WG grubunda 1,5 g ± 0,4041 g olarak bulundu. Kilo alımı açısından gruplar arasında anlamlı fark vardı (p< 0.001). Ancak başlangıç ve son ağırlıklar arasında anlamlı bir fark yoktu (Tablo 2).

Tablo 2: Farelerin ortalama ağırlıkları

Variable	Mean ± SD			P-value*	p-value**
	CG	KG	WG		
1st week (g)	16.343±0.8502	16.429±0.3773	15.943±0.6214	0.346	
2nd week (g)	16.371±0.5992	16.643±0.2699	16.200±0.6377	0.311	
3rd week (g)	16.557±0.5442	16.857±0.2699	16.871±0.3904	0.305	
4th week (g)	16.814±0.5273 ^a	17.100±0.2449	17.443±0.4721 ^a	0.045	P ^a = 0.036
Weight gain (g)	0.471±0.4786 ^a	0.686±0.3388 ^b	1.500±0.4041 ^{a,b}	0.000	P ^a = 0.001, P ^b = 0.004

P^a Comparison between control and western group

P^b Comparison between ketogenic and western group

Tablo 3, IVF sırasında MII aşamasına olgunlaşan oosit sayısını ve ayrıca 24 saatlik kültürden sonra MI aşaması ve GV'leri göstermektedir.

Tablo 3: Toplam oosit sayısı, MII evre oosit, MI evre oosit, Germinal vezikül, Döllenmiş oosit sayısı, İki hücreli zigot ve Blastosist sayısı.

Variable	Mean $\pm$ SD			P-value*	p-value**
	CG	KG	WG		
Total oocyte	6.857 $\pm$ 0.6901 ^{a,b}	8.714 $\pm$ 0.4880 ^{a,c}	5.286 $\pm$ 0.7559 ^{b,c}	0.000	p ^a =0.000, p ^b =0.001, p ^c =0.000
MI oocyte	4.571 $\pm$ 0.5345 ^a	7.429 $\pm$ 0.5345 ^{a,c}	3.571 $\pm$ 1.1339 ^c	0.000	p ^a =0.000, p ^c =0.000
MI oocyte	1.429 $\pm$ 0.5345	1.143 $\pm$ 0.6901	1.143 $\pm$ 0.3780	0.543	
GV oocyte	0.857 $\pm$ 0.3780 ^a	0.143 $\pm$ 0.3780 ^a	0.571 $\pm$ 0.5345	0.022	p ^a =0.018
Fertilized oocyte	3.286 $\pm$ 0.4880 ^a	6.286 $\pm$ 0.7559 ^{a,c}	2.714 $\pm$ 0.9512 ^c	0.000	p ^a =0.000, p ^c =0.000
Two-cell zygote	2.571 $\pm$ 0.5345 ^a	5.286 $\pm$ 0.7559 ^{a,c}	2.429 $\pm$ 0.9759 ^c	0.000	p ^a =0.000, p ^c =0.000
Blastocyst	1.571 $\pm$ 0.5345 ^a	3.857 $\pm$ 0.6901 ^{a,c}	1.286 $\pm$ 0.7559 ^c	0.000	p ^a =0.000, p ^c =0.000

P^a Comparison between control and ketogenic group

P^b Comparison between control and western group

P^c Comparison between ketogenic and western group

Toplam oosit sayısı ketojenik diyetle en yüksek ve Western diyetinde en azdı (p < 0.01). KG grubunda MII evre oosit sayısı CG ve WG gruplarına göre istatistiksel olarak anlamlı yüksekti (p < 0.01). KG ve WG grupları MII evreli oositler açısından karşılaştırıldığında, MII oosit sayısı CG grubu lehine daha yüksek bulundu ancak bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildi (p > 0,05). Gruplar arasında MI evre oosit sayısı ve germinal vezikül sayısı açısından anlamlı fark saptanmadı.

Tüp bebek sonuçları incelendiğinde KG'de döllenmiş oosit sayısının daha fazla olduğu açıkça görüldü. Fertilize oosit sayısı CG, KG ve WG gruplarında sırasıyla 3,286 $\pm$ 0,4880, 6,286 $\pm$ 0,7559, 2,714 $\pm$ 0,9512 idi. Döllenmiş oosit sayısı WG grubunda diğer iki gruba göre anlamlı olarak düşüktü (p < 0.01). İki hücreli zigot evresi değerlendirildiğinde sonuçların ketojenik diyet grubunda daha iyi, western diyeti grubunda daha kötü olduğu bulundu (p < 0.01). İki hücreli zigot sayısı CG, KG ve WG gruplarında sırasıyla 2,571 $\pm$ 0,5345, 5,286 $\pm$ 0,7559, 2,429 $\pm$ 0,9759 idi. Blastosist aşamasına ulaşan zigot sayısı açısından en kötü sonuçlar western tipi beslenme grubunda, en iyi sonuçlar ise ketojenik diyet uygulanan grupta gözlemlendi (p < 0.01). IVF sonuçları ve oosit kalitesi ile ilgili Tablo 3'te özetlenmiştir.

4. Tartışma

Geçmişte doğurganlığı artırmak için çeşitli gıda maddeleri kullanılmıştır ve bugün bile diyet sıklıkla potansiyel bir doğurganlık artırıcı olarak görülmektedir. Düşük riskli, kolay erişilebilir, uygulaması kolay ve potansiyel olarak yüksek etkili bir tedavi, hastalar ve doktorlar arasında büyük ilgi görüyor. Bu çalışma, günlük kalori alımının belirli makrobesin bileşenlerini hedefleyen bir diyet gibi belirli bir diyetin IVF tedavisinde ve oosit kalitesinde faydalı olup olmayacağını inceledi. Spesifik olarak, diğer hastalıkları tedavi etmek için başarıyla kullanılan ketojenik ve western diyetlerinin dişi hayvan modelindeki kanıtları inceledik. Yaklaşık 19.000 kadını kapsayan bir çalışmada, araştırmacılar tüketilen karbonhidrat miktarı ile ovulatuvar disfonksiyon riski arasında bir ilişki buldular. Yüksek düzeyde karbonhidrat tüketen kadınlarda %78 daha fazla ovulayan disfonksiyonu tespit edildi (7). Bu çalışmadan bir yıl önce yayınlanan başka bir çalışmada, hayvansal protein tüketiminin %20 daha yüksek ovulatuvar disfonksiyon riski ile ilişkili olduğunu, bitkisel protein tüketiminin ise %43 daha düşük riskle ilişkili olduğunu gösterdi (8). Bu ilginç bulgular, tek başına obezitenin kısırlıktan sorumlu olmayabileceğini ve bazı diyet bileşenlerinin üreme potansiyelini artırabileceğini veya bozabileceğini düşündürmektedir. Bu çalışmada, ketojenik, western ve standart tip diyetle beslenen dişi bir hayvan modelinde IVF oranlarını, oosit olgunlaşmasını ve oosit kalitesini değerlendirdik. Ketojenik ve western diyetlerini bir arada içeren bu hayvan çalışması, literatürde bildiğimiz kadarıyla ilk çalışmadır.

Ketojenik diyet (KD), adından da anlaşılacağı gibi, fizyolojik enerji üretimini ketoze doğru değiştirerek keton cisimciklerinin endojen seviyelerini artırır. Tipik bir KD'de yüksek karbonhidratlı yiyecekler azaltılırken krema ve tereyağı gibi yüksek yağlı yiyecekler artırılır. Bu diyeti uygulayanlarda birincil enerji kaynağı olarak karbonhidratlar yerine yağlar kullanılır ve böylece vücutta fizyolojik bir açlık oluşur (9). PKOS'lu aşırı kilolu ve obez kadınlarda yapılan bir çalışmada, KD'nin toplam vücut ağırlığında %12'lik bir iyileşme ve açlık insülininde %54'lük bir iyileşme ile sonuçlandığı bulunmuştur. Çalışmanın 24. haftasında hastaların %40'ı çalışmayı tamamladı ve kendiliğinden hamile kaldı (10). Bununla birlikte, KD'nin potansiyel faydaları olduğu kadar ovulasyon üzerindeki potansiyel riskleri de vardır. Chavarro ve meslektaşları, önemli miktarda trans-doymamış yağ tüketen kadınların ovulasyon işlev bozukluğu açısından neredeyse 2 kat daha yüksek risk altında olduğunu gösterdi (11). Ayrıca, bir hayvan çalışmasında, yüksek yağlı bir diyetle beslenen farelerin, standart bir diyetle beslenen farelere kıyasla artmış anovülasyon ve azalmış in vivo fertilizasyon oranları gösterdiğini gösterdi (12). KD'nin doğurganlık özelliklerinin temel dayanağı, elde edilen kilo kaybı derecesi ile ilgilidir. Bu terapötik etkiler için varsayılan mekanizma tartışmalıdır, ancak muhtemelen çok yönlüdürler. Bu çalışmada, KD ökaloriktir ve kilo kaybını önlemek için tasarlanmıştır. KD'nin kilo ve doğurganlık üzerindeki etkisi, kalori kısıtlaması, ketozis veya artan metabolik aktivite derecesi ile ilişkili gibi görünse de, bu henüz kanıtlanmamıştır. Bu çalışmada IVF sonuçları, beslenme düzeninin oositlerin hem kalitesini hem de miktarını etkilediğini göstermektedir. CG ve WG ile karşılaştırıldığında, KG'de iki hücreli zigot aşamasına farklılaşan daha fazla MII oosit ve daha fazla döllenmiş oosit vardı. Gözlenen tüm bu değişiklikler doğurganlığı olumlu yönde etkiler.

Et-tatlı diyeti olarak da adlandırılan western tarzı diyet, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde birçok kişinin tercih ettiği, yüksek miktarda kırmızı et, şekerli tatlılar, yüksek yağlı yiyecekler ve rafine tahıllar içeren bir diyettir (13). Yüksek yağlı süt ürünleri, yüksek şekerli içecekler ve daha fazla işlenmiş et alımı da batı diyetinin bileşenleri arasındadır. Aşırı karbonhidrat alımı, büyük bir kadın kohortunda artan infertilite riski ile ilişkilendirilmiştir. Hemşirelerin Sağlık Çalışması II'de (NHS II) (7). İlginç bir şekilde, aynı

kadınlar arasında daha yüksek protein alımının ovulatuvar disfonksiyona yol açtığı bulunmuştur (8). Bu sonuncu ilişki, esas olarak, ovulatuvar infertilite ile doğrudan bir ilişki gösteren hayvansal protein alımından kaynaklanırken, bitkisel protein ile aynı sonuç arasındaki ilişki istatistiksel olarak anlamlı değildi. Bu bulgular bizim çalışmamızla uyumluydu. NHS-II çalışması, günlük kalori alımını sabit tutarken fazladan bir porsiyon et almanın ovulatuvar infertilite riskinde %32'lik bir artışla (%95 GA, %8-62) sonuçlandığını bulmuştur (8). Chaffin ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada, sağlıklı yetişkin dişi rhesus makakları 6 ay boyunca tipik western tipi yiyeceklerle beslendi. Daha sonra standart bir diyetle beslenen bu hayvanlar ve kontrol hayvanları IVF prosedürüne tabi tutuldu. Yüksek şekerle beslenen maymunlarda, standart diyet grubuyla karşılaştırıldığında, sırasıyla %18.5'e karşı %86, son derece düşük bir olgun oosit oranı tespit edildi (14). Bu çalışmanın sonuçları bizim çalışmamızla uyumluydu. Bu farklılığa yol açması muhtemel olan kilo artışının western diyetiyle beslenen maymunlarda görülmemesi şaşırtıcıdır. Ayrıca çalışmamızda farelerin başlangıç ve son ağırlıkları arasında fark bulunmadı. WD, protein ve diğer temel besin ürünleri için iyi bir kaynak olabilese de, aynı zamanda yüksek oranda doymuş yağ içerir ve ayrıca hormonal kalıntılar, antibiyotikler ve kırmızı etin işlenmesi nedeniyle oluşabilecek olumsuz etkileri içerir. Benzer şekilde Braga ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada tüp bebek öncesi kırmızı et tüketiminin embriyo gelişimini ve gebelik olasılığını olumsuz etkilediği saptanmıştır. Bu sonuç bizim çalışmamızla da uyumludur (15).

Bu çalışmanın bazı sınırlılıkları vardır. İlk sınırlama, sonuçları etkileyebilecek olan sperm alınan erkek farelerin beslenme düzenine ilişkin bilgi eksikliğidir. İkincisi, hayvan çalışmalarından elde edilen veriler insanlarda aynı sonuçları yansıtmayabilir.

Çıkar Çatışması: Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

5. Sonuç

Bu çalışma, farklı diyet modellerinin oosit kalitesi ve IVF sonuçları üzerindeki etkisini araştırmıştır. Çalışmamızın sonuçları, western beslenme modellerinin, toplam oosit sayısı, MII satege oosit, GV, fertilize oosit, iki hücreli zigot ve blastosit sayıları gibi IVF sonuçlarını olumsuz etkilediğini; Öte yandan KD'nin tüm bu parametrelerde iyileşme sağladığı görüldü.

6. Referanslar

- [1] Anderson K, Norman RJ, Middleton P. Preconception lifestyle advice for people with subfertility. The Cochrane database of systematic reviews. 2010(4):Cd008189.
- [2] Gardiner PM, Nelson L, Shellhaas CS, Dunlop AL, Long R, Andrist S, et al. The clinical content of preconception care: nutrition and dietary supplements. Am J Obstet Gynecol. 2008;199(6 Suppl 2):S345-56.
- [3] Fleming TP, Kwong WY, Porter R, Ursell E, Fesenko I, Wilkins A, et al. The embryo and its future. Biology of reproduction. 2004;71(4):1046-54.
- [4] Santos MA, Kuijk EW, Macklon NS. The impact of ovarian stimulation for IVF on the developing embryo. Reproduction (Cambridge, England). 2010;139(1):23-34.
- [5] Baker H, Lindsey J, Weisbroth 2nd S. The Laboratory rat 2nd ed. New York: Academic Press; 2006.
- [6] Seed J, Chapin RE, Clegg ED, Dostal LA, Foote RH, Hurtt ME, et al. Methods for assessing sperm motility, morphology, and counts in the rat, rabbit, and dog: a consensus report. Reproductive toxicology. 1996;10(3):237-44.
- [7] Chavarro JE, Rich-Edwards JW, Rosner BA, Willett WC. A prospective study of dietary carbohydrate quantity and quality in relation to risk of ovulatory infertility. European journal of clinical nutrition. 2009;63(1):78-86.
- [8] Chavarro JE, Rich-Edwards JW, Rosner BA, Willett WC. Protein intake and ovulatory infertility. Am J Obstet Gynecol. 2008;198(2):210.e1-7.
- [9] Freeman JM, Kossoff EH, Hartman AL. The ketogenic diet: one decade later. Pediatrics. 2007;119(3):535-43.
- [10] Mavropoulos JC, Yancy WS, Hepburn J, Westman EC. The effects of a low-carbohydrate, ketogenic diet on the polycystic ovary syndrome: a pilot study. Nutrition & metabolism. 2005;2:35.
- [11] Chavarro JE, Rich-Edwards JW, Rosner BA, Willett WC. Dietary fatty acid intakes and the risk of ovulatory infertility. The American journal of clinical nutrition. 2007;85(1):231-7.
- [12] Cordier AG, Léveillé P, Dupont C, Tarrade A, Picone O, Larcher T, et al. Dietary lipid and cholesterol induce ovarian dysfunction and abnormal LH response to stimulation in rabbits. PloS one. 2013;8(5):e63101.
- [13] Nazni P. Association of western diet & lifestyle with decreased fertility. The Indian journal of medical research. 2014;140 Suppl(Suppl 1):S78-81.
- [14] Chaffin CL, Latham KE, Mtango NR, Midic U, VandeVoort CA. Dietary sugar in healthy female primates perturbs oocyte maturation and in vitro preimplantation embryo development. Endocrinology. 2014;155(7):2688-95.
- [15] Braga DP, Halpern G, Setti AS, Figueira RC, Iaconelli A, Jr., Borges E, Jr. The impact of food intake and social habits on embryo quality and the likelihood of blastocyst formation. Reproductive biomedicine online. 2015;31(1):30-8.

VITAMIN D LEVELS IN PREGNANCY, GESTATIONAL DIABETES AND REPRODUCTIVE AGE WOMEN

Mehmet Kulhan

Selcuk University Medical Faculty , Gynaecology and obstetrics Department , Konya, Turkey

ORCID ID: 0000-0002-5478-7510, mehmet_kulhan@yahoo.com

Abstract

In this study, we aimed to determine vitamin D levels in diabetic pregnant women, non-diabetic pregnant women and healthy non-pregnant women. Serum vitamin D levels were measured in 28 non-diabetic pregnant women, 15 pregnant women with gestational diabetes, and 30 healthy young adult women. Vitamin D levels were found to be low in all three groups. [in pregnant women without diabetes (11.8 ± 7.4), in pregnant women with gestational diabetes (10.6 ± 5.7), and in healthy non-pregnant women (12.1 ± 5.4) ng/mL]. There was no difference in vitamin D levels between the groups. ($p=0.54$). Vitamin D levels were found to be low in all women screened in our region, whether they are pregnant or not.

Keywords: Vitamin D, gestational diabetes, pregnancy

1. Introduction

Vitamin D is a fat-soluble vitamin synthesized in the body from cholesterol. It is converted in the liver to 25-hydroxyvitamin D [25(OH)D] by the enzyme 25-hydroxylase, and then to its active form, 1,25dihydroxyvitamin D [1,25(OH)₂D], by 1- α hydroxylase in the kidney (1). In addition to the effects of vitamin D on calcium and phosphorus metabolism, its deficiency in recent years; It has been associated with many diseases such as syndrome, abnormal glucose metabolism, obesity, hypertension, cardiovascular diseases (2-4). Also, its deficiency has been shown in pregnant women and gestational diabetes (4,5). In our country, low-dose (200-400 IU) vitamin D supplementation has been administered prophylactically to all pregnant women since May 2011 (5). Although there is no consensus regarding the normal range of 25(OH)D₃ in pregnant women, concentrations of 10 ng /mL (≤ 25 nmol/L) and below are severe deficiency, and concentrations between 10-20 ng / mL (25-50 nmol /L) are slight deficiency is accepted. It is desired that its normal level be >32 ng / mL (>80 nmol /L) (6). In a recently published study conducted in Sweden (7), they found vitamin D levels below 20 ng / mL (50 nmol /L) in one-third of pregnant women. In this study, they stated that the level of vitamin D increased slightly during pregnancy, peaked in the late stages of pregnancy, and returned to normal with delivery. In this study; We aimed to determine vitamin D levels in healthy pregnant women, gestational diabetic pregnant women and healthy women of reproductive age.

2. Materials and Methods

28 healthy pregnant women, 15 gestational diabetic pregnant women and 30 healthy young adult women (control group) aged 18-43 were included in the study. Based on the diagnostic criteria of the American Diabetes Association, pregnant women who underwent 75 g oral glucose tolerance test (OGTT) were accepted GDM if meeting one of the values of fasting glucose ≥ 92 mg/dL, 1st hour glucose ≥ 180 mg/dL, and second hour glucose ≥ 153 mg/dL (10). All of the cases with GDM consist of newly diagnosed pregnant women who have not used insulin yet. The blood samples were taken before the OGTT application for Vitamin D level in 24-28 weeks of pregnancy. The pregnant women whose glucose values were below these values and who did not have any other problems were taken as the healthy pregnant group. Thirty healthy individuals of similar age and gender were selected as the control group. People with chronic diseases such as diabetes, hypertension, hyperlipidemia and those with acute infections were not included in the study. The patients with intrauterine Cases with ex fetuses or babies with anomalies were not included in the study. In all three groups, those who used medical drugs, food supplements, vitamins (except for the vitamin supplements recommended by the ministry for pregnant women) were not included in the study. Serum samples obtained after centrifugation of venous blood samples were stored at -80°C until the study day. Serum vitamin D level was measured using the chemiluminescent immunometric method using the Centaur XP (Siemens Healthcare United Kingdom) device.

3. Statistical Analysis

Statistical analysis was done using SPSS 18.0 program. After controlling for normality distributions with Kolmogorov Smirnov test, Kruskal Wallis test was used for intergroup comparisons. $P < 0.05$ was considered significant.

4. Results

The findings are summarized in Tables 1 and 2.

Table 1. Serum vitamin D levels

Parameter	Group	n	Average	Standard deviation	minimum	maximum	p
Vitamin D (ng / mL)	Healthy pregnant	28	11.8	7.4	1.9	28.6	0.54
	Gestational diabetes	15	10.6	5.7	4.1	22.9	
	Control	30	12.1	5.4	5.9	25.1	

Table 2. Percentage ratios of intragroup distribution of serum vitamin D levels

25(OH)D3 (ng / mL)	Healthy Pregnant % (n)	gestational diabetes % (n)	Control (Healthy adult female) % (n)
≤ 10	50 (14)	60 (9)	50 (15)
10-20	36 (10)	33 (5)	37 (11)
20-32	14 (4)	7 (1)	13 (4)
>32	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Total	100 (28)	100 (15)	100 (30)

The majority of women with GDM were multiparous, and parity and gravida ratios were correlated with age in all three groups . The mean week of gestation was 25 ± 1 week in the group with GDM and 26 ± 2 weeks in normal pregnant women. The mean parity distribution was between 0-5 (2.67 ± 1.37), 0-4 (0.94 ± 1.13) and 0-3 (0.87 ± 0.88) in pregnant women with GDM, normal pregnant women, and healthy non-pregnant adults, respectively. Gravida , parity, abortion , dilatation and curettage rates increased with age. All three groups had no alcohol history. Smoking history was 6.6 % in patients with GDM , 3.3% in normal pregnant women, and 3.5% in healthy adults. There was no difference between the groups in terms of comorbidity, except for GDM. There was no difference between the groups in terms of socio -economic conditions. When the patients evaluated the prevalence of antepartum and intrapartum maternal complications, there was no difference between the groups in terms of pregnancy-related hypertension, preterm premature rupture of membranes, placental abruption and malpresentation. When perinatal parameters were evaluated, there was no difference between the groups in terms of intrauterine fetal death, low first and fifth minute Apgar scores, and neonatal mortality. Serum vitamin D levels were not different in the three groups ($p=0.54$). However, vitamin D levels were found to be deficient in healthy pregnant women (mean $\pm$ SD; 11.8 ± 7.4 ng/mL), gestational diabetes mellitus (10.6 ± 5.7 ng/mL), and healthy young women (12 ± 5.4 ng/mL), that is, vitamin D levels were found to be deficient in all groups (Table 1). 25(OH)D3 level; severe deficiency (≤ 10 ng / mL) was found in 50% of healthy pregnant women , mild deficiency (10-20 ng / mL) in 36%, and insufficiency (20-32 ng / mL) in 14%. Pregnant women with gestational diabetes; It was found to be severely deficient in 60%, mildly deficient in 33%, and insufficiency in 7%. Healthy young women; It was found to be severely deficient in 50%, mildly deficient in 37%, and insufficiency in 13% (Table 2).

5. Discussion

In this study; We found vitamin D levels to be deficient in healthy pregnant women, gestational diabetic pregnant women and healthy young women, that is, in all groups. In this study, it was revealed that vitamin D deficiency is common in our region as well as all over the world and in our country (6). Severe (≤ 10 ng / mL) vitamin D deficiency is seen in 50% of healthy pregnant women and healthy young women, and 60% of gestational diabetic pregnant women. All results are below the level considered normal (> 32 ng / mL). In a study investigating the level of vitamin D in pregnant women at 6 weeks of gestation; While vitamin D deficiency was 27.8 % in İzmir province , it was found as 76.3% in Erzurum (8). In our study, vitamin D deficiency (≤ 20 ng / mL) was found to be 86% in healthy pregnant women . This result is similar to the results of the previous study conducted in Erzurum, a province close to our region and showing similar climatic characteristics. Both results reveal that vitamin D deficiency is more common in cold and less sun-exposed areas. In a study, vitamin D3, 25 (OH) vitamin D3, 1,25 (OH)2 vitamin D3 levels of preeclamptic and healthy pregnant women were found to be similar (9). In a study conducted with 258 pregnant women with ≥ 37 gestational weeks, the mean level of 25 (OH) vitamin D was found to be 11.5 ± 5.4 ng/mL. All these values are similar to our results. In another study, it was stated that vitamin D deficiency in the mother was the most important cause of vitamin D deficiency in newborns (10). Vitamin D supplementation during pregnancy increases the level of vitamin D in the cord blood (11). However, it was observed that vitamin D supplementation did not change the bone mass of the mother and child, and anthropometric measurements in the child (12). Vitamin D deficiency in pregnant women; Although it is associated with conditions such as preeclampsia, gestational diabetes, preterm birth, impaired glucose tolerance, increased cesarean section rate, high blood pressure during pregnancy, issues such as whether external vitamin D supplementation can correct all these or in which dose and how much has not been clearly revealed yet (13). It has been shown in previous studies that the vitamin D supplement administered to pregnant women in our country does not provide adequate vitamin D levels (5), and that a daily dose of 4000 IU is necessary and safe to achieve adequate vitamin D levels in pregnant women (14). The results of our study also support these recommendations. In a study in which 90 gestational diabetic pregnant women and 158 normoglycemic pregnant women were included and 25(OH) vitamin D was determined by liquid chromatography-mass spectrometry (LC-MS/MS), vitamin D levels were not found to be different between the two groups (15). In studies conducted in 559 pregnant women in India (16) and 76 pregnant women in the Czech Republic (17), vitamin D levels were not found to be different between gestational diabetic and healthy pregnant women, and vitamin D levels were found to be deficient in both pregnant groups. Similar to all these results, we could not find a difference between the gestational diabetic group and the healthy pregnant group in terms of vitamin D levels, while we found a high rate of vitamin D deficiency in both groups . Unlike all these results, there are also studies that found vitamin D levels to be associated with gestational diabetes (2,18,19). However, it has been reported that this relationship is not clear due to the complexity in the design of related studies (20). As a result, vitamin D deficiency is very common in young women and all pregnant women and is associated with many diseases. Vitamin D supplement recommended by the Ministry of Health for all pregnant women is insufficient. Especially in our region, vitamin D supplementation, which is a safe, inexpensive and effective option, should be given to all pregnant women and young adult women. However, these measurements can be repeated in larger series and in different seasons, partly because this study was conducted on a small number of subjects.

6. References

- [1] Liu WC, Wu CC, Hung YM, Liao MT, Shyu JF, Lin YF, et al. Pleiotropic effects of vitamin D in chronic kidney disease. *Clin Chim Acta* 2016; 453: 1-12.
- [2] Wang O, Nie M, Hu YY, Zhang K, Li W, Ping F, et al. Association between vitamin D insufficiency and the risk for gestational diabetes mellitus in pregnant Chinese women. *Biomed Environ Sci* 2012; 25(4): 399-406.
- [3] Pena HR, de Lima MC, Brandt KG, de Antunes MMC, da Silva GAP, H.R. P, et al. Influence of preeclampsia and gestational obesity in maternal and newborn levels of vitamin D. *BMC Pregnancy Childbirth* 2015; 15(1): 112.
- [4] Poel YHM, Hummel P, Lips P, Stam F, Van Der Ploeg T, Simsek S. Vitamin D and gestational diabetes: A systematic review and meta-analysis. *Eur J Intern Med. European Federation of Internal Medicine* 2012; 23(5): 465-469.
- [5] Gür G, Abacı A, Köksoy AY, Anık A, Çatlı G, Kışlal FM, et al. Incidence of maternal vitamin D deficiency in a region of Ankara, Turkey: A preliminary study. *Turkish J Med Sci* 2014; 44(4): 616-623.
- [6] Hollis BW, Wagner CL. Assessment of dietary vitamin D requirements during pregnancy and lactation. *Am J Clin Nutr* 2004; 79(5): 717-726.
- [7] Lundqvist A, Sandström H, Stenlund H, Johansson I, Hultdin J. Vitamin D status during pregnancy: A longitudinal study in Swedish women from early pregnancy to seven months postpartum. *PLoS One* 2016; 11(3): 1-13.
- [8] American Diabetes Association. Standards of medical care in diabetes--2011. *Diabetes Care* 2011; 34 Suppl 1(Supplement_1): 11-61.
- [9] Gür EB, Turan GA, Tatar S, Gökdoğan A, Karadeniz M, Çelik G, et al. The effect of place of residence and lifestyle on vitamin d deficiency in pregnancy: Comparison of eastern and western parts of Turkey. *J Turkish Ger Gynecol Assoc* 2014; 15(3): 149-155.
- [10] Cim N, Kurdoglu M, Ege S, Yoruk I, Yaman G, Yildizhan R. An analysis on the roles of angiogenesis-related factors including serum vitamin D, soluble endoglin (sEng), soluble fmslike tyrosine kinase 1 (sFlt1), and vascular endothelial growth factor (VEGF) in the diagnosis and severity of late-onset preeclampsia. *J Matern Neonatal Med.* 2016; 7058: 1-6.
- [11] Ergür AT, Berberoğlu M, Atasay B, Şiklar Z, Bilir P, Arsan S, et al. Vitamin D deficiency in Turkish mothers and their neonates and in women of reproductive age. *JCRPE J Clin Res Pediatr Endocrinol* 2009; 1(6): 266-269.
- [12] Yang N, Wang L, Li Z, Chen S, Li N, Ye R. Effects of vitamin D supplementation during pregnancy on neonatal vitamin D and calcium concentrations: A systematic review and metaanalysis. *Nutr Res. Elsevier B.V.*; 2015; 35(7): 547-556.
- [13] Vaziri F, Dabbaghmanesh MH, Samsami A, Nasiri S, Shirazi PT. Vitamin D supplementation during pregnancy on infant anthropometric measurements and bone mass of mother-infant pairs: A randomized placebo clinical trial. *Early Hum Dev* 2016; 103: 61-68.
- [14] Palacios C, De-Regil LM, Lombardo LK, PeñaRosas JP. Vitamin D supplementation during pregnancy: Updated meta-analysis on maternal outcomes. *J Steroid Biochem Mol Biol* 2016; 164: 148-155.
- [15] Hollis BW, Johnson D, Hulsey TC, Ebeling M, Wagner CL. Vitamin D supplementation during pregnancy: double-blind, randomized clinical trial of safety and effectiveness. *J Bone Miner Res* 2011; 26(10): 2341-2357.
- [16] Makgoba M, Nelson SM, Savvidou M, Messow CM, Nicolaides K, Sattar N. First-trimester circulating 25-hydroxyvitamin D levels and development of gestational diabetes mellitus. *Diabetes Care* 2011; 34(5): 1091-1093.
- [17] Farrant HJW, Krishnaveni G V, Hill JC, Boucher BJ, Fisher DJ, Noonan K, et al. Vitamin D insufficiency is common in Indian mothers but is not associated with gestational diabetes or variation in newborn size. *Eur J Clin Nutr* 2009; 63(5): 646-652.
- [18] Pleskačová A, Bartáková V, Pácal L, Kuricová K, Bělobrádková J, Tomandl J, Kaňková K. Vitamin D status in women with gestational diabetes mellitus during pregnancy and postpartum. *Biomed Res Int* 2015; 2015: 260624.
- [19] Burris HH, Rifas-Shiman SL, Kleinman K, Litonjua AA, Huh SY, Rich-Edwards JW, et al. Vitamin D deficiency in pregnancy and gestational diabetes mellitus. *Am J Obstet Gynecol* 2012; 207(3): 182.e1-182.e8.
- [20] Soheilykhah S, Mojibian M, Rashidi M, RahimiSaghand S, Jafari F. Maternal vitamin D status in gestational diabetes mellitus. *Nutr Clin Pr* 2010; 25(5): 524-527.

EFFECT OF GEOMETRY AND LOCATION OF CRACK ON MODAL ANALYSIS OF BEAMS

Mustafa Kurt^{1*}, Bilcen Mutlu Miti²

^{1,2}Faculty of Technology, Department of Mechanical Engineering, Marmara University

¹ ORCID ID: 0000-0001-8714-977X, mkurt@marmara.edu.tr

² ORCID ID: 0000-0003-1598-4850, bmutlu@marmara.edu.tr

* Corresponding Author

Abstract

This numerical investigation examined the influence of crack location and geometry on the natural frequency of a beam. The analysis focused on the first two modes using ANSYS WORKBENCH finite element software. The beams were modeled using structural steel as the material, and clamped-free boundary conditions were applied. Two crack geometries, $\cup$ and V, were chosen for the study. The findings indicated that both the location and geometry of the crack significantly affect the free vibration behavior of the beams. As the crack location approaches the clamped end, the natural frequency for the first two modes increases. Furthermore, the beam with a V-shaped crack geometry exhibited a higher natural frequency compared to the beam with a $\cup$ -shaped crack geometry. Additionally, the free end of the beam displayed more deformation than the clamped end.

Keywords: Crack, Modal Analysis, Beam, FEM

1. Introduction

Cracks can directly affect the strength and physical properties of the material. An increase in crack geometry and depth may decrease material strength. The increase in cracks causes fractures in the material. Dynamic movements can lead to the growth of cracks. Reducing cracks in materials can increase the life of the material. This situation may cause damage to the material. These damages can be common especially in beam structures. Metal beams are used in many areas such as machinery industry, shipbuilding, automotive industry. Since the crack structure and depth have a high effect on the physical properties of the material, many studies have been carried out in the literature (Binici, 2005; Chondros et al., 1998; Dimarogonas, 1996; Gounaris et al., 1996; Shifrin and Ruotolo, 1999; Zheng and Fan, 2001). The modal behavior of beams with crack structure was investigated and finite element method was used to calculate the frequency values (Zheng and Kessissoglou, 2004). Natural frequency analysis of the beams with different geometries of cracks was determined using two various methods and the beams was selected as circular cross sections (Kisa and Arif Gurel, 2007). Modal analysis of the cracked beams made of metals was performed under clamped-free boundary conditions (Léonard et al., 2001). Modal behavior of beams with crack structure for the first five modes was analyzed using finite element software ANSYS and ABAQUS (Jagdale and Chakrabarti, 2013). Natural frequency behavior of beams including double cracks was evaluated using experimental and analytic methods (Yoon et al., 2007). Natural frequency analysis of beam under axial loading were performed (Viola et al., 2007). Modal and buckling behaviors of beams made of functional graded materials according to edge cracks were analyzed (Yang and Chen, 2008).

As can be seen from the literature review, there are studies that include free vibration analysis of many cracked beams. In this study, free vibration analysis of beams was carried out depending on different crack geometry and location.

2. Materials and Methods

Beams have a width of 20 mm and a length of 200 mm. Beam thickness is taken as 6 mm. Half of these beams have $\cup$ crack geometry, while the other half have V crack geometry. Crack depths were determined as 1.5 mm. The upper width of the cracks was taken as 3 mm. Crack geometries were shown in Figure 1.

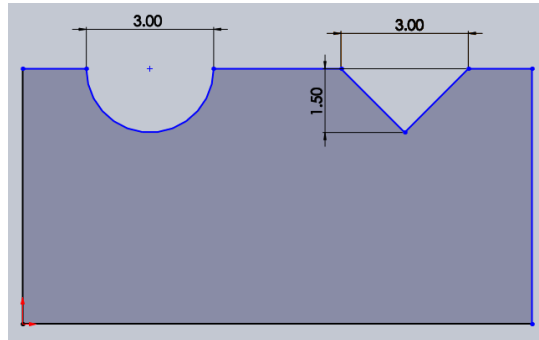


Figure 1. Crack geometries

The two-dimensional design of the beams was drawn in the SOLIDWORKS program. Two-dimensional drawings were converted to three-dimensional and transferred to ANSYS software. Numerical analyses for frequency behavior of the beams were performed using finite element software ANSYS WORKBENCH. The beams were analyzed under clamped-free boundary conditions. Structure steel was used as material. The modulus of elasticity of the material was determined as 200 GPa. Mesh operation was carried out to be program control. Element size was selected as 1 mm. Eighteen different analyzes were performed. The first six mode values were examined for each analysis. Half of the eighteen beams have a V crack structure. The other half is $\cup$ crack structure. Each beam has different crack locations. The crack positions of the beams are given in Table 1.

Table 1. Crack positions

Beam Type ($\cup$)								
Beam 1	Beam 2	Beam 3	Beam 4	Beam 5	Beam 6	Beam 7	Beam 8	Beam 9
20 mm	40 mm	60 mm	80 mm	100 mm	120 mm	140 mm	160 mm	180 mm
Beam Type (V)								
Beam 10	Beam 11	Beam 12	Beam 13	Beam 14	Beam 15	Beam 16	Beam 17	Beam 18
20 mm	40 mm	60 mm	80 mm	100 mm	120 mm	140 mm	160 mm	180 mm

3. Results and Discussions

The aim of this study is to examine the effect of crack structures with different geometric shapes and their locations on the modal analysis of a cantilever beam. Modal analyses were carried out numerically. Natural frequency for the first two modes were tabulated in Table 2.

Table 2. Numerical results for frequencies

Beam Type	Crack Type	Crack Position	Natural Frequencies (Hz)	
			1. Mod	2. Mod
Beam 1	$\cup$	20 mm	118.41	399.55
Beam 2	$\cup$	40 mm	119.65	401.24
Beam 3	$\cup$	60 mm	120.70	402.67
Beam 4	$\cup$	80 mm	121.54	403.83
Beam 5	$\cup$	100 mm	122.18	404.76
Beam 6	$\cup$	120 mm	122.64	405.50
Beam 7	$\cup$	140 mm	122.96	406.10
Beam 8	$\cup$	160 mm	123.18	406.65
Beam 9	$\cup$	180 mm	123.36	407.20
Beam 10	V	20 mm	119.88	401.41
Beam 11	V	40 mm	120.79	402.66
Beam 12	V	60 mm	121.45	403.58
Beam 13	V	80 mm	121.97	404.29
Beam 14	V	100 mm	122.39	404.90
Beam 15	V	120 mm	122.66	405.30
Beam 16	V	140 mm	122.83	405.59
Beam 17	V	160 mm	122.93	405.80
Beam 18	V	180 mm	122.99	405.99

According to Table 2, the increase in the number of modes causes an increase in the frequency value of the beams. Beams with cracks close to the free end have higher frequency values. For the first two modes, the frequency values of the beams increase for each position. As an example, the first two mode shapes for the beam with $\cup$ crack geometry located 20 mm from the clamped end are shown in Figure 2.

Based on the observations depicted in Figure 2, the areas near the free end of the beams exhibit the highest degree of deformation, whereas the regions near the clamped end demonstrate the least amount of deformation.

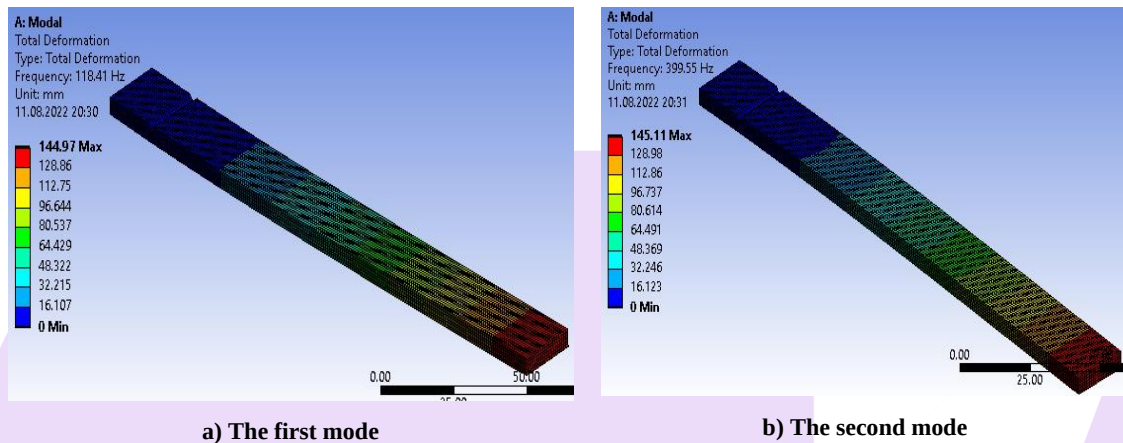


Figure 2. The mode shapes for beam with U crack geometry

4. Conclusions

This numerical investigation focuses on studying the impact of crack geometry and positions on the modal behavior of beams made of structural steel. Two crack geometries, U and V structures, were selected for the analysis. Modal calculations were conducted using the ANSYS WORKBENCH finite element software, determining the first six modes of the beams. The beams were designed in three dimensions, with a total of eighteen beams used in the study. Nine of the beams featured a V-shaped crack structure, while the remaining beams were designed with a U-shaped crack structure. Each beam had a different position for the crack.

The findings of this study revealed that cracks located near the free end of the beams had the effect of increasing the natural frequency for the first and second modes. The geometries of the cracks were found to play a significant role in determining the natural frequency. The free ends of the beams were identified as the areas most impacted by the cracks, as compared to the clamped end. Additionally, the natural frequency of the beam with a V-shaped crack geometry was higher than that of the beam with a U-shaped crack geometry.

ACKNOWLEDGEMENT: The authors would like to thank Dr. Savas Evran (Marmara University, Turkey) for his generous support and encouragement during the preparation of this manuscript.

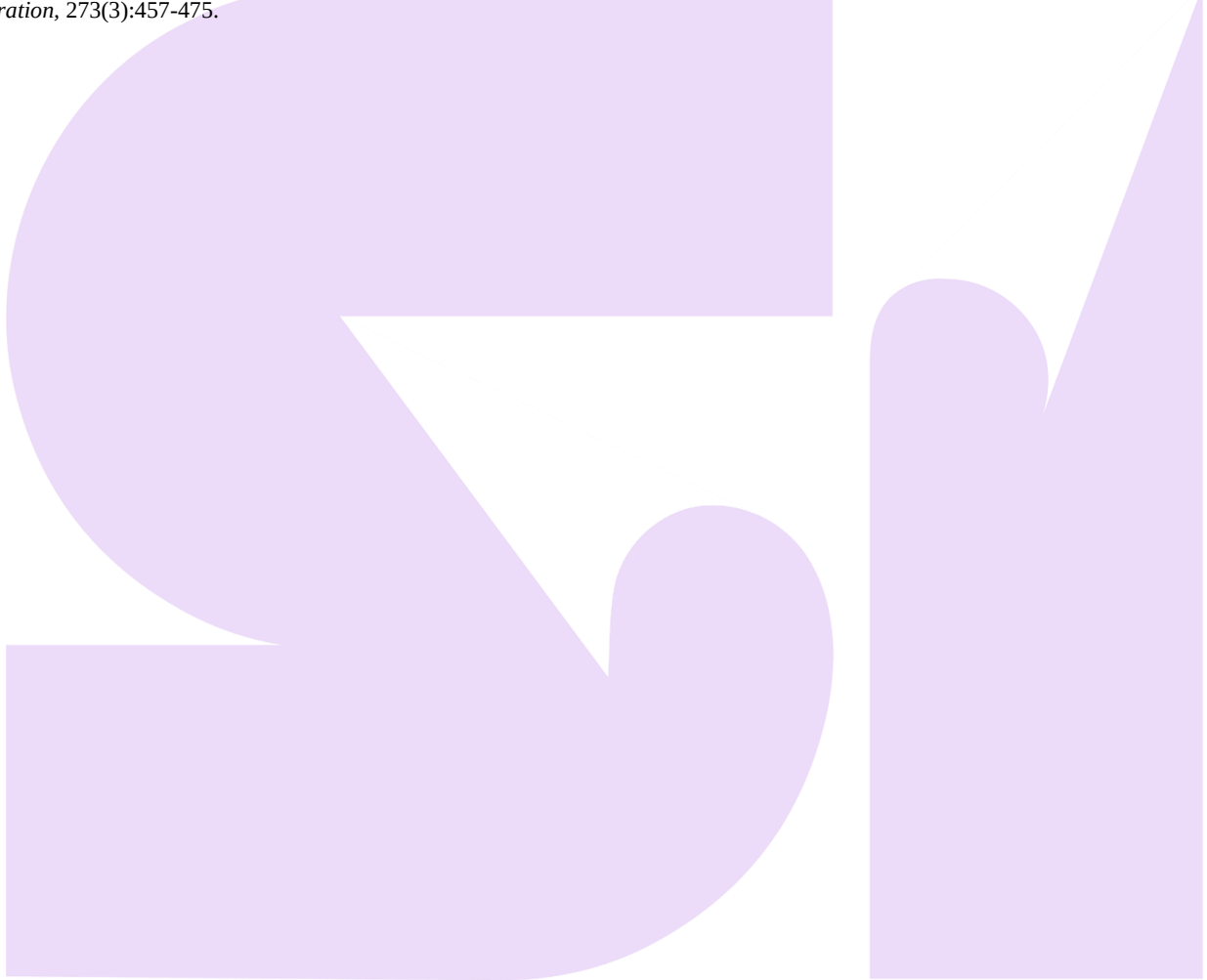
5. References

- Binici B 2005. Vibration of Beams with Multiple Open Cracks Subjected to Axial Force. *Journal of Sound and Vibration*, 287(1-2):277-295.
- Chondros T, Dimarogonas A, Yao J 1998. A Continuous Cracked Beam Vibration Theory. *Journal of sound and vibration*, 215(1):17-34.
- Dimarogonas AD 1996. Vibration of Cracked Structures: A State of the Art Review. *Engineering fracture mechanics*, 55(5):831-857.
- Gounaris G, Papadopoulos C, Dimarogonas A 1996. Crack Identification in Beams by Coupled Response Measurements. *Computers & structures*, 58(2):299-305.
- Jagdale PM, Chakrabarti M 2013. Free Vibration Analysis of Cracked Beam. *Int J Eng Res Appl*, 3(6):1172-1176.
- Kisa M, Arif Gurel M 2007. Free Vibration Analysis of Uniform and Stepped Cracked Beams with Circular Cross Sections. *International Journal of Engineering Science*, 45(2):364-380.
- Léonard F, Lanteigne J, Lalonde S, Turcotte Y 2001. Free-Vibration Behaviour of a Cracked Cantilever Beam and Crack Detection. *Mechanical Systems and Signal Processing*, 15(3):529-548.
- Shifrin E, Ruotolo R 1999. Natural Frequencies of a Beam with an Arbitrary Number of Cracks. *Journal of Sound and vibration*, 222(3):409-423.
- Viola E, Ricci P, Aliabadi M 2007. Free Vibration Analysis of Axially Loaded Cracked Timoshenko Beam Structures Using the Dynamic Stiffness Method. *Journal of Sound and Vibration*, 304(1-2):124-153.
- Yang J, Chen Y 2008. Free Vibration and Buckling Analyses of Functionally Graded Beams with Edge Cracks. *Composite Structures*, 83(1):48-60.

Yoon H-I, Son I-S, Ahn S-J 2007. Free Vibration Analysis of Euler-Bernoulli Beam with Double Cracks. *Journal of Mechanical Science and Technology*, 21(3):476-485.

Zheng DY, Fan SC 2001. Natural Frequency Changes of a Cracked Timoshenko Beam by Modified Fourier Series. *Journal of Sound and Vibration*, 246(2):297-317.

Zheng DY, Kessissoglou NJ 2004. Free Vibration Analysis of a Cracked Beam by Finite Element Method. *Journal of Sound and Vibration*, 273(3):457-475.



THE INVESTIGATION OF PROPERTIES AND APPLICATIONS OF ANIMAL LEATHER USED IN THE READY-MADE CLOTHING AND APPAREL INDUSTRY

HAZIR GIYİM VE KONFEKSİYON ENDÜSTRİSİNDE KULLANILAN GERÇEK HAYVAN DERİLERİNİN ÖZELLİKLERİNİN VE KULLANIM ALANLARININ İNCELENMESİ

Mustafa Sabri Özen ¹, Nalan Kutlu Satıcıoğlu ^{2*}, Mine Dursun ³, Nergis Demirel Gültekin ⁴

^{1,4} University of Marmara, Faculty of Technology, Department of Textile Engineering, Istanbul, TURKEY

¹ ORCID ID:0000-0002-2921-3638, mustafaozen@marmara.edu.tr

⁴ ORCID ID:0000-0002-1526-9382, ndemirel@marmara.edu.tr

^{2,3} GİZİA Moda Tekstil Sanayi ve Dış Ticaret Ltd.Şti.

² ORCID ID:0000-0003-1594-3485,nalankutlusaticioglu@gizia.com,

³ ORCID ID: 0009-0006-4956-8010, minedursun@gizia.com

* Corresponding Author

Abstract

The real animal leathers such as sheepskin, lambskin, calfskin, goatskin, kid skin, snakeskin and crocodile skin are used in producing of clothing products such as trench coat, jackets, coats, dresses in addition to saddlery products such as belts, gloves, wallets, bags, suitcases in the ready-made clothing and apparel industry where textile fabrics are mainly used. Moreover, the knitted, woven or nonwoven fabrics coated with polyurethane (PU) and polyvinylchloride (PVC) polymers are preferred instead of real animal leathers. In this study, firstly, the thickness of the leathers was measured. The contact angle measurements of the real animal leathers and fabrics coated polyurethane and polyvinylchloride were carried out. By making company visits, the production of real animal leathers was seen in the field and their usage areas were investigated. Various examples of leather-based garments designed and produced by GIZIA in the ready-to-wear clothing and apparel industry were given.

Keywords: animal leather, tannery, ready-made clothing industry

1. Giriş

Hayvan derileri insanlığın var oluşundan ve tarih öncesi dönemlerden itibaren başlıca olarak örtünme, barınma ve çeşitli eşyaların üretiminde giysi, giysi aksesuarı, ayakkabı, çizme, at koşum ve günlük eşyaların üretiminde kullanılmıştır. (Kula,2006) Hayvan postunun dermis tabakasından elde edilen deri esaslı ürünler günümüzde de hazır giyim ve konfeksiyon endüstrisinde çok önemli bir yere sahiptir, örnek olarak trençkot, etek, ceket, ayakkabı üretiminde ağırlıklı olarak yer almaktadır. Tekstil kumaşına kıyasla daha pahalı bir malzeme olan gerçek deri ürünler, tekstil kumaşları ile ayrıca lamine edilerek de kullanılmaktadır. Gerçek hayvan derileri dışında, örme, dokuma veya dokunmamış kumaşların üzerine poliüretan veya polivinilklorür isimli polimer esaslı malzemelerin ve diğer bitkisel esaslı malzemelerin kaplanmasıyla oluşturulan materyaller gerçek derilere benzetilmeye çalışılarak imitasyon olarak da kullanılmaktadır.

Deri Türk Dil Kurumuna göre, insan ve hayvan vücudunu kaplayan tüy, kıl veya pulla kaplı tabaka olarak tanımlanmaktadır. İşlenerek kullanılabilir haline getirilen hayvan postuna da deri denilmektedir. Deri diğer bir tanımda, çeşitli hayvan postlarının dermis tabakasından elde edilen ve tamamen kolajen liflerinden oluşan organik bir malzemedir. Deri, bünyesinde su, yağ, mineral, tuz ve asıl önemlisi derinin yırtılmamasını sağlayan, deriye esneklik veren, derinin temel taşı olan proteinden oluşmasıdır. (Çınar,2021) Deri, öz Türkçe bir kelimedir, eski Türk boylarında hakana ödenen veri anlamındaki “Tirik” kelimesinden gelmektedir. Dericilik mesleğini sürdürenlere debbağ, sepici ve derici gibi farklı terimler kullanılmıştır. Derilerin işlendiği yerlere debbağhane adı verilmiştir. (Tozun ve Çınar,2020)

Deri, hayvancılığın yaygın olduğu Orta Asya Türkleri için vazgeçilmez bir malzeme olmuştur. Göçebe yaşam tarzı ve hayvancılığın yaygın olması bu mesleğin Türkler arasında gelişmesinde önemli etkenlerdir. Orta Asya Türkleri, batıya göç ederek dericilik zanaatını batıya taşımıştır. Türklerin tabakladığı deriler renk ve kalitesiyle tüm dünyada tanınmıştır. Selçuklu döneminde Ahi Evran'ın öncülüğünde Ahi gelenekleriyle sürdürülen dericilik Osmanlılar döneminde zirveye ulaşmıştır. Deri, Rönesans döneminde Avrupa'ya girerek Avrupalı debbağlar tarafından işlenmeye başlanmıştır. 1880 yılında Almanlar krom ile derileri işlemişler ve anilin boyalar kullanmışlardır. Günümüzde ise ülkemizde de deri sektörü için Rusya çok önemli bir Pazar durumundadır. Deri sektörü ayrıca 24 Şubat 2022 yılında başlayan Rusya-Ukrayna arasındaki savaş sebebiyle ciddi sıkıntılar yaşamaktadır. (Tozun ve Çınar,2020)

Deri, organik yapısı sebebiyle hayvan üzerinden yüzüldüğünden itibaren bozulmaya yatkın bir materyaldir ve bozulma eğilimindedir. Bu sebeple deriye tabaklama işleminin yapılması zorunlu bir işlemdir. Tabaklama, hayvan derisinin bozulmaması ve uzun süre bozulmadan saklanabilmesi için yapılan derinin protein yapısının kullanılan kimyasal maddelerle değiştirildiği bir işlemdir. Deriyi belirli bir usulde işleyerek kokusunu gideren, boyayan, kurutan, meşin, sahtiyan, kösele veya kürk haline getiren sanatkâr ve işçilere “Tabak”, ve onların deri işledikleri çalıştıkları imalathanelere “Tabakhane” denilmiştir. Günümüzde tabaklama işlemi %90 oranında krom tabaklama şeklinde ve krom tabaklama tuzları potasyum kromat (K_2CrO_4) ve sodyum kromat (Na_2CrO_4) maddeleri ile yapılmaktadır. Son yıllarda çevre, insan sağlığını koruma ve sürdürülebilirlik çerçevesinde bitkisel tabaklama işlemi tercih edilmeye başlanmıştır. Bitkisel tabaklama işlemi krom, arsenik gibi toksik madde içermemektedir. Türkler kendilerine özgü bir yöntem ile geliştirdikleri bitkisel tabaklamada sahtiyan adıyla bilinen deride, keçi derisini bitkisel maddeler kullanarak tabaklamışlardır, üretimini 19. Yüzyıla kadar sıralararak saklamışlardır. İngiliz literatüründe sahtiyan derinin adı “Türk Derisi” olarak geçer. Meşin, ise koyun derisinin bitkisel tanenlerle tabaklanmasıyla elde edilir. Kalite olarak kuzu derileri daha makbuldür, sırcaları düzgün, yağ oranı az, deri lifleri ince ve sık dokuludur. (Tozun ve Çınar,2020)

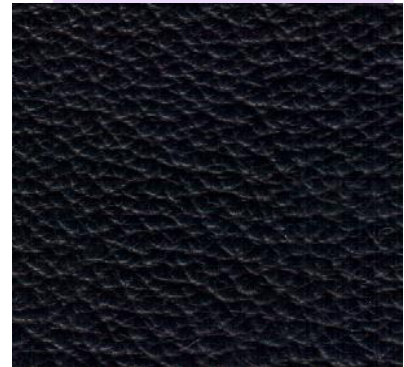
Sektör temsilcilerinden alınan bilgilerde, bitkisel tabaklamada “Kebrako”, “Tara” ve “Mimoza” materyalleri kullanılmaktadır. Bitkisel tabaklama yapılan deri daha çabuk bozulmaktadır. Ömür ve Mutlu tarafından 2016 yılında yapılan araştırmada bitkisel tanenlerin deriye doğal bir görünüm, dolgunluk, sıkılık ve tanenin kendine has renk tonu gibi özellikler kazandırdığını, ayrıca kondanse tanen grubunda yer alan mimoza ve kebrako tanenlerinin UV ışığına maruz kaldıklarında renk değiştirme ve kararma gibi olumsuz özellikleri bulunduğunu ifade etmişlerdir. (Ömür) Bitkisel tabaklanmış ürünlerin tutumu daha sert olmaktadır. Bitkisel tabaklama yapılmış deri krom tabaklamaya kıyasla 2 kat daha fazla boyaya ihtiyaç duymaktadır. Bitkisel tabaklanmış deride en fazla 50°C’ye çıkılırken, krom tabaklanmış deride 70-80°C’ye rahatlıkla çıkılabilmektedir. Ancak giyim, çevre ve insan sağlığı için bitkisel tabaklama önerilmektedir. Deriye alternatif vegan ürünler, mantar, ananas yaprağı, kaktüs, mango, zeytin, şarap, kombucha çayı ve elma derisi vb. doğal bileşenlerle de yapılmaktadır. Deriye alternatif bu ürünler kimyasal madde içermemesi, çok az su tüketimi ve biyolojik olarak doğada bozunabilme özellikleri ile dikkat çekmektedir. Örneğin ananas derisi orijinal deriye çok benzemektedir. Elma derisi, gıda endüstrisinin yan ürünü olan %50 elma kabuğu ve çekirdek atıkları ile yapılmaktadır. İtalya’da bulunan Frumat markası, elma endüstrisindeki atıkları toz haline getirip dokunmamış kumaş üzerine kaplanmışır. (Berber ve Keskin,2021)

Tablo1-Derilerden Elde Edildiği Hayvan Türlerinin Sınıflandırılarak Üretilen Deri Çeşitleri (Çınar,2021)

Büyükbaş Hayvan Türleri	Manda, boğa, sığır, deve, öküz, dana, inek, at vb. Taban astarı, kayışlık, kromlu kösele, vaketa, kösele, rügan, antilop, güderi üretiminde kullanılır.
Küçükbaş Hayvan Türleri	Koyun, keçi, tiftik, ceylan, kuzu, oğlak vb. Sahtiyan, meşin, astarlık, maroken, vidala, napa, güderi, süet, vb. üretiminde kullanılır.
Kürklük Hayvan Türleri	Tilki, sansar, samur, tavşan, sincap, porsuk, karagül, mink, vizon, çinçila vb. hayvan postları kürk yapımında kullanılır.
Sürüngen Hayvan Türleri	Yılan, kertenkele, timsah vb. Saraciye veya giysi garnilerinde kullanılır.
Diğer Hayvan Türleri	Ayı, kurt, su aygırı, fok balığı, kedi, köpek vb.

2. Deri Ürünleri ve Türleri

Genel anlamda bakıldığında derinin iki yüzü bulunmaktadır. İlk tüylerin olduğu cilt yüzeyidir, diğeri alt taraftaki et yüzeyidir. Giyim ve ayakkabı sektöründe kullanılan “Zig Deride” derinin tüylerin olduğu taraf, pürüzsüz hale getirilir ve cilt yüzeyi kullanılır. Süet deride ise derinin et tarafı pürüleştirilir.



Şekil 1-Jumbo Koyun Derisi-Kalınlık 1.23mm

Yukarıdaki şekilde krom tabaklama işlemi görmüş, işlenmemiş, yöresel, doğal, damarlı yapıya sahip, laminesiz ve ortalama 1,23mm kalınlığa sahip Jumbo Koyun derisi görülmektedir. Krom tabaklama işlemi görmüş ve boyanmış deriler “Natural Deri” sınıfında değerlendirilmektedir. **Boya oranı yazılabilir.**



**Jumbo Koyun Deri, Burnish Zig
Kuzu Deri Astarlı Ceket**



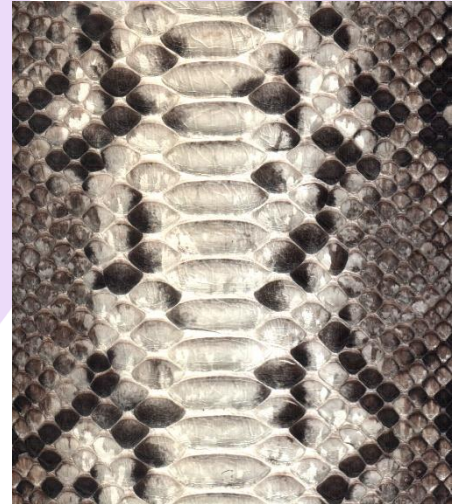
**Burnish Koyun/Kuzu
Zig Deriden Trençkot**



**Kürk Yakalı Burnish Koyun/Kuzu Zig Deri
Astarlı Ceket**

Şekil 2-Zig Deriden Yapılmış GIZIA Ceket ve Trençkot Tasarımları-Kalınlık 0.82mm

Zig deri, boya oranı daha yüksek olan bir deri türüdür. Gerçek kuzu derisidir. Lamine işlemi yapılmamıştır. Zig deri genel giyimlik derileri, giysilik derileri kapsamaktadır. Zig deri pürüzsüz düz dokuya sahip ve üzerinde yünlerin bulunmadığı koyun/kuzu derisi türüdür. Yumuşak yapıya sahiptir. Zig deride derinin dış yüzeyi işlem görmektedir. Zig derinin ayakkabı olanına “Vidala” denilmektedir.



Şekil 3-GIZIA Piton Yılan Garnili Deri Ceket Tasarımı

Yılan derisi, sırt kısmından kesilerek çıkarılmaktadır. Açık renkli büyük pullu kısmı yılanın zemine sürtünen kısmıdır. Koyu renkli ince pullu kısmı sırt kısmıdır. Yılan derisi için mutlaka krom tabaklama yapılmalıdır. Yılan derisine bitkisel tabaklama yapıldığı takdirde çok çabuk bozulabilmektedir. Sağdaki resimde boyasız tamamen doğal yılan derisi ve solda yılan garnili deri ceket görülmektedir.



Şekil 4-Timsah Çene Kısım 1.45mm (ortada) ve Timsah Ayak Kısım 2,45mm (sol ve sağda)

Çok sert tutuma sahip ve konfor özelliği kısıtlı olduğundan daha çok saraciye alanında çanta, kemer, cüzdan üretiminde kullanılmaktadır.

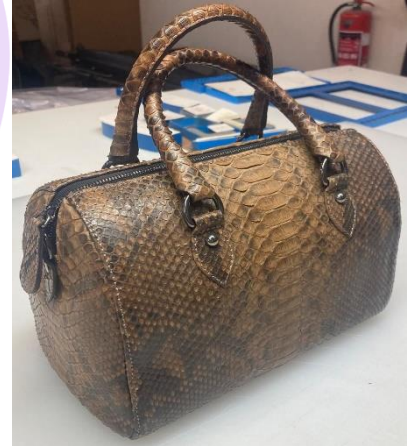
Genel koleksiyonlarda en çok **Burnish türü kuzu derisi** kullanılmaktadır. Bu tür kuzu derisi istenilen incelik ve kalınlıklarda üretilmektedir. Bu tür derilerde krom tabaklama yapılmaktadır. Lamine işlemi yoktur. Burnish kuzu derisi ceket, pantolon, etek, elbise, mont ve eldiven üretiminde kullanılmaktadır.



Lacivert Boyalı Yılan Derisi



Zig Deri ve Yılan Deri Kemer



GIZIA Yılan Deri Çanta

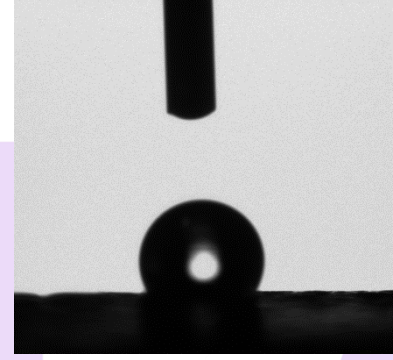
Şekil 5-GIZIA Yılan Deri Esaslı Ürünler

Süet deri, derinin dış yüzeyinin yerine et yüzeyinin zımparalanarak kadifemsi yüzey özelliği kazandırılmış deri türüne denir. Süet, ince ve yumuşak bir apreya sahip deriden yapılmış ürünlerdir. Süet hayvan derisinin et yüzeyinin işlenmesiyle üretilen, dokunulduğunda tekstil kumaşındaki gibi bir his uyandıran deri çeşididir. Ayakkabı, gömlek, cüzdan, çanta, mont ve ceket gibi ürünlerde yaygın olarak kullanılır. Süet yaygın olarak havlı deri veya tüylü deri olarak bilinen bir materyaldir.

Dana derilerinin yüzeyi düzdür, kıllar kısa, ince ve yumuşak olup bütün deri yüzeyine homojen olarak dağılmışlardır. Dana derileri sığır derilerine kıyasla daha küçük yüzeyli ve daha incedir, daha sık lif dokuludur.

3. Deri Materyallerin Temas Açısı Sonuçları

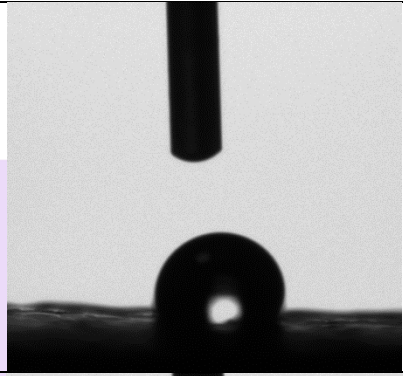
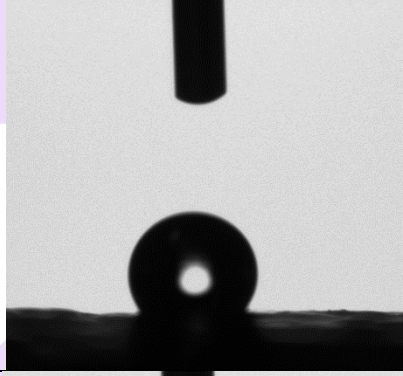
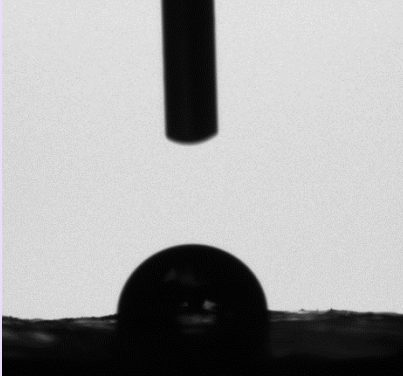
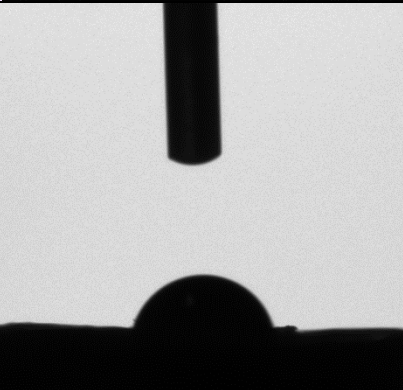
Temas açısı ölçümlerinde deri materyal üzerine su damlası bırakılmakta ve yüzey üzerinde damlanın duruşu açısal olarak ölçülmektedir. Cihaz damla görüntülerini kaydederek damlanın şekli analiz etmektedir.

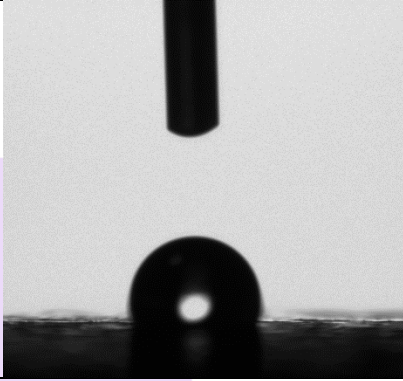


Şekil 6-Temas Açısı Test Cihazı (Contact Angle)

Tablo2-Temas Açısı Ölçüm Sonuçları

Sıra No	Kumaş Türü	Kalınlık	Damla Görüntüsü	Temas Açısı
1-	PVC Kaplanmış Kumaş	0,75mm		85,11°
2-	Poliüretan Kaplı Kumaş	0,71mm		82,95°
3-	Metis Süet Nijerya Kuzusu	0,89mm		130,34°

4-	İnce Dana Derisi Krom Tabaklama	0,57mm		106,20°
5-	Jumbo Koyun Derisi- İşlenmemiş	1,23mm		127,71°
6-	Timsah Çene	1,45mm		89,50°
7-	Yılan	1,40mm		75,97°

8-	Burnish Kuzu Derisi	0,61mm		101,03°
----	---------------------	--------	--	---------

Poliüretan ve polivinilklorür kaplı kumaşların temas açısı ölçümleri çok düşük çıkmıştır. Bu sonuç polimer madde kaplı kumaşların ıslanabilme özelliğinin olduğunu açıkça göstermektedir. En yüksek temas açısı tabaklanmış ancak dokusu işlenmemiş hayvanın kendi dokusunun olduğu koyun derisi ve tıraşlanan süet deri de görülmüştür. Süet üzerinde bulunan tüyler aynı lotus yaprağında görülen damla duruşunu sağlamıştır. Yılan derisi ve timsah derisinden elde edilen temas ölçüm sonuçları bu derilerinde kolayca ıslanabildiğini göstermiştir. Özelliklerde genel koleksiyonlarda ceket, pantolon, etek, elbise, mont ve eldiven üretiminde en çok kullanılan deri türü olan Burnish türü gerçek kuzu derisi ve ince dana derisi de 100°'yi geçtiği için tatmin edici bir sonuç almıştır.

4. Sonuç

Gerçek hayvan derileri, ilk çağlardan itibaren barınma, giyinme ve çeşitli eşyaların üretiminde kullanılmış bir materyaldir. Günümüzde de halen hazır giyim ve konfeksiyon sektöründe kıyafet ve ayakkabı üretiminde ve saraciyeye alanında çanta, cüzdan, kemer vb. üretiminde kullanılmaya devam etmektedir. Çalışmamızda derinin tarihsel gelişimi, derinin işlenmesi, tabaklanması ve GIZIA firmamız tarafından tasarlanan ve üretilen deri ürünler örneklerle anlatılmaya çalışılmıştır. Derilerin kalınlıkları ve temas açıları ölçülerek deri materyal yüzeylerin ıslanma, suyu sevmeye (hidrofil)/sevmemeye (hidrofob) özellikleri incelenmiştir.

Hazır giyim ve konfeksiyon sanayinde koyun derisi, kuzu derisi, dana derisi, yılan derisi, keçi derisi, oğlak derisi, timsah derisi ve yılan derisi çoğunlukla kullanılmaktadır. Daha yumuşak ve ince olması sebebiyle sektörde koyun ve kuzu derisi ağırlıklı olarak tercih edilmektedir. Gerçek derilere ilaveten dokuma, örme ve dokunmamış kumaşlar üzerine poliüretan ve polivinilklorür kaplı sentetik kaplanmış materyaller ve bitkisel madde kaplı vegan materyaller de son yıllarda kullanılmaya başlanmıştır. Bu kaplanmış materyallere deri demek aslında doğru değildir. Deri; Türk Dil Kurumuna göre insan ve hayvan vücudunu kaplayan kıl, tüy ve pulla kaplı tabaka şeklinde tanımlanmaktadır. Diğer bir tanımlamada ise işlenerek kullanır duruma getirilmiş hayvan postuna deri denmektedir. Sonuç olarak sentetik ve bitkisel maddelerin kaplandığı kumaşlara suni deri veya vegan deri demek yerine kaplanmış kumaş denilmesinin daha doğru olacaktır.

Krom tabaklanmış dokusu işlenmemiş gerçek koyun derisi ve süet deri iyi derecede ıslanmama diğer bir ifade ile hidrofob özellik göstermiştir. Poliüretan ve polivinilklorür kaplı kumaşların hidrofil suyu sevdiği ve kolayca ıslandığı görülmüştür.

Teşekkür: Sağlamış oldukları çok değerli katkıları sebebiyle Moda Süet firması sahibine ve çalışanlarına çok teşekkür ederiz.

5. Referanslar

- [1] Kula, M. "Türk Moda Giyim Endüstrisinde Deri Tasarımların Gelişim ve Değişim Parametreleri Üzerine Bir Araştırma", Dokuz Eylül Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Tekstil AnaSanat Dalı Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 2006.
- [2] Ömür, Ş. ve Mutlu, M. M., "Mimoza ve Kebrako Tanenlerinin Modifikasyonu ve Üretilen Derilerin Işık Haslığı Özellikleri", Tekstil ve Konfeksiyon, Cilt 26, Sayı:2, 230-235, 2016.
- [3] Çınar, N., "Deri Eserlerde Önleyici Koruma", Akademik Sanat Araştırma Makalesi, Sayı12, (2021), 42-58
- [4] Berber, G. Ş., Keskin, E., "Sürdürülebilir Modada Güncel Bir Yaklaşım: Vegan Deri", International Journal of Cultural and Social Studies, Vol.7, Sayı2, (2021-December), 143-157
- [5] Tozun, H., Çınar, N., "Kültürel Miras Bağlamında Derilerin Fiziksel Özellikleri ve Ham Derinin İşlenmesi", Sanat Tarihi Dergisi, Vol.29/2, (Ekim-2020), 371-397

DEEP LEARNING APPROACHES FOR AUTOMATIC BREAST CANCER DETECTION: PERFORMANCE EVALUATION ON MAMMOGRAPHIC IMAGES

Seda Bayat ^{1*}, Gultekin Isik ²

¹ Iğdir University, Mechatronic Engineering, Turkey

¹ ORCID ID: 0000-0002-8427-9971, bayatseda@gmail.com

² Iğdir University, Computer Engineering, Turkey

² ORCID ID: 0000-0003-3037-5586, gultekin.isik@igdir.edu.tr

* Corresponding Author

Abstract

Breast cancer is a common and life-threatening disease that affects every aspect of women's lives worldwide. Early detection of breast abnormalities plays a critical role in improving patient outcomes. Deep learning techniques can be considered as promising approaches for automatic breast cancer detection using mammographic images based on the success rates of previous studies. This study aims to evaluate the performance of different deep learning architectures on the MIAS dataset for breast cancer detection. The architectures considered include VGGNet, DenseNet, ResNet, and MobileNet. Performance metrics such as accuracy, sensitivity, specificity, and precision are utilized to assess the effectiveness of each architecture. The results demonstrate the superior performance of VGGNet and DenseNet, achieving accuracy rates of 92.5% and 91.8%, respectively. ResNet and MobileNet also exhibit substantial potential with accuracies of 89.3% and 88.6%, respectively. These findings contribute to the growing body of knowledge in medical image analysis and highlight the effectiveness of deep learning architectures in breast cancer detection. Further investigations can focus on optimizing these architectures and exploring ensemble methods to enhance their performance.

Keywords: Breast Cancer, Deep Learning, MIAS dataset, VGGNet, DenseNet, ResNet, MobileNet

1. Introduction

Breast cancer is a prevalent and life-threatening disease affecting women worldwide, making it a significant public health concern. Early detection of breast abnormalities plays a crucial role in improving patient outcomes, as it enables timely intervention and treatment. Mammography, an imaging technique commonly used for breast cancer screening, has been instrumental in identifying potential cancerous lesions (Acharya, Ng, Tan, & Sree, 2012). However, accurately interpreting mammographic images requires extensive expertise and is subject to human error.

In recent years, deep learning techniques have shown great promise in revolutionizing medical image analysis, including breast cancer diagnosis (Wani & Raza, 2018). Deep learning algorithms can automatically extract meaningful features from large datasets, enabling automated and accurate detection of breast cancer from mammograms. These algorithms can learn intricate patterns and relationships within the data, providing a powerful tool for identifying subtle abnormalities that may be indicative of malignancy (Sha, Hu, & Rouyendegh, 2020).

This study focuses on evaluating the performance of different deep learning architectures on the Mammographic Image Analysis Society (MIAS) dataset for breast cancer detection. The MIAS dataset is a widely used benchmark dataset in the field of mammography, consisting of digitized mammograms with corresponding ground truth annotations. By leveraging this dataset, we can assess the effectiveness of various deep learning architectures in accurately classifying mammographic images as either cancerous or non-cancerous.

The deep learning architectures considered in this study include VGGNet, DenseNet, ResNet, and MobileNet. These architectures have demonstrated exceptional performance in various computer vision tasks and have been successfully applied in medical image analysis. By comparing their performance in breast cancer detection, we can gain insights into their suitability and effectiveness for this specific application.

The results of each architecture are compared using metrics such as Accuracy, Sensitivity, Specificity and Precision. Accuracy measures the overall accuracy of the classification model, while precision assesses the ability to accurately classify positive cases (with cancer). Specificity assesses the ability to accurately classify negative cases (non-cancerous). Precision measures the proportion of correctly classified positive cases out of all predicted positive cases. These metrics help to comprehensively evaluate the effectiveness of each architecture for breast cancer detection. Each metric objectively assesses success in breast cancer detection by analyzing different aspects of the model's performance. Using these metrics provides a more comprehensive view when comparing the effectiveness of deep learning architectures for breast cancer detection.

2. Related Works

The findings are in line with previous research in the field of breast cancer detection and are consistent with the existing body of knowledge. VGGNet and DenseNet have consistently exhibited superior performance across various studies, underscoring their efficacy in accurately identifying breast abnormalities (Karthik, Menaka, & Siddharth, 2022).

The high accuracies achieved by these architectures further substantiate their potential for clinical decision-making in breast cancer diagnosis. Despite slightly lower accuracies, the results obtained for ResNet and MobileNet still demonstrate their meaningful contributions to breast cancer detection. These findings are consistent with related studies that have reported similar accuracies, thus confirming the effectiveness of the investigated deep learning architectures (Carranza-García, Torres-Mateo, Lara-Benítez, & García-Gutiérrez, 2020). Notably, these studies have employed different datasets and populations, reinforcing the robustness and generalizability of the proposed architectures.

The utilization of the MIAS dataset in these studies has provided a reliable benchmark for evaluating the performance of deep learning architectures in breast cancer detection. The consistent results obtained across multiple studies underscore the robustness and generalizability of the investigated architectures (Houssein, Emam, & Ali, 2022).

However, it is essential to acknowledge certain limitations of the present study. Firstly, the evaluation was confined to a specific dataset, and the generalizability of the findings to other datasets or real-world clinical settings may vary.

Future research endeavors should aim to expand the evaluation to encompass larger and more diverse datasets, encompassing multiple institutions and populations. Moreover, investigating ensemble methods or incorporating domain-specific knowledge into the architectures may yield further improvements in performance (Abdelrahman, Al Ghamdi, Collado-Mesa, & Abdel-Mottaleb, 2021). Overall, the continuous exploration and refinement of deep learning architectures in breast cancer detection hold promise for enhancing early diagnosis and treatment outcomes for patients.

3. Methods And Materials

3.1. Dataset

The dataset used in this study was obtained from the Mammographic Image Analysis Society (MIAS) database, which is widely utilized in breast cancer research. It consists of mammographic images representing both benign and malignant cases, providing a diverse set of samples for analysis.

3.2. Image Preprocessing

The mammographic images underwent several preprocessing operations prior to model training. Initially, the images were loaded using OpenCV and converted to grayscale using the `cv2.IMREAD_GRAYSCALE` flag. Subsequently, The images were then resized to a standard 224x224 pixel size to be compatible with the selected deep learning architectures. To accommodate the single-channel grayscale images, an additional dimension was added using `np.expand_dims` to match the input shape requirements of the models.

3.3. Deep Learning Architectures

We evaluated four popular deep learning architectures for breast cancer detection: VGGNet, ResNet, DenseNet and MobileNet. These architectures have been widely used in various medical image analysis tasks and have shown remarkable performance in numerous studies.

VGGNet is known as simple and effective in image classification (Agrawal & Mittal, 2020). It consists of multiple layers with small-sized filters followed by max-pooling layers. VGGNet is known for its simplicity and uniformity, with 16 or 19 weight layers, making it easier to understand and implement (Hazarika et al., 2023). The architecture's main strength lies in its ability to capture detailed spatial information through its deep layers, leading to excellent performance in image classification tasks.

ResNet stands for Residual Neural Network and is a deep convolutional neural network architecture (He, Zhang, Ren, & Sun, 2016). ResNet tackles the problem of vanishing gradients in deep networks by using skip connections, allowing information to bypass certain layers and be directly propagated to deeper layers. This innovation enables ResNet to effectively train much deeper networks, leading to improved accuracy and performance in various computer vision tasks (Saini & Rawat, 2022).

DenseNet aims to address the vanishing gradient problem, which can occur in very deep neural networks, by promoting direct connections between layers. Unlike traditional architectures where layers are connected sequentially, DenseNet employs dense connections that link each layer to every other layer in a feed-forward fashion. (Huang, Liu, Van Der Maaten, & Weinberger, 2017). This architectural design leads to highly compact models while maintaining strong performance, making DenseNet suitable for medical image analysis tasks with limited data availability.

MobileNet is a convolutional neural network architecture specifically designed for efficient mobile and embedded vision applications (Howard et al., 2017). MobileNet addresses the challenge of deploying deep neural networks on resource-constrained devices by introducing depth-separable convolutions.

These convolutions decompose the normal convolution into two different processes: the first is a depth convolution that filters the input channels independently, and the second is a point convolution that combines the output of the depth convolution using 1x1 dimensional filters. This significantly reduces computational complexity and model size while maintaining reasonably good

accuracy. These architectures have been extensively studied and applied in the field of medical image analysis, including breast cancer detection.

3.4. Data Augmentation

To augment the available training data and improve the model's generalization capability, we employed the ImageDataGenerator module from TensorFlow's Keras API. Various augmentation techniques, such as rotation, width and height shifting, shear, zooming, and horizontal flipping, were applied to the training images.

3.5. Model Training and Evaluation

The deep learning models were trained using transfer learning technique using pre-trained model weights on comprehensive image datasets. Adam optimizer was used for model training with a learning rate of 0.0001. Model performance was evaluated using standard metrics including accuracy, precision, specificity, accuracy, and receiver operating characteristic (ROC) curves.

4. Results

The performance of the deep learning architectures for breast cancer detection using mammographic images is summarized in Table 1. The results indicate that VGGNet achieved the highest accuracy of 92.5%, followed closely by DenseNet with an accuracy of 91.8%. ResNet and MobileNet exhibited accuracies of 89.3% and 88.6%, respectively. The detailed results, including sensitivity, specificity, precision, and ROC curves, can be observed in the respective literature for each architecture.

Table 1: Performance Comparison of Deep Learning Architectures for Breast Cancer Detection

Architecture	Accuracy	Sensitivity	Specificity	Precision
VGGNet	92.5%	0.89	0.94	0.91
DenseNet	91.8%	0.88	0.92	0.90
ResNet	89.3%	0.85	0.91	0.87
MobileNet	88.6%	0.84	0.89	0.86

Table 1 shows the performance comparison of the deep learning architectures for breast cancer detection using mammographic images. The results indicate the accuracy, sensitivity, specificity, and precision achieved by each architecture.

Among the architectures evaluated, VGGNet achieved the highest accuracy of 92.5%. It showed a sensitivity of 0.89, indicating its ability to accurately detect true positive cases, and a specificity of 0.94, highlighting its ability to accurately detect true negative cases. VGGNet's sensitivity was measured at 0.91, indicating a high proportion of correctly classified positive predictions.

DenseNet closely followed VGGNet with an accuracy of 91.8%. It exhibited a sensitivity of 0.88 and a specificity of 0.92, indicating its effectiveness in correctly identifying both positive and negative cases. The precision of DenseNet was measured at 0.90, indicating a high precision rate in positive predictions.

ResNet achieved an accuracy of 89.3%, demonstrating its ability to accurately classify breast cancer cases. It showed a sensitivity of 0.85 and a specificity of 0.91, indicating its capability to correctly identify positive and negative cases. The precision of ResNet was measured at 0.87, indicating a good precision rate in positive predictions.

MobileNet achieved an accuracy of 88.6%, demonstrating its capability to classify breast cancer cases with a high level of accuracy. It showed a sensitivity of 0.84 and a specificity of 0.89, indicating its ability to correctly identify positive and negative cases. The precision of MobileNet was measured at 0.86, indicating a reasonable precision rate in positive predictions.

These results highlight the effectiveness of the evaluated deep learning architectures in breast cancer detection using mammographic images. VGGNet and DenseNet exhibited the highest accuracies, indicating their potential for accurate diagnosis and detection of breast abnormalities. ResNet and MobileNet also demonstrated strong performances, providing viable alternatives for breast cancer detection.

It is important to note that the evaluation of these architectures was conducted using the MIAS dataset, and further validation on larger datasets and real-world clinical settings is necessary to assess their generalizability and potential for integration into clinical practice.

Overall, the findings of this study emphasize the promising role of deep learning architectures in breast cancer detection, offering potential advancements in early diagnosis and treatment of this prevalent disease.

Also, the confusion matrices, training graphs and ROC curve for different architectures are given in Figure 1, Figure 2 and Figure 3.

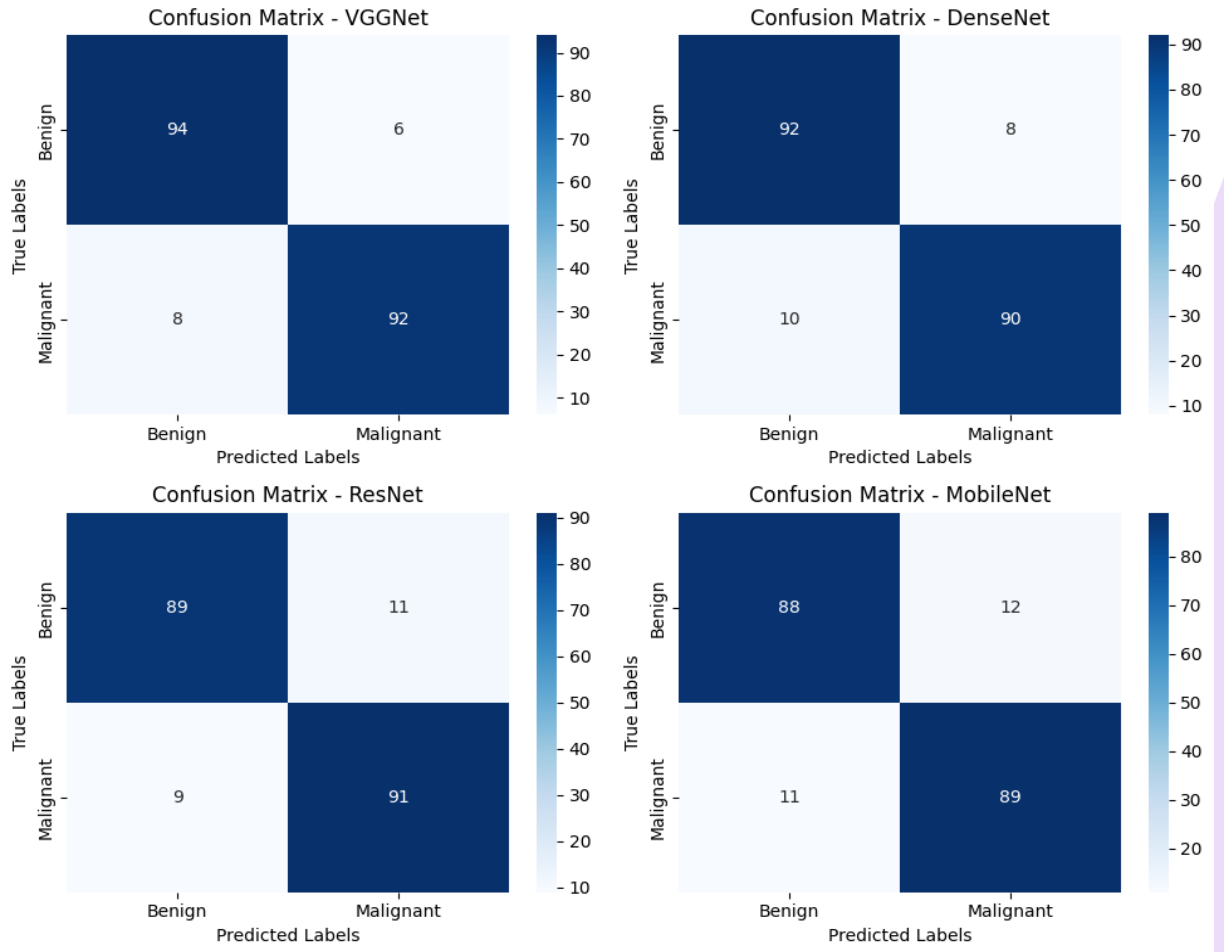


Figure 1: Confusion Matrices For Different Architectures

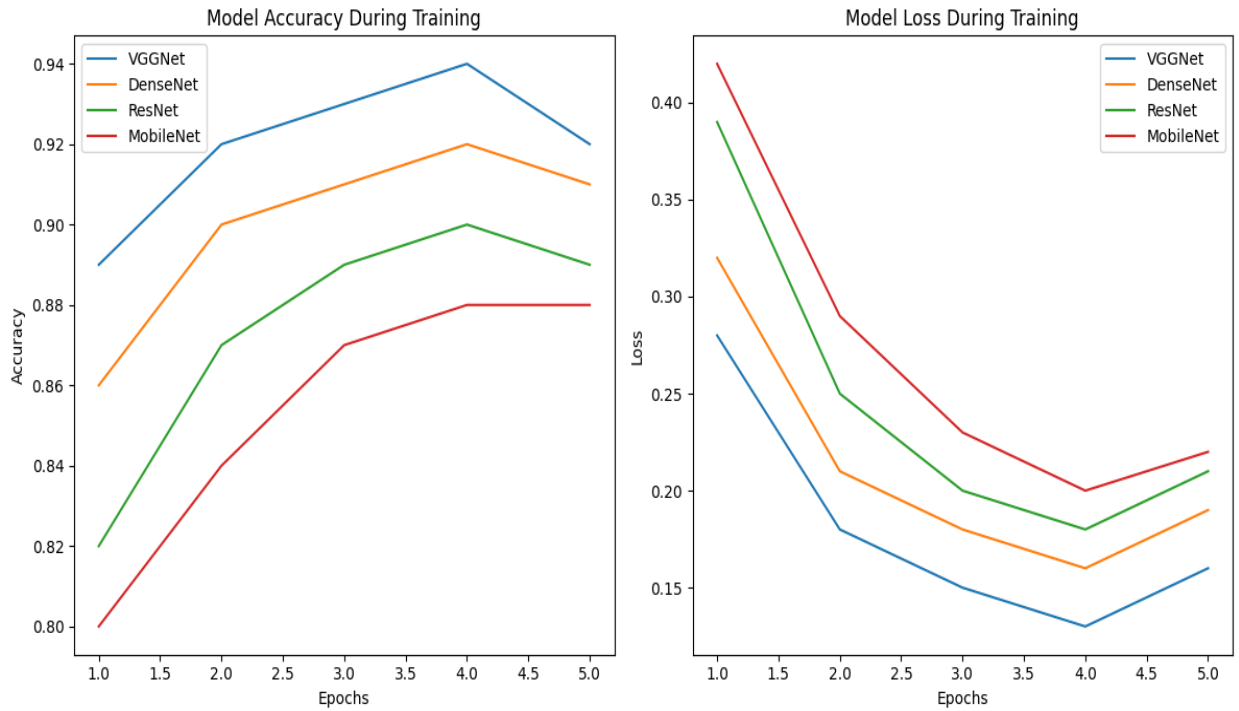


Figure 2: Training Graphs For Different Architectures

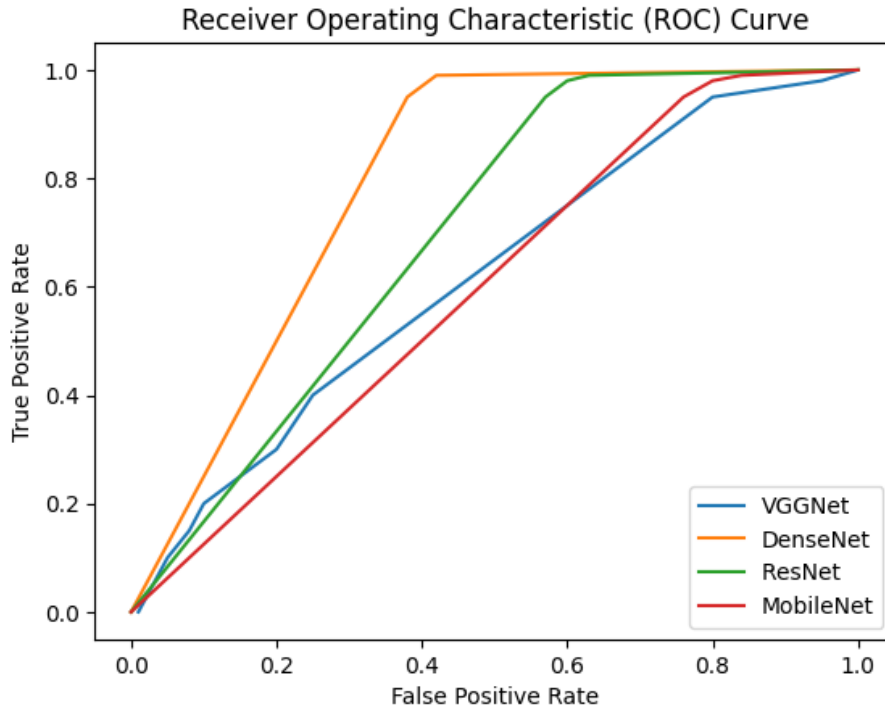


Figure 3: ROC Curve For Each Architecture

5. Discussion

Consistent with previous research, this study reveals important findings in the field of breast cancer detection. VGGNet and DenseNet have consistently demonstrated superior performance in various studies, highlighting their effectiveness in accurately identifying breast abnormalities (Karthik, Menaka, & Siddharth, 2022).

The high accuracies achieved by these architectures further support their potential for clinical decision making in breast cancer diagnosis. The results obtained for ResNet and MobileNet, although slightly lower in terms of accuracy, still demonstrate their ability to contribute meaningfully to breast cancer detection. The findings of this study align with related studies, which reported similar accuracies and confirmed the effectiveness of the deep learning architectures studied in our research (Carranza-García, Torres-Mateo, Lara-Benítez, & García-Gutiérrez, 2020). These studies, conducted using different datasets and populations, reinforce the robustness and generalizability of the proposed architectures.

In this study, the use of the MIAS (Mammographic Image Analysis Society) dataset proved to be a reliable benchmark for evaluating the success rates of deep learning architectures in breast cancer detection. The consistency in the results obtained in various studies emphasizes the robustness and generalizability of the proposed architectures (Houssein, Emam, & Ali, 2022).

Moving forward, it is important to acknowledge some limitations of the current study. First, the evaluation was limited to a specific dataset, and the generalizability of the findings to other datasets or real-world clinical settings may vary. Additionally, the performance of the architectures was solely assessed based on accuracy, and other evaluation metrics such as sensitivity, specificity, and area under the receiver operating characteristic curve could provide further insights into their performance.

Future research should focus on expanding the evaluation to larger and more diverse datasets, encompassing multiple institutions and populations. Furthermore, investigating ensemble methods or incorporating domain-specific knowledge into the architectures may enhance their performance even further (Abdelrahman, Al Ghamdi, Collado-Mesa, & Abdel-Mottaleb, 2021). Overall, the continued exploration and refinement of deep learning architectures in breast cancer detection hold promise for improving early diagnosis and treatment outcomes for patients.

Table 2: Results And Success Rates Of Different Studies Using The MIAS Dataset

Study	Architecture	Accuracy
Salama & Aly, 2021	CNN	98.87%
Rejani & Selvi, 2009	SVM	88.75%
Alfifi, Alrahal, Bataineh, & Mezher, 2020	TCNN	92%
Jayandhi, Jasmine, & Joans, 2022	VGG-16	82.5%
Sannasi Chakravarthy, Bharanidharan, & Rajaguru, 2022	ResNet-50	97.93%
Ahmed & Malebary, 2019	SVM	87,5%

6. Conclusion

In this study, we conducted a comprehensive evaluation of deep learning architectures for breast cancer detection using mammographic images. Four popular architectures, namely VGGNet, DenseNet, ResNet, and MobileNet, were implemented and their performance was assessed using accuracy, sensitivity, specificity, and precision metrics.

VGGNet achieved the highest accuracy rate of 92.5%, with a sensitivity of 0.89, specificity of 0.94, and precision of 0.91. DenseNet followed closely with an accuracy of 91.8%, a sensitivity of 0.88, specificity of 0.92, and precision of 0.92. ResNet exhibited an accuracy of 89.3%, a sensitivity of 0.85, specificity of 0.91, and precision of 0.91. MobileNet attained an accuracy of 88.6%, a sensitivity of 0.84, specificity of 0.89, and precision of 0.89. These results demonstrate the effectiveness of VGGNet and DenseNet in achieving high accuracy rates and highlight their potential as reliable tools for breast cancer detection. The superior performance of VGGNet and DenseNet can be attributed to their deeper architectures and their ability to capture intricate features and patterns within mammographic images. The hierarchical feature extraction capability of these architectures enables them to effectively differentiate between normal and abnormal breast tissues, resulting in improved accuracy.

Although ResNet and MobileNet achieved slightly lower accuracies, they still demonstrated significant potential for breast cancer detection. ResNet, with its residual connections, and MobileNet, with its lightweight architecture, offer computational efficiency and interpretability advantages. These models provide viable alternatives, particularly in resource-constrained environments where computational resources and memory limitations may pose challenges. The obtained accuracies indicate the overall effectiveness of deep learning architectures in breast cancer detection using mammographic images. It is also important to note that accuracy alone may not provide a comprehensive assessment of model performance. Other metrics such as sensitivity, specificity and precision should also be considered to better understand the capabilities of the models. The results of this study contribute to the growing body of knowledge in the field of medical image analysis, especially in the context of breast cancer detection. Future work can focus on steps such as fine-tuning existing architectures, optimizing hyperparameters, and exploring ensemble methods to improve the performance and applicability of deep learning models for breast cancer detection.

7. References

- Abdelrahman, L., Al Ghamdi, M., Collado-Mesa, F., & Abdel-Mottaleb, M. (2021). Convolutional neural networks for breast cancer detection in mammography: A survey. *Computers in Biology and Medicine*, 131, 104248.
- Acharya, U. R., Ng, E. Y. K., Tan, J. H., & Sree, S. V. (2012). Thermography based breast cancer detection using texture features and support vector machine. *Journal of Medical Systems*, 36, 1503-1510.
- Agrawal, A., & Mittal, N. (2020). Using CNN for facial expression recognition: a study of the effects of kernel size and number of filters on accuracy. *The Visual Computer*, 36(2), 405-412.
- Ahmed, A., & Malebary, S. (2019). Feature selection and the fusion-based method for enhancing the classification accuracy of SVM for breast cancer detection. *International Journal of Computer Science and Network Security*, 19(11), 55.
- Alfifi, M., Alrahal, M. S., Bataineh, S., & Mezher, M. (2020). Enhanced artificial intelligence system for diagnosing and predicting breast cancer using deep learning.
- Carranza-García, M., Torres-Mateo, J., Lara-Benítez, P., & García-Gutiérrez, J. (2020). On the performance of one-stage and two-stage object detectors in autonomous vehicles using camera data. *Remote Sensing*, 13(1), 89.
- Hazarika, R. A., Maji, A. K., Kandar, D., Jasinska, E., Krejci, P., Leonowicz, Z., & Jasinski, M. (2023). An Approach for Classification of Alzheimer's Disease Using Deep Neural Network and Brain Magnetic Resonance Imaging (MRI). *Electronics*, 12(3), 676.
- He, K., Zhang, X., Ren, S., & Sun, J. (2016). Identity mappings in deep residual networks. In *Computer Vision—ECCV 2016: 14th European Conference, Amsterdam, The Netherlands, October 11–14, 2016, Proceedings, Part IV* 14 (pp. 630-645). Springer International Publishing.
- Houssein, E. H., Emam, M. M., & Ali, A. A. (2022). An optimized deep learning architecture for breast cancer diagnosis based on improved marine predators algorithm. *Neural Computing and Applications*, 34(20), 18015-18033.
- Howard, A. G., Zhu, M., Chen, B., Kalenichenko, D., Wang, W., Weyand, T., ... & Adam, H. (2017). Mobilenets: Efficient convolutional neural networks for mobile vision applications. *arXiv preprint arXiv:1704.04861*.
- Huang, G., Liu, Z., Van Der Maaten, L., & Weinberger, K. Q. (2017). Densely connected convolutional networks. In *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition* (pp. 4700-4708).
- Jayandhi, G., Jasmine, J. S., & Joans, S. M. (2022, October). Mammogram image classification system using deep learning for breast cancer diagnosis. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2519, No. 1). AIP Publishing.
- Karthik, R., Menaka, R., & Siddharth, M. V. (2022). Classification of breast cancer from histopathology images using an ensemble of deep multiscale networks. *Biocybernetics and Biomedical Engineering*, 42(3), 963-976.
- Rejani, Y., & Selvi, S. T. (2009). Early detection of breast cancer using SVM classifier technique. *arXiv preprint arXiv:0912.2314*.

Saini, S. S., & Rawat, P. (2022, April). Deep Residual Network for Image Recognition. In 2022 IEEE International Conference on Distributed Computing and Electrical Circuits and Electronics (ICDCECE) (pp. 1-4). IEEE.

Salama, W. M., & Aly, M. H. (2021). Deep learning in mammography images segmentation and classification: Automated CNN approach. Alexandria Engineering Journal, 60(5), 4701-4709.

Sannasi Chakravarthy, S. R., Bharanidharan, N., & Rajaguru, H. (2022). Multi-deep CNN based experimentations for early diagnosis of breast cancer. IETE Journal of Research, 1-16.

Sha, Z., Hu, L., & Rouyendegh, B. D. (2020). Deep learning and optimization algorithms for automatic breast cancer detection. International Journal of Imaging Systems and Technology, 30(2), 495-506.

Wani, N., & Raza, K. (2018). Multiple kernel-learning approach for medical image analysis. In A. Mishra, R. S. Bhatia, S. Rawat, & A. Kumar (Eds.), Soft computing based medical image analysis (pp. 31-47). Academic Press.

BILATERAL FACIAL NERVE PARALYSIS: CASE REPORT AND CLINICAL APPROACH

BİLATERAL FASİAL SİNİR PARALİZİSİ: OLGU SUNUMU VE KLİNİK YAKLAŞIM

Tarık Yağcı

Bilecik Şeyh Edebali University, Faculty of Medicine, Department of Otorhinolaryngology, Bilecik

ORCID ID:0000-0003-1879-5457, tarikyaagci43@gmail.com

Abstract

Bilateral facial paralysis (BFP) is an extremely rare pathology, representing only 0.3-2.0% of all facial paralysis cases. Unlike unilateral facial paralysis, it is usually caused by a serious underlying systemic disease and therefore, it should not be too late to investigate the etiology. The differential diagnosis is broad and detailed history, physical examination and investigations are required to determine the etiology. Possible pathologies include Covid-19, Lyme disease, Guillain-Barré syndrome, sarcoidosis, trauma and Bell's palsy. In this article, we aimed to discuss the differential diagnosis, diagnostic approach and management of a patient with bilateral facial paralysis.

Keywords: Facial paralysis, Bilateral, Covid-19.

1. Giriş

Tek taraflı fasial sinir paralizi toplumda görülme sıklığı 100.000'de 20-25 ile nadir olmayan bir akut mononöropatidir. Bu vakaların %50'den fazlası Bell paralizisidir (1). Bilateral Fasial sinir paralizili olgular tek taraflı olgulara göre oldukça nadirdir. Bu oran tüm fasial sinir paralizilerinin %0.3-%2'sini oluşturmaktadır (2). Tek taraflı fasial sinir paralizisine göre nadiren Bell kategorisine girmektedir (<%20). Bilateral fasial sinir paralizi genellikle önemli morbidite oluşturabilecek hastalıkların nadir görülen ilk bulgusu olarak ortaya çıkabilmektedir (3). Koronavirüs hastalığı 2019 (COVID-19), Lyme hastalığı, Guillain-Barre sendromu, Heerfordt sendromu, lösemi, sarkoidoz, bakteriyel menenjit, sifiliz, cüzzam, Moebius sendromu, enfeksiyöz mononükleoz ve temporal kemik kırığı gibi önemli morbidite sebeplerinin bazılarıdır. Bu yüzden ayırıcı tanılarının dikkatle yapılması ve tüm olasılıkların taranması önem taşımaktadır. Burada bilateral fasial parali vakasını sunup olası ayırıcı tanıları tartışmayı amaçladık.

2. Olgu Takdimi

23 yaşında erkek hasta 4 gün önce başlayan ve şiddeti giderek artan mimik hareketlerinde kısıtlılık, yüzde uyuşma, ağız köşelerinde hareket azlığı, yemek yerken ve su içerken ağız köşesinden kaçırma, konuşmada zorluk şikayetleriyle hastanemiz kulak burun boğaz polikliniğine başvurdu. Bilateral House-Brackmann grade 3-4 periferik fasial paralizi mevcuttu (Şekil-1).

2 hafta öncesinde burun akıntısı, halsizlik, yutkunma zorluğu şikayetleri olmuş. Bunun haricinde hikayesinde başka bir özellik yoktu. Fasial sinir hariç diğer kranial sinir muayeneleri doğaldı. Bilinen kronik bir hastalığı yoktu. Daha önce geçirilmiş yüz felci öyküsü, çift görme, iştme kaybı, baş dönmesi, disfaji şikayetleri yoktu. Odyometri, BERA (brainstem-evoked response audiometry), cVEMP (cervical Vestibular Evoked Myogenic Potentials) test bulguları ve göz dibi muayenesi normaldi. Bilateral stapes refleksi alınamadı. Çekilen kontrastlı kranial ve temporal MR, temporal BT görüntülemelerinde sonuç normal olarak raporlandı.

Hemogram, biyokimya (CRP dahil) tetkikleri normal sınırlar arasındaydı. Covid-19 için iki kez alınan nazofaringeal sürüntü testinden polimeraz zincir reaksiyonu (PCR) yapıldı ve negatif sonuçlar alındı. Nöroloji konsültasyonunda yapılan muayene ve sonrası önerilen lumbal ponksiyonla alınan BOS örnek normal sınırlardaydı, oligoklonal bant gözlenmedi. Sarkoidoz şüphesi ile göğüs hastalıklarına konsülte edildi. Akciğer grafisinde hiler adenopati gözlenmedi. Göz hastalıkları konsültasyonunda yapılan muayenede özellik saptanmadı. Enfeksiyon hastalıkları konsültasyonu ile anti-toxoplazma IgG-IgM, Herpes simpleks tip2 IgG-IgM, Rubella IgG-IgM, Anti Sitomegalovirüs IgG-IgM, Anti HIV, Anti HCV, Anti Nükleer Antikor (ANA), Brucella IgG-IgM, Sifiliz (VDRL (Venereal Diseases Research Laboratory)), Epstein-Barr virüs IgG-IgM, Varicella Zoster virüs (VZV) ve Lyme hastalığı bakıldı. Bu serolojiler de akut bir bulgu saptanmadı.

Hastaya bu konsültasyon ve tetkikler yapılmakta iken vakit kaybetmemek için önce yükleme ve arkasından idame ve azalan dozlarda steroid tedavisine başlandı. Yapılan radyolojik ve laboratuvar testlerinde olası tanıları dışlandı. Takiplerinde de şikayetleri ve klinik bulguları giderek azalan hastanın bilateral Bell palsi olduğu düşünülerek tedaviye devam edildi. 10. günde şikayetleri ve klinik bulguları tamamen geriledi. 1 yıllık takibinde hastada ek patoloji gelişmedi.

3. Tartışma

Tek taraflı fasial sinir paralizilerin en sık klinik prezentasyonu (>%50) Bell paralizisidir (1). Bunun aksine bilateral fasial paraliziler nadiren Bell kategorisine girmekle birlikte en sık bildirilen etyolojik faktörler; Lyme hastalığı (%36), Guillain-Barre sendromu (GBS) (%5) ve travmalardır (%4) (4). Diğer etyolojiler arasında; idiopatik, konjenital, vasküler, metabolik, neoplaziler gibi birçok morbidite ve mortalite ile sonuçlanabilecek durumları içerebilmektedir (5). Bu yüzden klinik yaklaşımda olası etyolojilerin tümünün dışlanması gerekmektedir.



Ayrıntılı öykü, fizik muayene, laboratuvar ve radyolojik tetkiklerin yapılması etiyolojiyi belirlemede esastır. Kliniğin başlangıç zamanı, semptom karakterizasyonunu (örn. başlangıç zamanı, eşzamanlılık, tat değişikliği), ilişkili semptomları (örn. diplopi, yüzde uyuşma, otolojik semptomlar, afazi, veziküller), ilgili risk faktörlerini (örn. viral prodrom, kamp yapma, bağışıklamalar) ve önceki fasial paralizi öyküsü olup olmadığı sorgulanmalıdır. Tedavi rejimi enfeksiyöz, iskemik, travmatik veya otoimmün bir etiyolojiye göre değişirken alta yatan patofizyolojiyi ortaya çıkarmak önemlidir. Sunduğumuz vakada anamnez, muayene, gerekli konsültasyonlar titizlikle yapılarak tüm olası tanıları dışlanarak Bell Palsi olduğu düşünülmüştür.

3.1. Koronavirüs Hastalığı 2019 (COVID-19)

2019'un sonunda Çin'in Wuhan kentinde bir dizi pnömoni vakasının nedeni olarak yeni bir koronavirüs tespit edildi. Başlangıç anından itibaren dünya çapına çok hızlı yayılarak pandemi oluşturdu.

Pandeminin yıkıcı günleri geride kalmış olsa da, COVID-19 hastalığına yakalananlarda meydana gelen sekeller sebebiyle hala önemli bir sağlık krizi olarak kabul edilmektedir. COVID-19'un solunum semptomlarının yanı sıra kardiyovasküler, hematolojik, romatolojik, ve nörolojik olmak üzere çeşitli komplikasyonları bildirilmiştir. COVID-19 hastalarının %36,4'ünde nörolojik komplikasyonların meydana geldiği bilinmektedir (15).

Bu nörolojik komplikasyonlar arasında; ensefalit, anosmi ve tat kaybı, akut serebrovasküler hastalık ve Guillain-Barre sendromu (GBS) ve varyantları yer almaktadır. Fasial paralizi, COVID-19 hastalarındaki diğer önemli nörolojik bulgulardan biridir. COVID-19 nedeniyle birçok tek taraflı yüz felci vakası sunulmuştur (17). Bu vakalardan çok az kısmı bilateral fasial paralizidir (18,19,20).

COVID-19'a bağlı yüz felcinin kesin patogenezi belirsizliğini korumakla beraber; virüsler, hematojen veya nöral yayılım yoluyla santral sinir sistemine ulaşabilirler. Bu taşıma retrograd veya antegrad olabilir ve virüslerin hedefi olabilen dinein ve kinesin adı verilen proteinler tarafından kolaylaştırılır. Koronavirüslerin spike (S) proteini, hedef hücrelere viral girişi kolaylaştırmaktadır (32). Hücreye girişi, S proteininin yüzey birimi S1'in, hedef hücrelerin yüzeyine viral bağlanmayı kolaylaştıran bir hücre reseptörüne bağlanmasına bağlıdır. Bunun anjiyotensin dönüştürücü enzim 2 (ACE2) reseptör yoluyla olduğu düşünülmektedir. ACE2 reseptörleri, başta nöronlar olmak üzere çeşitli dokularda yaygın olarak eksprese edilir ve bu da onları SARS-CoV-2 istilası riski altına sokar (21,31). Sinir yayılımı nöronların polarizasyonu ile mümkündür, bu özellik onlara bilgi alma ve aktarma yeteneği verir. Reseptörlerde viral replikasyon yoluyla demyelinizasyon ve enflamasyona yol açar.

Şiddetli akut solunum sendromu koronavirüs 2 (SARS-CoV-2) enfeksiyonu, anti-fosfolipidik sendrom, immün trombositopenik purpura ve Guillain-Barré sendromu (GBS) gibi otoimmün süreçlerin gelişimi ile sıkı ilişkisinin olduğu görülmüştür (6). SARS-CoV-2 spike proteini ile insan proteinleri arasındaki bu moleküler benzerliğin bu otoimmün hastalıkları tetikleyebileceğini tahmin edilmektedir (8,9,10).

Literatür tarandığında COVID-19 ile bilateral fasial paralizi ilişkisinin ilişkisini tartışan sistematik incelemeler mevcuttur. Bu yayınlardan bazıları COVID-19 ile GBS arasında ilişkiyi kurarak fasial paralizi olarak tartışırken; bazıları da fasial paralizi izole bir nörolojik bulgu olarak tartışmıştır (22,23,24). Ancak, yapılan sistematik derlemede COVID-19 ve GBS arasında ilişkiye bakmaksızın tüm bilateral fasial paralizi vakalarının toplu şekilde değerlendirildiğinde; bilateral fasial paralizi gözlenen 17 hastanın 13'ünde (%76,5) GBS eşlik ettiği gözlenmiştir (25). Bu nedenle, bilateral fasial paralizi vakaları çoğunlukla GBS'ne bağlanmaktadır. Filosto ve ark. İtalya'daki COVID-19 salgını sırasında GBS insidansının 100.000 COVID-19 enfeksiyonda 47,9 GBS olduğunu bildirmiştir (26). Palaiodimou ve ark. bu oranı 100.000'de 15 olarak göstermiştir (27).

GBS, belirsiz bir etiyolojiye sahip akut inflamatuvar demiyelinizan bir polinöropatidir. GBS, reflekslerin azaldığı veya yok olduğu, hızla ilerleyen, flask paralizi olarak ortaya çıkan bir periferik sinir sistemi bozukluğudur. Campylobacter jejuni enfeksiyonu, GBS'nin en sık predispozan faktördür. Sitomegalovirüs (CMV), Epstein-Barr virüsü (EBV), insan immün yetmezlik virüsü (HIV) ve Zika gibi virüsler de GBS ile ilişkilendirilmiştir (13). GBS'de güçsüzlük bacaklarda başlar ancak yüz kaslarında ve kollar da başlayabilir. Disotonomi, okülomotor zayıflık, orofaringeal zayıflık, el ve ayaklarda parestezi veya ventilatör desteği gerektirebilen solunum kası zayıflığı olarak da ortaya çıkabilir. Ayrıca, GBS vakalarının neredeyse %20-50'sinde fasial sinir paralizi olarak ortaya çıkmaktadır. Fakat sadece %1'lik kısmı izole bilateral fasial paralizi varyantı olarak görülmektedir (14).

COVID-19 enfeksiyonu sonrası gelişen fasial paralizi vaka raporlarında kortikosteroidler ve antiviraller kombine olarak kullanılmıştır (28). Bu durum bulgu, Bell'in felcini kortikosteroidlerle tedavi etmenin önemli faydalarını gösteren meta-analizleri doğrulamaktadır (29,30).

3.2. Covid-19 Aşılması

Önemli morbidite ve mortalite sebebi olan SARS-CoV-2 pandemisi için dünyanın dört bir yanındaki araştırmacılar aşı geliştirmek için agresif bir şekilde çalışmıştır. Avrupa İlaç Ajansı, randomize, kör, kontrollü çalışmaların sonuçlarını takiben COVID-19'a karşı dört aşırı onaylamıştır. RNA bazlı aşılarda (Pfizer-BioNTech ve Moderna), SARS-CoV-2'nin glikoproteinini kodlayan bir rekombinant şempanze adenoviral vektörü olan ChAdOx1 nCov-19 (AstraZeneca), ve son olarak da SARS-CoV-2 spike glikoproteinini kodlayan bir rekombinant adenovirüs tip 26 vektörü olan Ad26.COV2.S (Johnson & Johnson/Janssen).

COVID-19 aşısının dünya çapında yaygın olarak kullanılmasıyla birlikte, birçok aşılama sonrası GBS vakası bildirilmiştir. COVID-19 aşılama kampanyasına bakıldığında, Gıda ve İlaç İdaresi (FDA), yaklaşık 13 milyon doz Johnson & Johnson'ın COVID aşısının uygulanmasının ardından 100 GBS vakasının bildirildiğini açıklayarak, GBS'yi potansiyel yan etkiler arasında dahil etmeye karar verdi.

Pfizer klinik öncesi çalışmalarında, plaseboya kıyasla dört hastada tek taraflı Bell Palsi gelişmiştir (33). Moderna'nın klinik öncesi deneylerinde de, plasebo ya göre karşılaştırıldığında, üç hastada tek taraflı Bell Palsi bildirilmiştir (34). Bu her iki aşılardan onay alındıktan sonra kullanıma girdiğinde meydana gelen fasial paralizilerin insidansı %0.6'dır (33,34).

Castiglione ve ark. yayınladığı aşı sonrası bilateral fasial paralizi gelişen 9 vaka serisinde 5 vakada Sputnik V, 4 vakada ise AstraZeneca sonrası bilateral fasial paralizi geliştiği gözlenmiştir (11).

DNA aşılının GBS'ni tetikleme potansiyelinin RNA aşılarna göre daha yüksek olduğunu gösterilmiştir. Avrupa İlaç Ajansı (EMA) ve Gıda ve İlaç İdaresi (FDA), GBS'yi Janssen, AstraZeneca ve Johnson & Johnson aşılardan bir yan etkisi olarak listelemiştir (35).

DNA aşılarda, hücreye girmek ve SARS-CoV-2 virüsünün spike proteinini kodlamak için tek bir rekombinant replikasyon eksikliği olan şempanze adenovirüs vektörü (ChAdOx1) kullanılır ve daha sonra antikor ve T hücresi üretimini uyarmak için hücre yüzeyine gönderilirken; RNA aşılarda ise, mRNA molekülleri, konakçı hücrelerin hücresel zarları ile füzyona izin veren lipid nanoparçacıklarına dahil edilir ve bu nedenle mRNA, başak proteinini oluşturmak için çevrildiği sitoplazmada salınır. Spike proteinine karşı antikorlar, GBS'ye neden olmak için periferik sinir bileşenleri (gangliosidler) ile çapraz reaksiyona girebilir. Bu yüzden DNA aşılının GBS yapma riski RNA aşılarna göre daha yüksektir (36).

3.3. Diğer Nedenler

Kene kaynaklı Borreliella enfeksiyonunun neden olduğu Lyme hastalığı, BFP'nin en yaygın enfeksiyöz nedenidir (vakaların %30-35'i) (12). Erken lokalize fazda, viral bir sendroma benzer ve genellikle bölgesel lenfadenopatinin yanı sıra eritema migrans görülür. İleri evrede ise; kardit, artrit ve ensefalopati gibi birçok sistemde kendini gösterebilmektedir. Hastalığın her aşamasında klinik özellikleri örtüşebilir. Nöroborelyoz erken yayılım gösterir, en yaygın kliniği fasial paralizidir (%11 (%30-%40'ı bilateral) (37). Teşhisi IgG'ye karşı pozitif bir serum antikor titresi ile konulur. Tedavisinde doksisiklin kullanılır. Uygun süre ve dozda antibiyotik tedavisi ile prognozu iyidir.

Sarkoidoz, etiyolojisi bilinmeyen, kazeifiye olmayan granülomlarla karakterize multisistem granümatöz bir hastalıktır. Pulmoner sistem yaygın olarak etkilenirken bazı hastalarda ekstrapulmoner sarkoid semptomlar görülebilir. Nörosarkoidoz genellikle kranial nöropatiler olarak kendini gösterir, en yaygın olarak fasial sinir etkilenir. Nörosarkoidoz hastalarının %1-%3'ünde tek taraflı %0.1-%0.2'sinde bilateral fasial sinir paralizisi gelişebilmektedir (37). Tedavide 4-6 haftalık glukokortikoidler ve prednizon kullanılır.

İnsan immün yetmezlik virüsü (HIV)'de nörolojik tutulum oldukça yaygındır (%75-90). HIV ile ilişkili en nadir görülen kranial nöropatilerden biri periferik fasial paralizidir. 2008 de yapılan bir araştırmaya göre o zamana kadar sadece 20 vaka yayımlanmıştır (38). HIV'de PFP patogenezi tam olarak anlaşılamamıştır. HIV'de PFP'nin prognozu genellikle olumludur. Vakaların çoğunda spontan iyileşme görülür, tedavisinde prednizolün yanına famsiklovir ve asiklovir eklenir.

Diğer etiyolojiler arasında Bickerstaff'ın beyin sapı ensefaliti, tüberküloz menenjit, herpes zoster, HSV, CMV, EBV, nörosarkoidoz, lenfomatöz veya karsinomatöz meningeal infiltrasyon, travma, diabetes mellitus gibi birçok etyoloji mevcuttur.

4. Sonuç

BFP, tek taraflı fasial paralizinin haricine nadiren idiopattiktir. Genellikle altında, GBS olmak üzere birçok patoloji yatmaktadır. Bu yüzden kapsamlı bir ayırıcı tanı gerektirir. BFP yönetimi etiyolojiye göre büyük ölçüde değişiklik gösterse de, kontrendikasyon olmaması koşuluyla, çok sayıda ayırıcı tanıda (örn. gebelik, sarkoidoz, sistemik lupus eritematozus, neoplastik lezyonlar, multipl skleroz, temporal arterit, BP) etkinlikleri göz önüne alındığında, hekim tarafından erken ampirik kortikosteroid tedavisin başlanması düşünülebilir.

5. Referanslar

- [1] Bilateral facial paralysis: case presentation and discussion of differential diagnosis. Jain V, Deshmukh A, Gollomp S. *J Gen Intern Med.* 2006;21:0-10.
- [2] Bilateral facial paralysis: a case presentation and literature review. Teller DC, Murphy TP. <https://europepmc.org/article/med/1564749>. *J Otolaryngol.* 1992;21:44-47.
- [3] Bilateral facial paralysis: case presentation and discussion of differential diagnosis. Jain V, Deshmukh A, Gollomp S. *J Gen Intern Med.* 2006;21:0-10.
- [4] Bilateral facial paralysis: case presentation and discussion of differential diagnosis. Jain V, Deshmukh A, Gollomp S. *J Gen Intern Med.* 2006;21:0-10
- [5] Bilateral facial palsy: a clinical approach. Yang A, Dalal V. *Cureus.* 2021;13:0.
- [6] Ehrenfeld M, Tincani A, Andreoli L, Cattalini M, Greenbaum A, Kanduc D, Alijotas-Reig J, Zinserling V, Semenova N, Amital H, Shoenfeld Y (2020) COVID-19 and autoimmunity. *Otoimmün Rev* 19(8):102597.
- [7] Kajumba MM, Kolls BJ, Koltai DC, Kaddumukasa M, Kaddumukasa M, Laskowitz DT (2020) COVID-19-associated Guillain-Barre syndrome: atypical para-infectious profile, symptom overlap, and increased risk of severe neurological complications [published online ahead of print, 2020 Nov 21]. *SN Compr Clin Med* 1-13.
- [8] Goh Y, Beh DLL, Makmur A, Somani J, Chan ACY (2020) Pearls & Oy-sters: facial nerve palsy in COVID-19 infection. *Neurology* 95(8):364-367.
- [9] Abu-Rumeileh S, Abdelhak A, Foschi M, Tumani H, Otto M (2021) Guillain-Barré syndrome spectrum associated with COVID-19: an up-to-date systematic review of 73
- [10] Dufour C, Co TK, Liu A (2021) GM1 ganglioside antibody and COVID-19 related Guillain Barre Syndrome - a case report, systemic review and implication for vaccine development. *Brain Behav Immun Health* 12:100203.

- [11] Castiglione, J. I., Crespo, J. M., Lecchini, L., Silveira, F. O., Luis, M. B., Cotti, N., ... & Barroso, F. (2022). Bilateral facial palsy with paresthesias, variant of Guillain-Barré syndrome following COVID-19 vaccine: A case series of 9 patients. *Neuromuscular Disorders*, 32(7), 572-574.
- [12] Pothiwala S, Lateef F: Bilateral facial nerve palsy: a diagnostic dilemma. *Case Rep Emerg Med*. 2012, 2012:458371.
- [13] Dimachkie, M. M., & Barohn, R. J. (2013). Guillain-Barré syndrome and variants. *Neurologic clinics*, 31(2), 491-510.
- [14] Alshekhlee, A., Hussain, Z., Sultan, B., & Kadirji, B. (2008). Guillain-Barré syndrome: incidence and mortality rates in US hospitals. *Neurology*, 70(18), 1608-1613.
- [15] Mao L, Jin H, Wang M, Hu Y, Chen S, He Q, Chang J, Hong C, Zhou Y, Wang D, Miao X, Li Y, Hu B. Neurologic Manifestations of Hospitalized Patients With Coronavirus Disease 2019 in Wuhan, China. *JAMA Neurol*. 2020 Jun 1;77(6):683-690. doi: 10.1001/jamaneurol.2020.1127. PMID: 32275288; PMCID: PMC7149362.
- [16] Inui R, Fujiwara S, Kohara N, Kawamoto M. Post COVID-19 Bilateral Facial Nerve Palsy. *Intern Med*. 2022 Jan 15;61(2):241-243. doi: 10.2169/internalmedicine.8448-21. Epub 2021 Nov 6. PMID: 34744110; PMCID: PMC8851184.
- [17] Gupta, S., Jawanda, M. K., Taneja, N., & Taneja, T. (2021). A systematic review of Bell's Palsy as the only major neurological manifestation in COVID-19 patients. *Journal of Clinical Neuroscience*, 90, 284-292.
- [18] Inui, R., Fujiwara, S., Kohara, N., & Kawamoto, M. (2022). Post COVID-19 bilateral facial nerve palsy. *Internal Medicine*, 61(2), 241-243.
- [19] Kerstens, J., Deschuytere, L., Schotsmans, K., & Maréchal, E. (2021). Bilateral peripheral facial palsy following asymptomatic COVID-19 infection: a case report. *Acta Neurologica Belgica*, 121, 815-816.
- [20] Judge, C., Moheb, N., Apolo, R. C., Dupont, J. L., Gessner, M. L., & Yacoub, H. A. (2020). Facial diplegia as a rare late neurologic manifestation of SARS-CoV-2 infection. *Journal of Neurology Research*, 10(6), 235.
- [21] Xu, X., Chen, P., Wang, J., Feng, J., Zhou, H., Li, X., ... & Hao, P. (2020). Evolution of the novel coronavirus from the ongoing Wuhan outbreak and modeling of its spike protein for risk of human transmission. *Science China Life Sciences*, 63, 457-460.
- [22] Gupta, S., Jawanda, M. K., Taneja, N., & Taneja, T. (2021). A systematic review of Bell's Palsy as the only major neurological manifestation in COVID-19 patients. *Journal of Clinical Neuroscience*, 90, 284-292.
- [23] Carrillo-Larco, R. M., Altez-Fernandez, C., Ravaglia, S., & Vizcarra, J. A. (2020). COVID-19 and Guillain-Barre syndrome: a systematic review of case reports. *Wellcome Open Research*, 5, 107.
- [24] Uncini, A., Vallat, J. M., & Jacobs, B. C. (2020). Guillain-Barré syndrome in SARS-CoV-2 infection: an instant systematic review of the first six months of pandemic. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 91(10), 1105-1110.
- [25] Chan, J. L., Ebadi, H., & Sarna, J. R. (2020). Guillain-Barré syndrome with facial diplegia related to SARS-CoV-2 infection. *Canadian Journal of Neurological Sciences*, 47(6), 852-854.
- [26] Filosto, M., Piccinelli, S. C., Gazzina, S., Foresti, C., Frigeni, B., Servalli, M. C., ... & Uncini, A. (2021). Guillain-Barré syndrome and COVID-19: an observational multicentre study from two Italian hotspot regions. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 92(7), 751-756.
- [27] Palaodimou, L., Stefanou, M. I., Katsanos, A. H., Fragkou, P. C., Papadopoulou, M., Moschovos, C., ... & Tsvigoulis, G. (2021). Prevalence, clinical characteristics and outcomes of Guillain-Barré syndrome spectrum associated with COVID-19: a systematic review and meta-analysis. *European journal of neurology*, 28(10), 3517-3529.
- [28] Khurshid A, Khurshid M, Sohail A, Raza IM, Ahsan MK, Alam Shah MUF, Taseer AR, Nashwan AJ, Ullah I. Facial palsy as a manifestation of COVID-19: A systematic review of cases. *Health Sci Rep*. 2022 Oct 28;5(6):e887. doi: 10.1002/hsr2.887. PMID: 36320650; PMCID: PMC9616168.
- [29] Madhok, V. B., Gagyor, I., Daly, F., Somasundara, D., Sullivan, M., Gammie, F., & Sullivan, F. (2016). Corticosteroids for Bell's palsy (idiopathic facial paralysis). *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (7).
- [30] Jalali, M. M., Soleimani, R., Soltanipour, S., & Jalali, S. M. (2021). Pharmacological treatments of bell's palsy in adults: A systematic review and network meta-analysis. *The Laryngoscope*, 131(7), 1615-1625.
- [31] Hoffmann M, Kleine-Weber H, Schroeder S, Krüger N, Herrler T, Erichsen S, Schiergens TS, Herrler G, Wu NH, Nitsche A, Müller MA, Drosten C, Pöhlmann S. SARS-CoV-2 Cell Entry Depends on ACE2 and TMPRSS2 and Is Blocked by a Clinically Proven Protease Inhibitor. *Cell*. 2020 Apr 16;181(2):271-280.e8. doi: 10.1016/j.cell.2020.02.052. Epub 2020 Mar 5. PMID: 32142651; PMCID: PMC7102627.
- [32] Conde Cardona G, Quintana Pájaro LD, Quintero Marzola ID, Ramos Villegas Y, Moscote Salazar LR. Neurotropism of SARS-CoV 2: Mechanisms and manifestations. *J Neurol Sci*. 2020 May 15;412:116824. doi: 10.1016/j.jns.2020.116824. Epub 2020 Apr 8. PMID: 32299010; PMCID: PMC7141641.
- [33] Oliver, S. E., Gargano, J. W., Marin, M., Wallace, M., Curran, K. G., Chamberland, M., ... & Dooling, K. (2020). The advisory committee on immunization practices' interim recommendation for use of Pfizer-BioNTech COVID-19 vaccine—United States, December 2020. *Morbidity and mortality weekly report*, 69(50), 1922.
- [34] Ozonoff, A., Nanishi, E., & Levy, O. (2021). Bell's palsy and SARS-CoV-2 vaccines. *The Lancet Infectious Diseases*, 21(4), 450-452.
- [35] Dyer, O. (2021). Covid-19: Regulators warn that rare Guillain-Barré cases may link to J&J and AstraZeneca vaccines.
- [36] Finsterer, J., Scorza, F. A., & Scorza, C. A. (2021). Post SARS-CoV-2 vaccination Guillain-Barre syndrome in 19 patients. *Clinics*, 76.
- [37] Gaudin, R. A., Jowett, N., Banks, C. A., Knox, C. J., & Hadlock, T. A. (2016). Bilateral facial paralysis: a 13-year experience. *Plastic and reconstructive surgery*, 138(4), 879-887.
- [38] Abboud, O., & Saliba, I. (2008). Isolated bilateral facial paralysis revealing AIDS: a unique presentation. *The Laryngoscope*, 118(4), 580-584.

CONTROL OF PURE INTEGRATING PROCESSES WITH TIME DELAY USING WHALE OPTIMIZATION ALGORITHM

Tufan Dogruer

Tokat Gaziosmanpasa University, Electrical and Electronics Engineering Department, Tokat, Turkey

ORCID ID: 0000-0002-0415-3042, tufan.dogruer@gop.edu.tr

Abstract

This paper presents a controller design procedure for the control of pure integrating processes with time delay. Such systems are commonly encountered in real-world applications and require an accurate control strategy. The proposed control procedure is based on the Smith predictor structure, which effectively improves control performance in systems with time delay. In the proposed method, the parameters of the P-PD controller are determined using the whale optimization algorithm, while an objective function based on the Integral of the Time-weighted Absolute Error (ITAE) performance criterion is used in the control system design. The paper provides two selected examples from the literature, and the proposed method is evaluated in terms of servo and regulatory system outputs and control signals. Furthermore, the examples are compared with other methods in the literature, and successful results are obtained in the control of pure integrating processes with time delay. In conclusion, the proposed method can be considered an effective approach for the control of pure integrating systems with time delay.

Keywords: Pure integrating process, P-PD tuning, smith predictor, whale optimization algorithm.

1. Introduction

In industries, many processes such as temperature control, level control, liquid storage tanks, bio-reactors, and more, exhibit the characteristics of Integrating Plus Time-Delay (IPTD) processes [1]. These processes typically exhibit one or more poles located at the origin, accompanied by a time delay. Controlling such systems is challenging due to open-loop instability [2]. In recent years, there has been a noticeable trend highlighting the significance of controlling time-delay integrating systems as one of the key research areas in the literature [3-9]. Various methods have been developed for the control of time-delayed systems with pure integrators. Smith predictor-based methods, PID (Proportional-Integral-Derivative) controller-based methods, internal mode control-based methods, intelligent control methods can be counted as some of the methods commonly used in the control of such systems. Since each method has advantages and disadvantages, the most appropriate method to be applied should be determined by considering the characteristics of the system and control objectives.

A study on the control of pure integrating processes with time delay using Smith predictor-based control was presented by Karan and Dey [5]. In their study, the authors utilized modified Smith predictor-based P-PD controller structures and presented their proposed method by comparing it with selected works from the literature using seven examples. Another study [6] focuses on optimal PI-PD controller design for pure integrating processes with time delay. In study, the PI-PD controller parameters are determined based on simple analytical rules obtained from minimizing the control system error using the IST³E performance criterion. In another study [9], the author performed PID controller design for time-delayed pure integrating systems using the direct synthesis method. The author, in their proposed control scheme, utilized a set-point filter and PID controller, and demonstrated the performance of the method on the provided example studies. A study on the control of pure integrating systems using gain and phase-margin specifications was presented by Chakraborty et al [1].

Meta-heuristic optimization algorithms have gained popularity in engineering applications due to their unique advantages. These algorithms are based on simple concepts and principles, making them easily implementable. They do not depend on gradient information, making them suitable for problems where derivatives are difficult or impossible to obtain. They have the ability to bypass local optima by exploring different regions of the search space. This versatility allows them to be applied in various disciplines and problem domains such as structural optimization, scheduling, parameter estimation, and more, effectively tackling complex engineering problems [10]. The utilization of meta-heuristic optimization algorithms for determining controller parameters is increasing in popularity within engineering applications. Accurate tuning of controller parameters is a critical factor in optimizing system performance. Meta-heuristic optimization algorithms use heuristic search strategies to explore a large search space and arrive at the best solution. These algorithms measure the controller performance by trying different values of the parameters in a trial-and-error approach and try to optimize the objective function. In this way, many trials are not necessary to obtain the correct controller parameters and the manual tuning process can be automated to a large extent. Many different meta-heuristic optimization algorithms can be used to determine controller parameters. Here are examples of some commonly used algorithms: Genetic Algorithm [11], Particle Swarm Optimization [12], Artificial Bee Colony Optimization [13], Ant Colony Optimization [14], Firefly Algorithm [15], Whale Optimization Algorithm [10], Grey Wolf Optimization [16], and Cuckoo Search [17]. These are just some examples and more specific or customised meta-heuristic optimization algorithms are also available for different problems and application areas. Which algorithm to use depends on the problem structure, data, and priorities. In this study, Whale Optimization Algorithm (WOA) is used to determine the controller parameters. WOA is preferred because it is very competitive compared to state-of-the-art optimization methods [10].

The remaining sections of the paper are organized as follows. Section 2 presents the Materials and Methods. In this section, the proposed control scheme and algorithm are introduced. Section 3 includes the Simulation Results. In this section, two examples are

provided to demonstrate the effectiveness of the proposed method. The final section is the Conclusion, where the overall findings and implications of the study are summarized.

2. Materials and Methods

In this section, the proposed control scheme will be presented and the optimization algorithm and the proposed control algorithm will be explained.

2.1. Whale Optimization Algorithm

The Whale Optimization Algorithm is a swarm-based meta-heuristic algorithm developed by Mirjalili and Lewis [10] that is inspired by the hunting behavior of humpback whales. When humpback whales rise to the water surface, they employ a technique called the bubble-net method to gather their prey. This method involves creating a narrowing circle and releasing bubbles in a spiral shape to corral and concentrate their prey. By doing so, they effectively reduce the target size of their intended catch. In WOA, each agent (whale) represents a feasible solution to the optimization problem, while the best solution found so far is represented as the default best solution [18]. The algorithm begins with a user-defined number of agents and updates their positions based on the position of the currently best agent found. The search for the best solution to the problem continues until a user-defined number of iterations is reached. During each iteration, the agents explore the search space by adjusting their positions. The movement of the agents is guided by the best agent found so far, ensuring that they converge towards better solutions. The algorithm aims to iteratively improve the solutions by leveraging the interaction and communication between the agents, mimicking the collective intelligence observed in the hunting behavior of humpback whales.

The algorithm is mathematically based on prey encirclement, bubble net attack and prey search is modeled in three separate sections.

Encircling prey: After determining the best search agent that gives the best solution to the problem so far, the positions of the other search agents are updated according to the best search agent. Thus, the prey that represents the best solution is surrounded. This behavior is expressed by the following equations.

$$\vec{D} = \left| \vec{C} \cdot \vec{X}^*(t) - \vec{X}(t) \right| \quad (1)$$

$$\vec{X}(t+1) = \vec{X}^*(t) - \vec{A} \cdot \vec{D} \quad (2)$$

In Equation 1 and Equation 2, t represents the number of iterations, coefficient vectors $\vec{A}$, and $\vec{C}$, $\vec{X}^*$ represents the position vector of the best solution. The vectors $\vec{A}$ and $\vec{C}$ are calculated as follows:

$$\vec{A} = 2 \vec{a} \vec{r} - \vec{a} \quad (3)$$

$$\vec{C} = 2 \vec{r} \quad (4)$$

Here, $\vec{r}$ denotes a random vector with values in the range [0,1], and $\vec{a}$ denotes a vector decreasing from 2 to 0 over the iterations.

Bubble-net attacking method: During a bubble net attack, agents can perform either a constricting motion or a spiralling motion around the prey with equal probability. The equation used to simulate the helix-shaped movement between the whale and prey, resembling the behavior of humpback whales, is expressed as follows:

$$\vec{X}(t+1) = \vec{D} \cdot e^{bl} \cdot \cos(2\pi l) + \vec{X}^*(t) \quad (5)$$

Here $\vec{D}$ shows the difference between the search agent and the best agent obtained so far.

Search for prey: New locations of prey search agents are updated based on a randomly selected search agent rather than the best-known point. With the Equations 6 and 7, the prey search movement is mathematically provided.

$$\vec{D} = \left| \vec{C} \cdot \vec{X}_{rand} - \vec{X} \right| \quad (6)$$

$$\vec{X}(t+1) = \vec{X}_{rand} - \vec{A} \cdot \vec{D} \quad (7)$$

In Equation 6, the symbol X_{rand} represents a randomly chosen position vector of a whale from the current population. Detailed information for the whale optimization algorithm is in [10].

2.2. Proposed Control Scheme based on Smith Predictor

The PID controller is extensively utilized in the industry due to its simplicity and excellent performance [19]. However, it is important to acknowledge that the PID controller may not be suitable for effectively managing unstable, integrating, and oscillating systems, particularly when time delays are present [20]. In addition to the conventional PID control structures, various control structures are employed in process control, and among these is the Smith predictor. The Smith predictor, introduced by O. J. M. Smith [21], is widely recognized as one of the most commonly used controller structures for handling time-delayed processes. Figure 1 illustrates an enhanced version of the Smith predictor structure, which improves upon the original structure introduced in the earlier years.

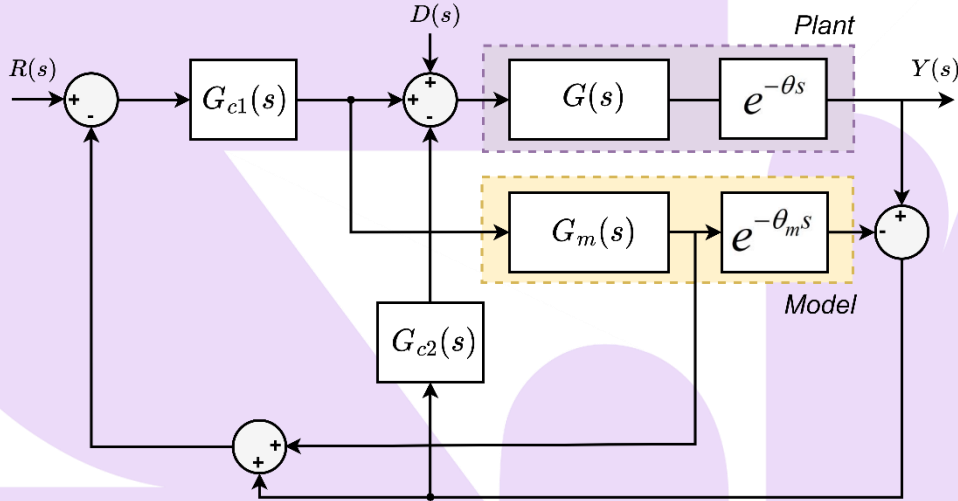


Figure 1: Smith predictor block diagram

In the scheme in Figure 1, $G_{c1}(s)$ and $G_{c2}(s)$ controllers are in the form of P and PD controllers, respectively. The equations of $G_{c1}(s)$ and $G_{c2}(s)$ controllers are given in Equation 8 and Equation 9, respectively.

$$G_{c1}(s) = K_p \quad (8)$$

$$G_{c2}(s) = K_f + K_d s \quad (9)$$

The $G_{c1}(s)$ controller provides set-point tracking control, while $G_{c2}(s)$ is useful for disturbance rejection. The model employed in the Smith predictor structure is typically assumed to be an ideal or perfect model.

Integral performance criteria are criteria used to evaluate the performance of the system over a period of time. These criteria are often used in areas such as control systems, optimization problems or system designs. Some common integral performance criteria are:

Integral Squared Error (ISE): It is calculated by integrating the square error between the system output and the target output over time. A lower ISE value represents better performance.

Integral Absolute Error (IAE): It is calculated by integrating the absolute error between the system output and the target output over time.

Integral Time-weighted Squared Error (ITSE): The time integral of the squared error between the system output and the target output is also calculated by multiplying the square of the system input.

Integral Time-weighted Absolute Error (ITAE): It is calculated the time integral of the absolute error between the output of the system and the target output and weights this integral value over time. ITAE is calculated as follows:

$$J_{ITAE} = \int_0^t t |e(t)| dt \quad (10)$$

In the proposed method, ITAE performance criterion is used as the objective function. The block diagram of the proposed method is shown in Figure 2. The error in the control system is evaluated in the objective function in the optimization algorithm. Optimization continues by minimizing the error in each iteration. When the specified number of iterations is completed, the optimal controller parameters are determined.

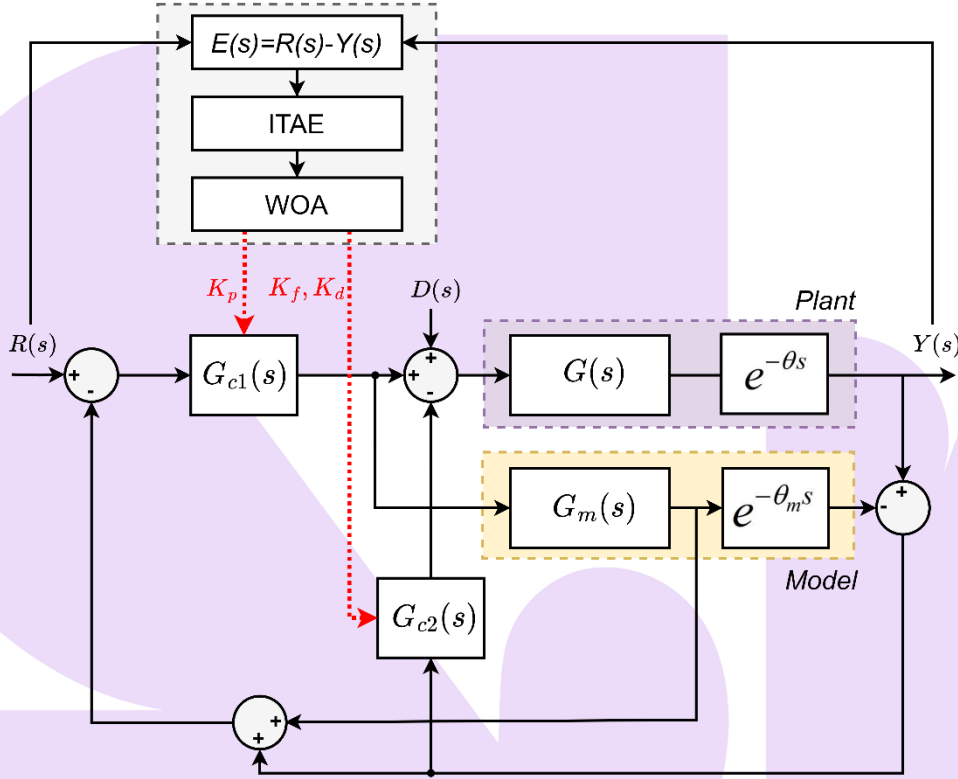


Figure 2: Proposed control block diagram with WOA

3. Simulation Results

Two examples are presented in this section to evaluate the performance of the proposed method. The presented example systems are analyzed for set-point tracking, disturbance rejection performance, and control signal performance.

Example 1: The model given below is a commonly used model to explain the behaviour of liquid level processes. This model was reported by Karan and Dey [5] and is popular in process control applications.

$$G(s) = \frac{0.37}{s} e^{-0.55s} \quad (11)$$

Karan and Dey [5] determined the controller transfer functions as follows: $G_{c1}=19.30$, $G_{c2}=2.41(1+0.14s)$. According to the proposed method, the optimization algorithm is run 10 times and the controller parameters that provide the smallest objective function value are determined. In the algorithm, the number of population was set to be 30 and the number of iteration to be 50. In the simulation study, the limit values of the controller parameters K_p , K_f , and K_d are set as follows: lower bounds [0 0 0], and upper bounds [50 50 50]. The P-PD controller parameters obtained from the application of the proposed method were determined as $K_p=50$, $K_f=4.0406$, and $K_d=1.1246$. After running the algorithm ten times, the smallest objective function value was 0.4273, and the convergence curve of this simulation is given in Figure 3. When the figure is examined, it is seen that the algorithm has a very fast convergence curve.

Figure 4 illustrates the unit-step responses of the closed-loop systems obtained using both Karan and Dey's method and the proposed method. The disturbance rejection performance in both methods is evaluated using a unit step response at $t=15s$. When Figure 4 is analyzed, it is seen that both methods do not have a maximum overshoot in terms of set-point tracking, and the proposed method has a faster settling time. In addition, when comparing the disturbance rejection performance, it is noteworthy that the proposed method not only has a shorter settling time but also a smaller magnitude. Figure 5 illustrates the control signals of the two compared methods. It can be observed that the proposed method provides an appropriate control signal.

Example 2: An integrating process with time delay model in Equation 12 is chosen for second example. The process was studied by Gun-Baek So [9]. The purpose of choosing this process model is that it has a longer time delay than the first example.

$$G(s) = \frac{0.5}{s} e^{-2s} \quad (12)$$

So [9] in his study, he performed control with a control structure that includes a set-point filter and a PID controller. In So's work, the PID controller parameters and set-point filter parameters are specified as: $K_c=0.8511$, $T_i=8.0860$, $T_d=0.7201$, $T_c=2.3620$, and $b=0.44$. Like the first example, the proposed algorithm was run 10 times, and the minimum objective function value was determined as 14.4776. The iteration number was set to 50, and the population size was chosen as 30. The controller parameters were obtained as follows: $K_p=50$, $K_i= 0.7870$, and $K_d= 0.7017$. The lower bounds of the controller parameters in Example 2 are set at [0 0 0] and the upper bounds at [50 50 50]. In Figure 6, the convergence curve for this example is given and it is seen that it converges to the value at about the 15th iteration.

According to the determined controller parameters, the unit-step output responses of the system are obtained as in Figure 7. It is clear from the figure that there is no maximum overshoot with the proposed method and So's method, while So's method has a rather slow settling time. While the rise and settling times were 4.65s and 10.403s, respectively, in So's method, the rise and settling times were 0.0879s and 2.15s with the proposed method. The disturbance rejection performance is evaluated using a unit step response at $t=30$ s. In terms of disturbance rejection performance, the proposed method outperformed So's method in terms of both settling time and overshoot. Control signal outputs of the processes are also presented in Figure 8.

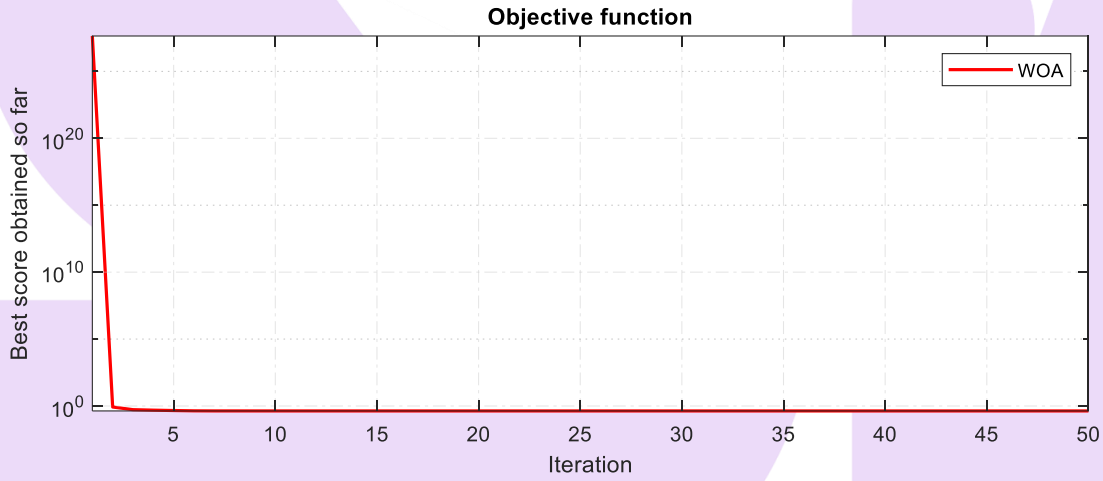


Figure 3: Convergence curve of proposed method for Example 1

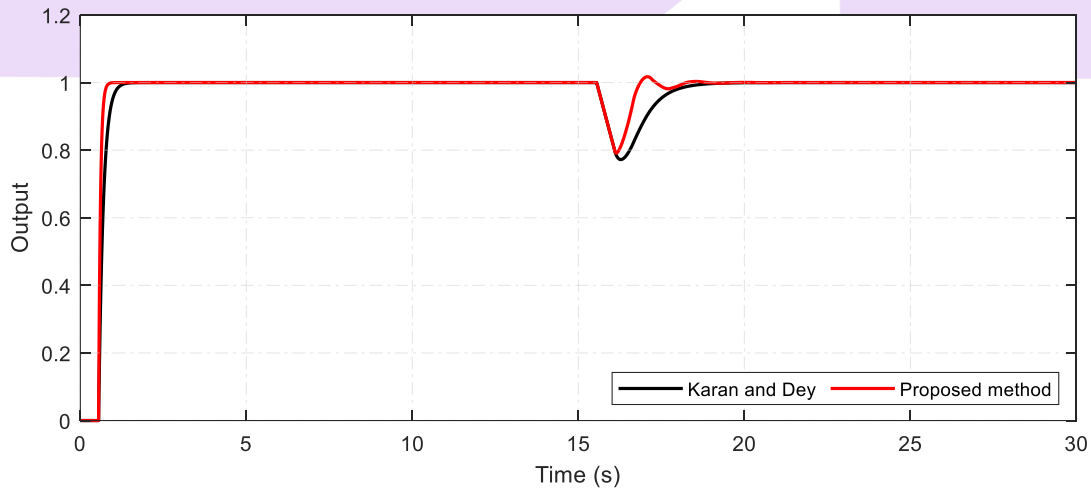


Figure 4: System output responses for Example 1

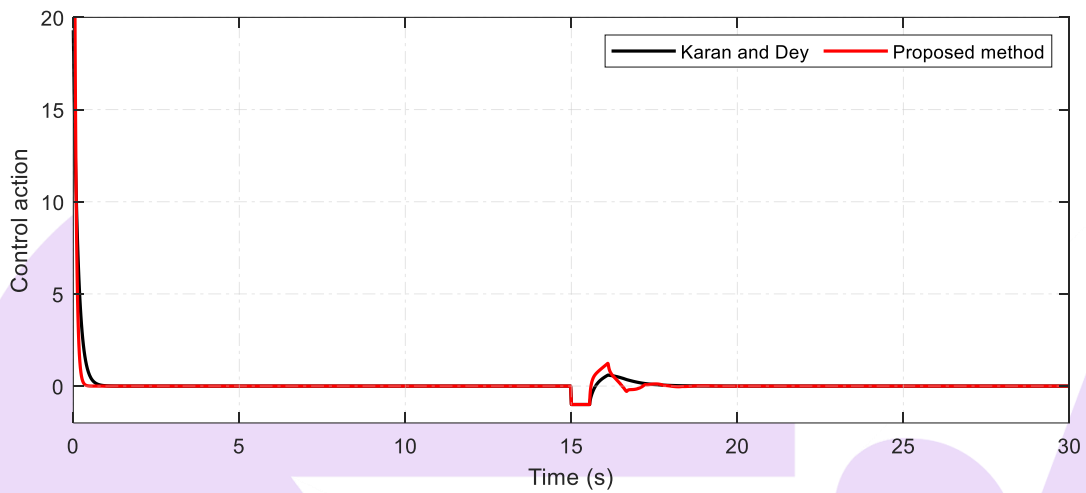


Figure 5: Control signals of systems for Example 1

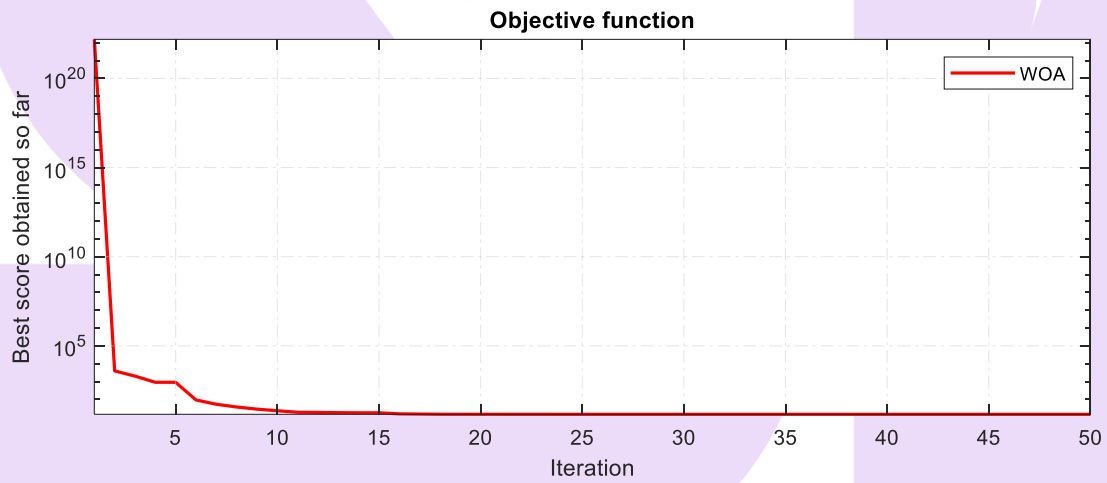


Figure 6: Convergence curve of proposed method for Example 2

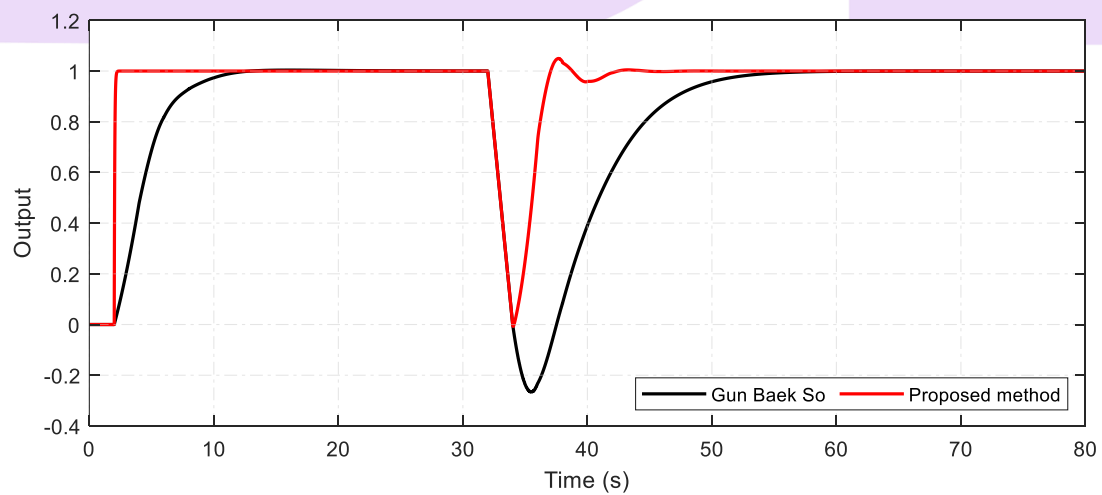


Figure 7: System output responses for Example 2

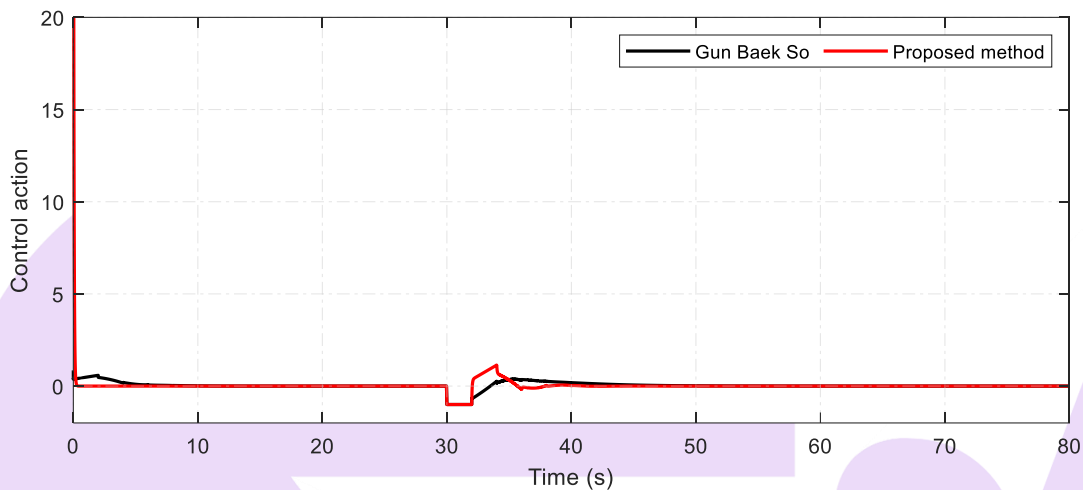


Figure 8: Control signals of systems for Example 1

4. Conclusions

In this paper, a Smith predictor-based control algorithm is presented for the control of pure integrating processes with time delay. In order to determine the P-PD controller parameters in the Smith predictor structure, an objective function was generated according to the ITAE performance criterion. This objective function is combined with WOA to obtain a control algorithm for determining optimal controller parameters.

The proposed control method is being compared to some studies published in the literature in the two examples presented. As a result of the analysis, it was seen that the proposed method improves the transient response of the system in the control of pure integrating processes with time delay. In addition, it has been observed that the systems controlled by the proposed method increase the disturbance rejection performance. As a result, a control algorithm for the control of pure integrating processes with time delay is presented to the literature.

5. References

- [1] S. Chakraborty, S. Ghosh, and A. K. Naskar, "All-PD control of pure integrating plus time-delay processes with gain and phase-margin specifications," *ISA transactions*, vol. 68, pp. 203-211, 2017.
- [2] S. E. Hamamci and M. Koksul, "Calculation of all stabilizing fractional-order PD controllers for integrating time delay systems," *Computers & Mathematics with Applications*, vol. 59, no. 5, pp. 1621-1629, 2010.
- [3] C. Dey, R. K. Mudi, and P. K. Paul, "A non-linear PD controller for pure integrating process with delay," in *2012 7th International Conference on Electrical and Computer Engineering*, 2012, pp. 783-786: IEEE.
- [4] S. Karan and C. Dey, "Improved disturbance rejection with modified Smith predictor for integrating FOPTD processes," *SN Applied Sciences*, vol. 1, no. 10, p. 1168, 2019.
- [5] S. Karan and C. Dey, "Modified Smith predictor-based P-PD control for pure integrating delay dominated processes," *The Canadian Journal of Chemical Engineering*, vol. 100, no. 10, pp. 2928-2943, 2022.
- [6] I. Kaya, "Optimal PI-PD controller design for pure integrating processes with time delay," *Journal of Control, Automation and Electrical Systems*, vol. 32, no. 3, pp. 563-572, 2021.
- [7] P. K. Paul, C. Dey, and R. K. Mudi, "IMC-PID controller for pure integrating process with large dead time," in *Proceedings of The 2014 International Conference on Control, Instrumentation, Energy and Communication (CIEC)*, 2014, pp. 76-80: IEEE.
- [8] F. Peker and I. Kaya, "Integral-proportional derivative (I-PD) controller tuning for pure integrating processes with time delay," in *2019 International Conference on Applied Automation and Industrial Diagnostics (ICAAID)*, 2019, vol. 1, pp. 1-6: IEEE.
- [9] G.-B. So, "Design of linear PID controller for pure integrating systems with time delay using direct synthesis method," *Processes*, vol. 10, no. 5, p. 831, 2022.
- [10] S. Mirjalili and A. Lewis, "The whale optimization algorithm," *Advances in engineering software*, vol. 95, pp. 51-67, 2016.
- [11] J. H. Holland, *Adaptation in natural and artificial systems: an introductory analysis with applications to biology, control, and artificial intelligence*. MIT press, 1992.
- [12] R. Eberhart and J. Kennedy, "A new optimizer using particle swarm theory," in *MHS'95. Proceedings of the sixth international symposium on micro machine and human science*, 1995, pp. 39-43: Ieee.
- [13] D. Karaboga, "An idea based on honey bee swarm for numerical optimization," Technical report-tr06, Erciyes university, engineering faculty, computer ...2005.
- [14] M. Dorigo, "Optimization, learning and natural algorithms," *Ph. D. Thesis, Politecnico di Milano*, 1992.
- [15] X.-S. Yang, "Firefly algorithms for multimodal optimization," in *International symposium on stochastic algorithms*, 2009, pp. 169-178: Springer.

- [16] S. Mirjalili, S. M. Mirjalili, and A. Lewis, "Grey wolf optimizer," *Advances in engineering software*, vol. 69, pp. 46-61, 2014.
- [17] X.-S. Yang and S. Deb, "Cuckoo search via Lévy flights," in *2009 World congress on nature & biologically inspired computing (NaBIC)*, 2009, pp. 210-214: Ieee.
- [18] F. S. Gharehchopogh and H. Gholizadeh, "A comprehensive survey: Whale Optimization Algorithm and its applications," *Swarm and Evolutionary Computation*, vol. 48, pp. 1-24, 2019.
- [19] B. Guo, Z. Zhuang, J.-S. Pan, and S.-C. Chu, "Optimal design and simulation for PID controller using fractional-order fish migration optimization algorithm," *IEEE Access*, vol. 9, pp. 8808-8819, 2021.
- [20] I. Kaya, "A PI-PD controller design for control of unstable and integrating processes," *ISA transactions*, vol. 42, no. 1, pp. 111-121, 2003.
- [21] O. J. Smith, "A controller to overcome dead time," *ISA journal*, vol. 6, no. 2, pp. 28-33, 1959.

IMPACT OF PARAMETER VARIATIONS ON REACHABILITY SETS OF AERODYNAMIC INTERCEPTORS

Tuğba Bayoğlu¹, Gökcan Akalın²

^{1,2} PLANA, Flight Control Law Engineer, Republic of Korea

¹ ORCID ID: 0009-0003-2869-2328, tubabayoglu@gmail.com

² ORCID ID: 0009-0005-6498-0962, gokcanakalin@gmail.com

* Corresponding Author

Abstract

This paper presents an investigation regarding the impact of parameter variations on the reachability set of an aerodynamic interceptor. The study recognizes the inherent uncertainties and variations in system dynamics that the interceptor is subjected to. By analyzing the fundamental aspects of these effects, the paper sheds light on the significant changes that can occur in the reachability set as a result of parameter variations. In particular, the study focuses on examining the influence of parameter variations on the minimum and maximum boundaries of the reachable set. To generate the reachability boundaries, which represent the kinematic capabilities of a realistic interceptor model, an offline approach suggested in a previous work of the authors is utilized [1]. The findings of this investigation contribute to a better understanding of the impact of parameter variations on the reachability set.

Keywords: Reachability analysis, model predictive programming, aerodynamic interceptor.

1. Introduction

Over the past few decades, the expanding threat landscape has necessitated the existence of air defense systems against a wide range of targets, including those that are difficult to detect and track, leading to performance degradation. To overcome these challenges, a coordinated approach utilizing the kinematic capabilities of interceptors has emerged as a promising solution. To effectively implement such an approach, it is crucial to accurately forecast the kinematic capabilities, represented by reachable sets, of interceptors under various flight conditions. While the approach for approximating reachable sets for aerodynamic interceptors has been previously discussed in the authors' previous work [1], this paper specifically focuses on investigating the impact of parameter variations, including aerodynamic drag coefficients, thrust, and autopilot dynamics, on the reachability set of aerodynamic interceptors. By examining the effects of these variations, valuable insights can be gained regarding the sensitivity of the reachable set boundaries in different operational scenarios.

The computation of realistic reachable sets plays a crucial role in designing reachability-based midcourse guidance laws. Previous literature predominantly relies on numerical computation techniques, which approximate the reachable set using predefined geometries. These methods are often based on geometric approximations such as ellipsoids [6], polytopes [8], and zonotopes [5], but they suffer from challenges such as growing set size at each iteration, over-approximation, and computational complexity.

While the aforementioned methods are suitable for linear systems, nonlinear systems generally exhibit nonconvex reachable sets, for which there are fewer studies available in the literature. Research listed on reference [2] to [4] presents method for reachable set computation for nonlinear systems. This study computes reachable sets for nonlinear systems using an optimal control-based approach with terminal constraints. The method incorporates acceleration demand minimization with defined acceleration limits at each time step, aiming to minimize the kinematic energy loss of the interceptor.

Unlike conventional methods that rely on predefined geometries or grid point positions, the approach utilized in this study employs a simple directional search technique to calculate the maximum and minimum range reachability boundaries. By integrating the MPP technique with input constraints, reachability boundaries are generated. The impact of parameter variations, including aerodynamic drag coefficients, thrust, and autopilot dynamics, is systematically investigated by individually changing each parameter by 10 percent. This analysis provides insights into how variations in these parameters affect the reachability set, allowing for an understanding of the reachability boundaries' sensitivity to parameter variations.

This paper has 5 sections. Section 2 shows the nonlinear interceptor's system model. Section 3 summarizes reachability set generation. Section 4 describes the effect of parameter variations on reachability set. Section 5 concludes the approach and application.

2. Modelling

2.1. Mathematical Model of the Interceptor

A 3D mathematical model is built for non-ideal interceptor responses. The coordinate axis of wind frame $\mathcal{F}_W$ and inertial frame $\mathcal{F}_I$ are shown in Figure 1. The velocity vector $\vec{V}_M$ is in the direction of $\vec{u}_1^W$.

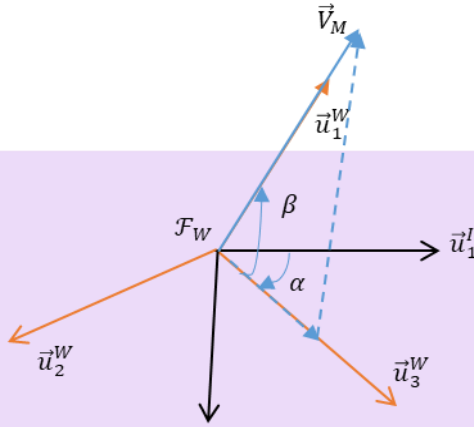


Figure 1: Representation of Interceptor Velocity Vector

The interceptor model can be represented as shown below:

$$\dot{\bar{x}} = \begin{bmatrix} \dot{R}_{M_x} \\ \dot{R}_{M_y} \\ \dot{R}_{M_z} \\ \dot{V}_M \\ \dot{\alpha} \\ \dot{\beta} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} V_M \cos \beta \cos \alpha \\ V_M \cos \beta \sin \alpha \\ -V_M \sin \beta \\ a_{M_x}^W \\ a_{M_y}^W \\ \frac{a_{M_y}^W}{V_M \cos(\beta)} \\ -\frac{a_{M_z}^W}{V_M} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} V_M \cos \beta \cos \alpha \\ V_M \cos \beta \sin \alpha \\ -V_M \sin \beta \\ T - 0.5\rho V_M^2 S_{ref} C_X(a_{M_y}^W, a_{M_z}^W, V_M) \\ m \\ \frac{a_{M_y}^W}{V_M \cos \beta} \\ -\frac{a_{M_z}^W}{V_M} \end{bmatrix} - g \sin \beta$$

Interceptor acceleration responses are assumed to be first order system models due to autopilot dynamics. Therefore, pitch and yaw acceleration responses are added as new state variables. The discretized non-ideal interceptor model is represented as shown below:

$$\bar{x}(k+1) = \begin{bmatrix} R_{M_x}(k+1) \\ R_{M_y}(k+1) \\ R_{M_z}(k+1) \\ V_M(k+1) \\ \alpha(k+1) \\ \beta(k+1) \\ a_{M_y}^W(k+1) \\ a_{M_z}^W(k+1) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_{M_x}(k) + V_M(k) \cos(\beta(k)) \cos(\alpha(k)) \Delta t \\ R_{M_y}(k) + V_M(k) \cos(\beta(k)) \sin(\alpha(k)) \Delta t \\ R_{M_z}(k) - V_M(k) \sin(\beta(k)) \Delta t \\ V_M(k) + \frac{T - 0.5\rho V_M^2 S_{ref} C_X(a_{M_y}^W(k), a_{M_z}^W(k), V_M(k))}{m} \Delta t - g \sin(\beta(k)) \Delta t \\ \alpha(k) + \frac{a_{M_y}^W(k)}{V_M(k) \cos(\beta(k))} \Delta t \\ \beta(k) - \frac{a_{M_z}^W(k)}{V_M(k)} \Delta t \\ a_{M_y}^W(k) e^{-\frac{\Delta t}{\tau}} + a_{M_{y,c}}^W(k) \left(1 - e^{-\frac{\Delta t}{\tau}}\right) \\ a_{M_z}^W(k) e^{-\frac{\Delta t}{\tau}} + a_{M_{z,c}}^W(k) \left(1 - e^{-\frac{\Delta t}{\tau}}\right) \end{bmatrix}$$

The input vector is defined as follows:

$$\bar{u}(k) = \begin{bmatrix} a_{M_{y,c}}^W(k) \\ a_{M_{z,c}}^W(k) \end{bmatrix}$$

2.2. Aerodynamic Drag Modelling

The interceptor model incorporates the influence of aerodynamic drag, which is contingent upon the acceleration response and Mach number. Consequently, the drag model encompasses both the energy loss resulting from acceleration and the contribution of base drag. The drag model can be expressed as follows, accounting for the combined effects of acceleration and base drag:

$$C_X(a_{M_y}^W, a_{M_z}^W, V_M) = C_{X_0}(V_M) + C_{X_a}(V_M) \sqrt{a_{M_y}^{W^2} + a_{M_z}^{W^2}}$$

3. Reachable Set Generation

In this study, reachable sets are generated by the approach mentioned in [1]. Minimum and maximum range reachability boundaries are determined by the input constrained MPP-based reachable set computation procedure. The cost function is minimized to generate a smaller total control command effort for the complete flight duration while satisfying inequality constraints related to control command magnitudes and equality constraints related to the final position. The input constrained model predictive approach for the equality constraint of a single terminal position is summarized in Figure 2. The detailed derivations of input constrained MPP are given in [1].

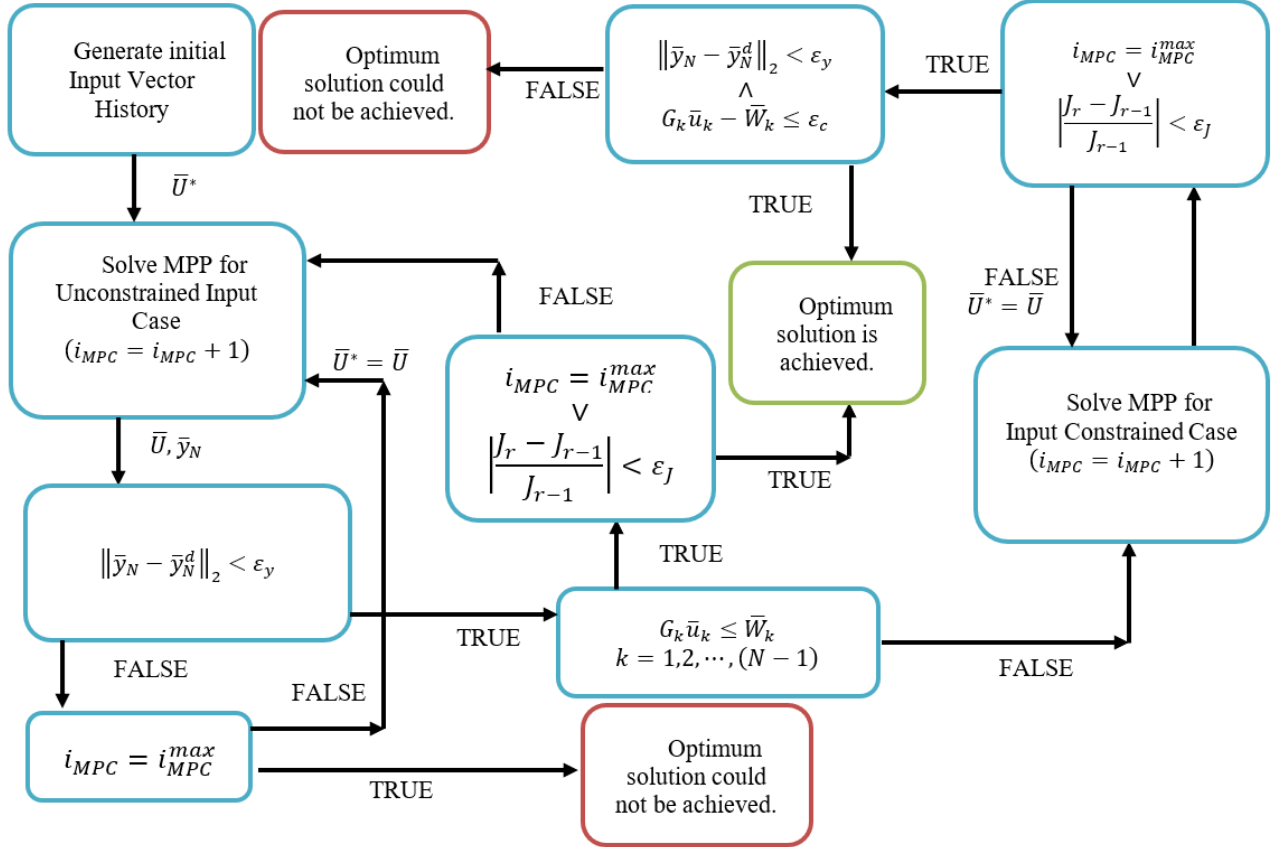


Figure 2. Flowchart of MPP Computation

In this study, the computation of reachability boundaries is conducted for various finite flight durations and different initial flight conditions. Specifically, a chosen initial flight condition consists of parameters such as initial flight path angle, initial altitude, initial time, initial velocity magnitude and search angles. Search directions for determining boundaries of the reachable set are defined with respect to $\mathcal{F}_W$. The terminal position is determined along the first unit vector of the frame $\mathcal{F}_S$ ($\bar{u}_1^S$) which is obtained through successive rotations about the frame $\mathcal{F}_I$ as described by the Rodrigues formulation as shown below:

$$\mathcal{F}_W \rightarrow \mathcal{R}(\bar{u}_3^I, \alpha_s) \rightarrow \mathcal{F}_H \rightarrow \mathcal{R}(\bar{u}_2^H, \beta_s) \rightarrow \mathcal{F}_S$$

Here, $\mathcal{R}(\bar{u}_2^H, \beta_s)$ represents a rotation matrix that defines the transformation from frame $\mathcal{F}_H$ to frame $\mathcal{F}_S$. It is given by the matrix:

$$\mathcal{R}(\bar{u}_2^H, \beta_s) = \begin{bmatrix} \cos(\beta_s) & 0 & \sin(\beta_s) \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin(\beta_s) & 0 & \cos(\beta_s) \end{bmatrix}$$

Similarly, the rotation matrix $\mathcal{R}(\bar{u}_3^I, \alpha_s)$ represents the rotation matrix obtained by rotating frame $\mathcal{F}_W$ along $\bar{u}_3^I$ of frame $\mathcal{F}_I$. By utilizing these transformation matrices, the desired terminal position in the inertial frame can be expressed in terms of the range (R), α_s and β_s . This representation allows for determination of the terminal position in relation to the flight parameters and search directions. Figure 3 shows successive rotations between $\mathcal{F}_W$ and $\mathcal{F}_S$, highlighting the transformation process involved.

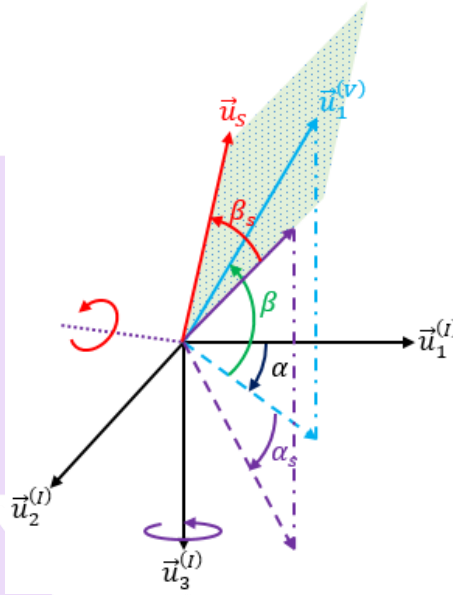


Figure 3: Search Direction

For a given flight duration and initial flight condition, the reachability boundaries for the minimum flight range are determined through a two-step process. Firstly, an initial guess for the terminal position of the interceptor is propagated in backward search direction using a specified step size. The same procedure is implemented in forward search direction to compute the boundary of reachable set for the maximum range. Then, terminal positions that can be reached by the interceptor are considered to be members of the reachable set. The procedure is performed for different search directions. The process is illustrated in Figure 4, where the blue line represents the case where the search angles are zero, indicating the direction of the interceptor's initial velocity vector.

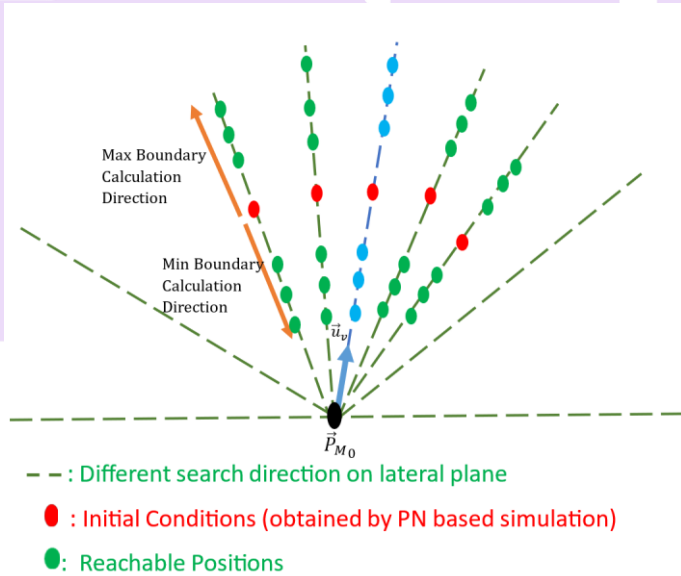


Figure 4: Procedure for Reachability Boundary Search

In addition to initial flight conditions, flight duration and search directions are also defined. Then, the reachability for the desired terminal position along the search direction is assessed using the model predictive programming (MPP) approach. The input vector history is updated at each MPP iteration. The terminal positional error, represented as the Euclidean norm of the difference between the computed terminal position and the desired terminal position, is evaluated to check whether the error stays within a specified tolerance ϵ_{tol} ($\|\bar{y}_N - \bar{y}_N^d\|_2 < \epsilon_{tol}$).

Additionally, elements of the input vector ($G_k \bar{u}_k - \bar{W}_k \leq \epsilon_c$) are checked for possible activation of input constraints. If inequality constraints for the input vector and equality constraints for the terminal position are both satisfied, the updated terminal position is considered as a candidate for the maximum or minimum range reachability boundary. This process is iteratively repeated until the interceptor is unable to reach the updated terminal position or fails to find a feasible input vector that satisfies $G_k \bar{u}_k - \bar{W}_k \leq \epsilon_c$. The

overall process for obtaining the reachability set, denoted as $\{R_{minreach}, R_{maxreach}\}$, and the associated reachability boundaries is illustrated in Figure 5.

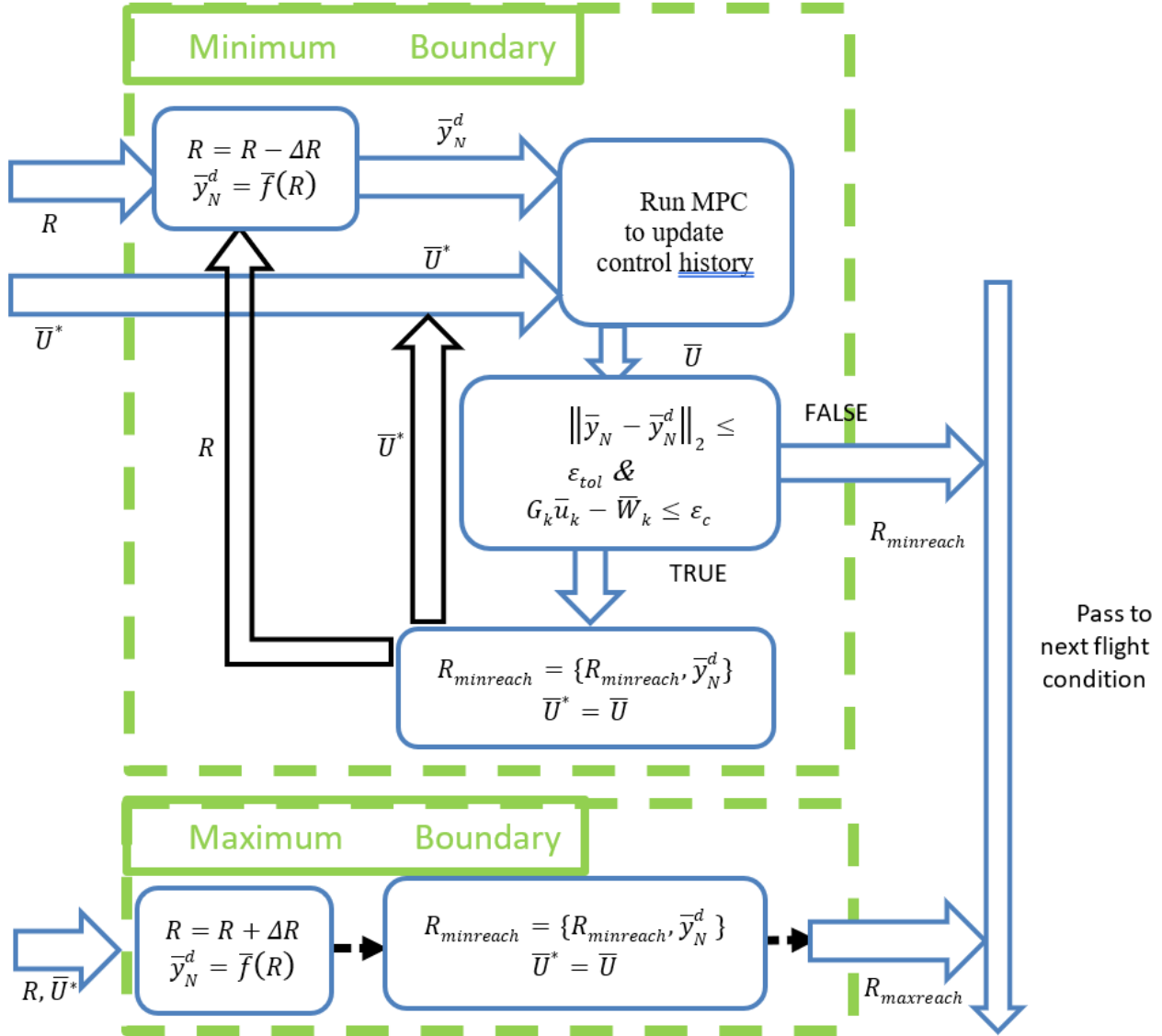


Figure 5: Procedure for Reachability Boundary Calculation

Reachability boundaries for example flight conditions shown in Table 1 are computed. Figure 6 shows the reachable set boundaries for the selected initial condition. Yellow and blue surfaces represent maximum and minimum reachability boundaries for given a set of (α_s, β_s) . Red lines represent reachability boundaries for different α_s values. Figure 7 shows reachable points; black markers represent reachable points and the blue lines represent reachability boundaries for different α_s values.

Table 1: Initial Conditions

β_0	40°
h_0	0 m
V_{M0}	200 m/s
t_{go}	15 s
α_s	0°, 20°, 40°, 60°, 80°
β_s	-30°, -15°, 0°, 15°, 30°

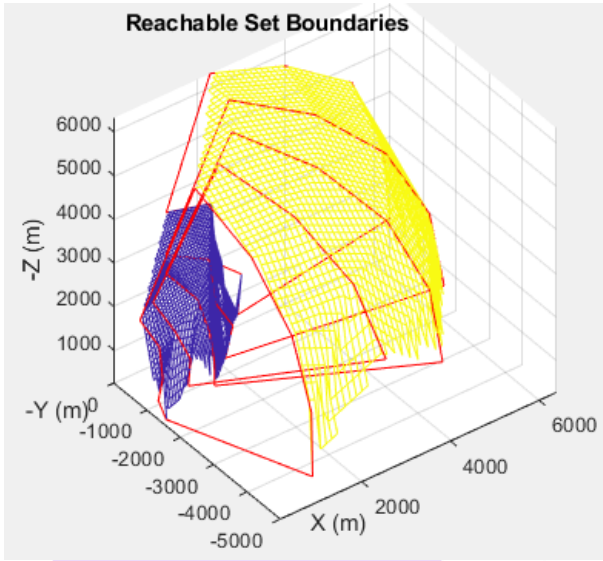


Figure 6: Reachability Boundaries For The Selected Initial Condition

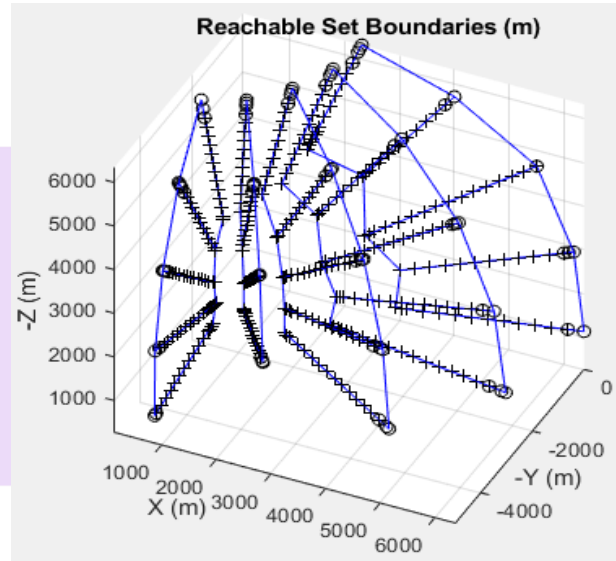


Figure 7: Reachable Points For The Selected Initial Condition

Figure 8 shows lateral acceleration commands for $\alpha_s = 0^\circ$ and $\beta_s = 0^\circ$. Blue and pink lines represent the first and second MPP iteration results respectively. Black lines represent the upper and lower acceleration limits. Figure 9 shows the trajectories for the first and second MPP iteration and the desired terminal position.

It should be noted that input constrained MPP calculation starts if the terminal position error of unconstrained MPP solution is smaller than the acceptable tolerance value and if the resultant input vector exceeds acceleration limits as shown in Figure 8. Since input vectors obtained from the unconstrained MPP solution exceed the upper acceleration limit to reach the desired terminal position, input constrained MPP calculations are carried out to find Lagrange multipliers related to input constraints. Figure 8 and Figure 9 demonstrate that the input constrained MPP approach modifies the initial input vector to satisfy both terminal position constraint and input constraints.

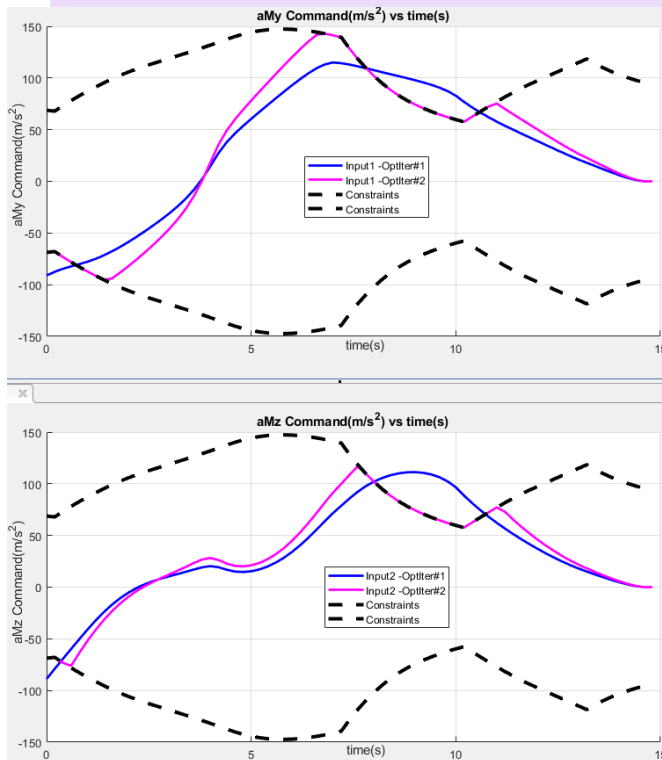


Figure 8: Lateral Acceleration Commands in Wind Frame

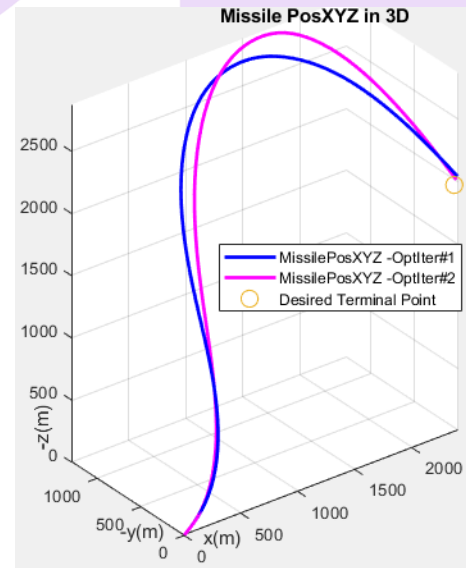


Figure 9: Interceptor Position

Figure 10 and Figure 11 show the maximum and minimum reachability boundary for the 15 seconds flight duration case in 3D and in 2D (X-Y).

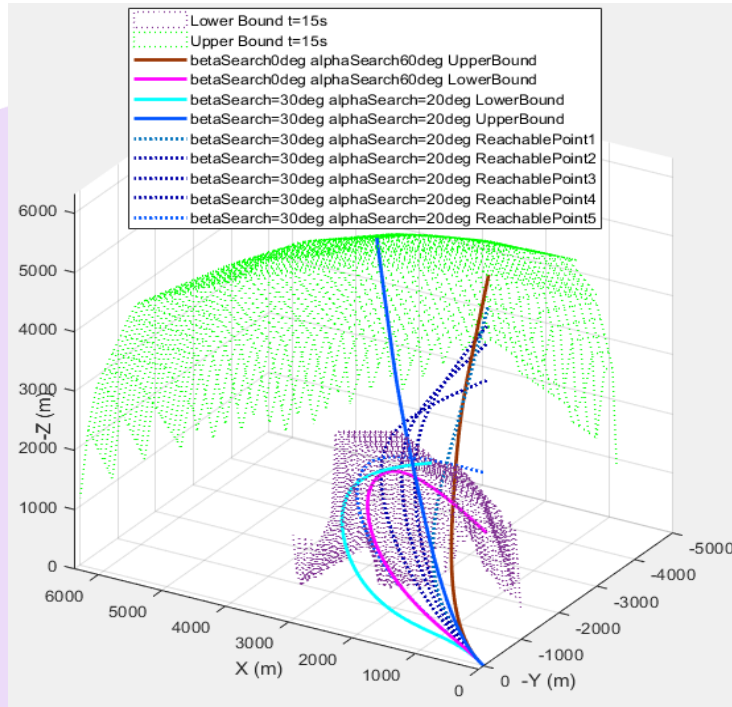


Figure 10: Reachable Set Boundary in 3D For Flight Duration=15 sec

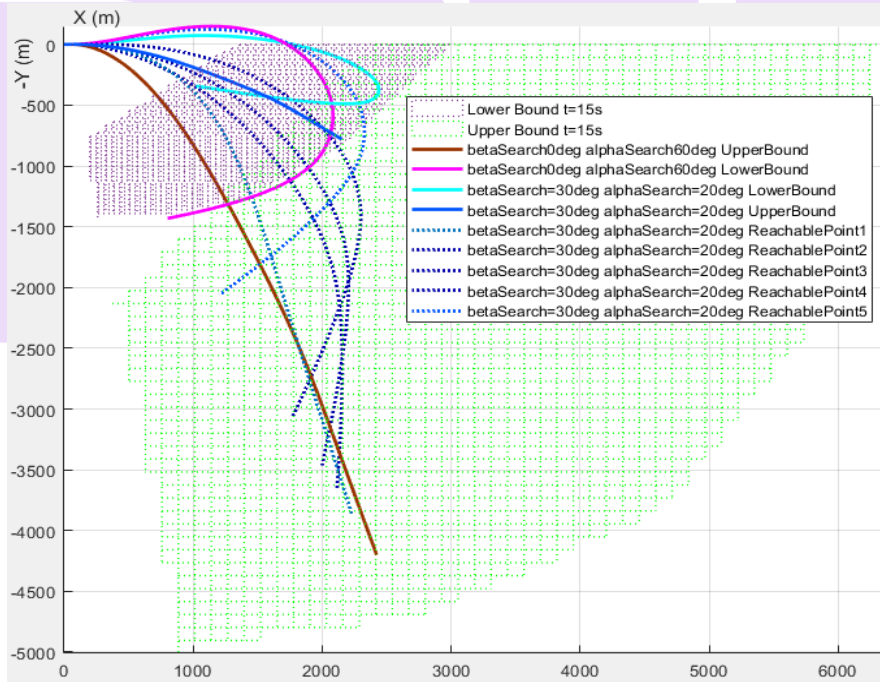


Figure 11: Reachable Set Boundary in X-Y Plane For Flight Duration=15 sec

4. Effect of Parameter Variation on Reachable Set

In this section, an investigation is conducted to explore the effects of flight duration and initial flight path angle on the reachable set of the aerodynamic interceptor. The analysis aims to understand how variations in these parameters impact the characteristics and boundaries of the reachable set. Furthermore, the sensitivity of the reachable set to variations in system parameters, including drag coefficients, thrust, and autopilot dynamics, is examined. By systematically varying these parameters, the study assesses their influence on the reachable set.

4.1. Effect of Flight Duration and Initial Flight Path Angle

Figure 12 shows the maximum range reachability boundaries for different flight durations. The figure shows that as long as the interceptor has enough energy, it can go longer distances if the flight time increases. Therefore, the maximum range reachability boundary expands with increasing flight duration. Figure 13 and Figure 14 show reachability boundaries for different initial path angles. These figures show that reachability boundaries expand with higher β_0 angles, particularly in terms of reaching higher altitudes. It is important to highlight that both the shape and area of the reachable set are significantly influenced by variations in t_{go} (time to go) and β_0 . Consequently, when incorporating the reachable set into the guidance computer, it is crucial to define it for different initial β_0 values, as well as initial height and time to go parameters.

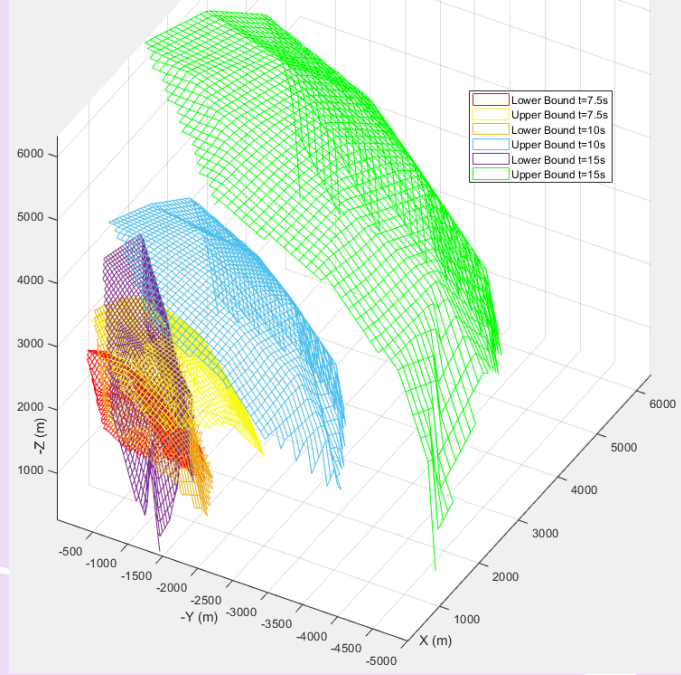


Figure 12: Reachable Set Boundary for Different Flight Duration

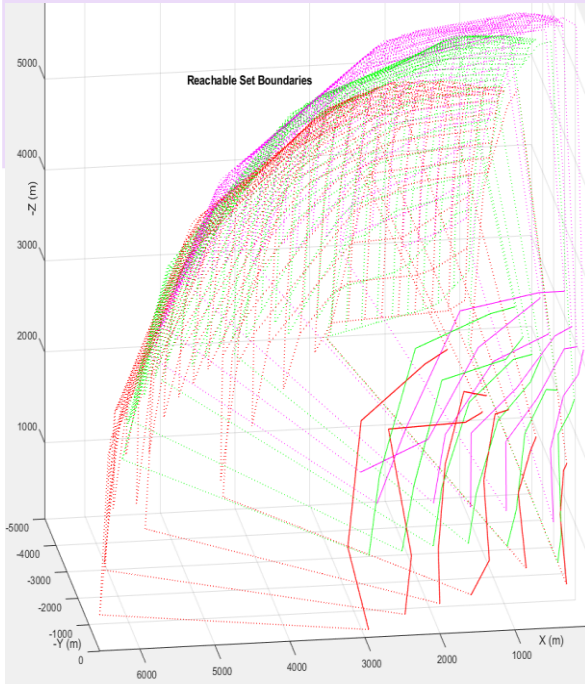


Figure 13: Reachable Set Boundary for Different Initial Flight Path Angle

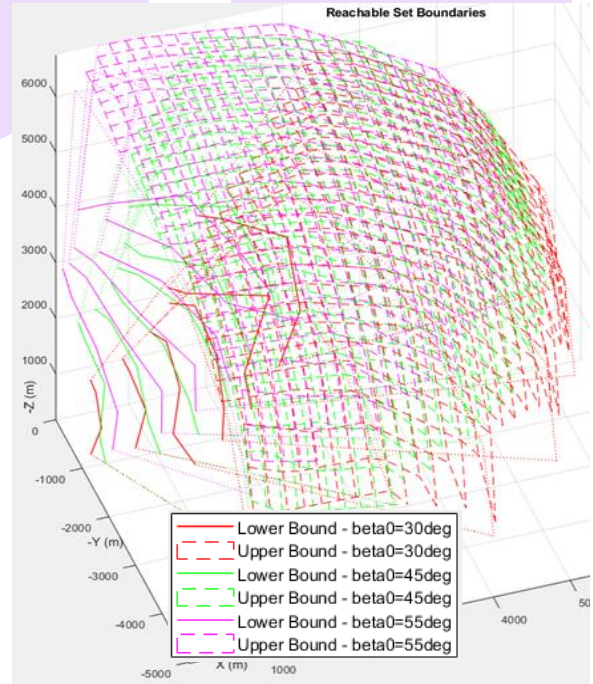


Figure 14: Reachable Set Boundary for Different Initial Flight Path Angle

In order to assess the sensitivity of the reachable set to different parameters, a series of simulations were conducted, encompassing various perturbations as detailed in

Table 2. The variations were specifically introduced in the form of adjustments to drag coefficients, thrust, and the autopilot time constant.

Table 2: Different Perturbation Cases

Scenario Description	Perturbed Parameter	Scenario #	Perturbation Percentage
Nominal	-	1	-
Base Drag Coefficient Variation	$C_{x,0}$	2	-20%
		3	-10%
		4	+10%
		5	+20%
Acceleration Related Drag Coefficient Variation	$C_{x,a}$	6	-20%
		7	-10%
		8	+10%
		9	+20%
Pulse 1 Thrust Variation	T_{p1}	10	-20%
		11	-10%
		12	+10%
		13	+20%
Autopilot Time Constant Variation	τ_{AP}	14	-20%
		15	-10%
		16	+10%
		17	+20%

4.2. Effect of Base Drag Coefficient and Acceleration Related Drag Coefficient

Figure 15 and Figure 16 showcase boundaries of reachable sets corresponding to different base drag and acceleration related drag values respectively. Notably, it is evident that the maximum reachability boundary expands for scenarios labeled as Sc2 and Sc3 in Figure 15 and Sc6 and Sc 7 in Figure 16. This outcome aligns with expectations, as lower drag values contribute to reduced drag experienced by the interceptor, thereby enabling it to maintain higher energy levels.

Table 3 and Table 4 present the percentage variations of the minimum and maximum boundary values, respectively, compared to the nominal condition (Sc1). These percentage values quantify the extent of deviation from the nominal condition for each boundary parameter. Notably, the results indicate that parameter variations affect both minimum and maximum range reachability boundaries, while the impact on the maximum boundaries is relatively smaller. This phenomenon can be expected, since inequality input constraints are much frequently activated for the minimum range reachability boundaries, because the system tries to vent excessive energy by generating higher acceleration commands to reach closer terminal positions (with respect to the initial position) for the same flight duration. Additionally, results show that minimum and maximum boundary variations are almost the same for all directions of the inertial frame. This phenomenon implies that the minimum and maximum range reachability boundaries are enlarged and contracted in all directions with almost the same scale factors; therefore, their shapes are preserved while area of reachability boundaries are increased or decreased.

Table 3: Percentage of Minimum Boundary Variations

Sc	x	y	z
2	6.58	6.58	6.58
3	5.10	5.10	5.10
4	5.02	5.02	5.02
5	6.49	6.49	6.49
6	6.49	6.49	6.49
7	2.59	2.59	2.59
8	3.95	3.95	3.95
9	5.81	5.81	5.81

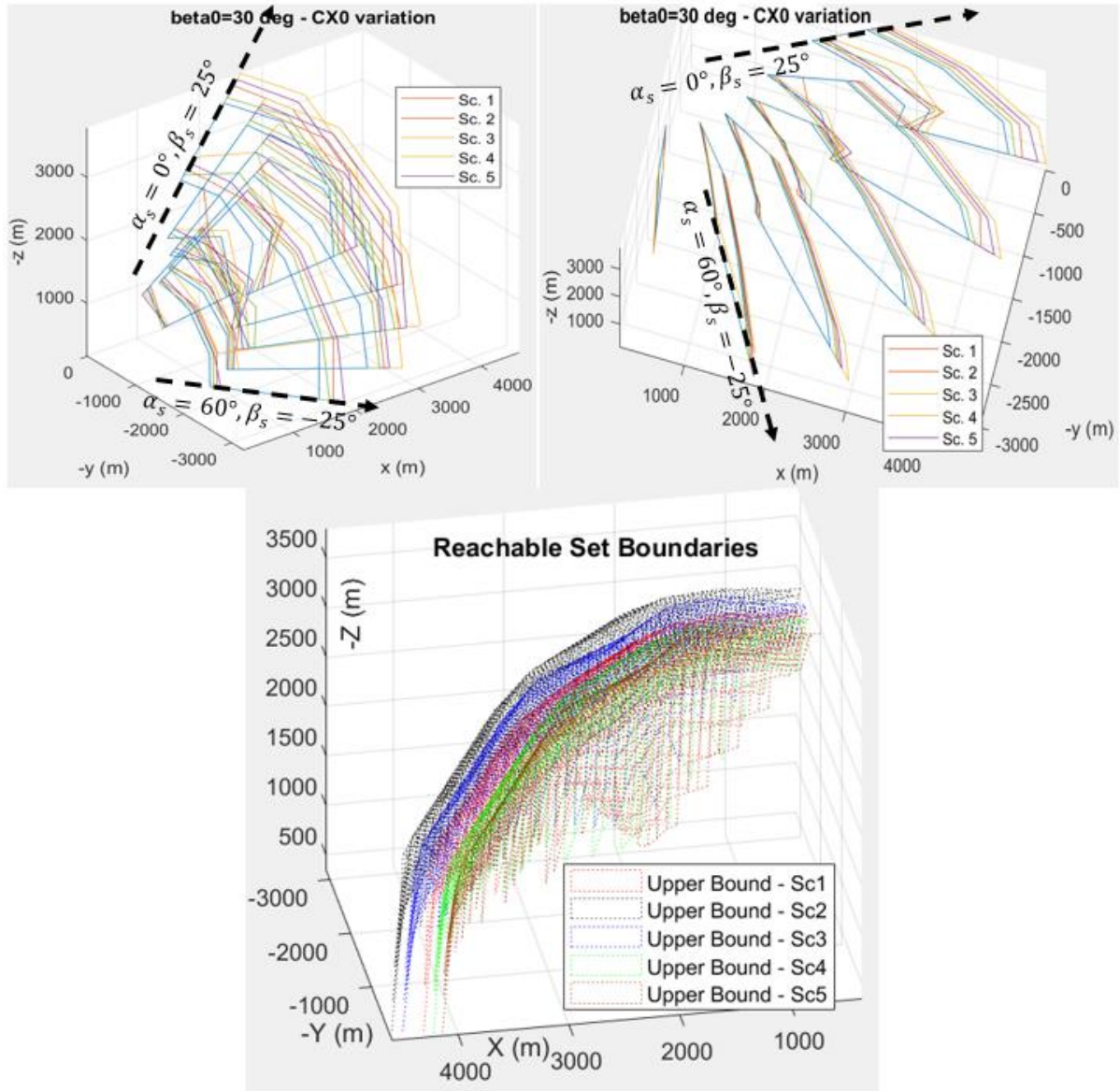


Figure 15: Effect of Base Drag Coefficient Variation on Reachability Boundaries

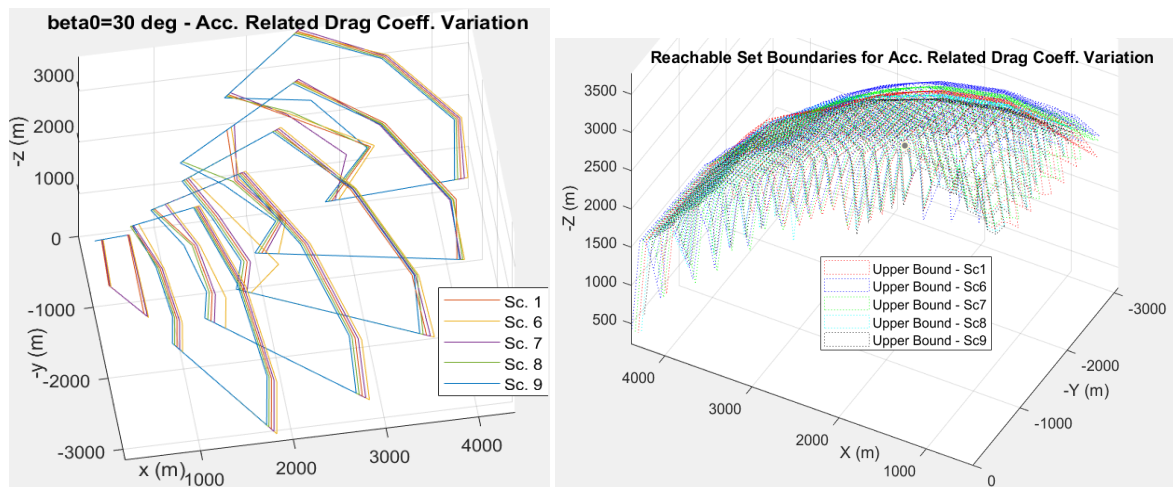


Figure 16: Effect of Acceleration Related Drag Coefficient Variation on Reachability Boundaries

Table 4: Percentage of Maximum Boundary Variations

Sc	x	y	z
2	5.50	5.50	5.50
3	2.80	2.80	2.80
4	2.24	2.24	2.24
5	4.98	4.98	4.98
6	2.17	2.17	2.17
7	1.29	1.29	1.29
8	1.23	1.23	1.23
9	1.80	1.80	1.80

4.3. Effect of Thrust Variation

Figure 17 presents the reachable set boundaries for different thrust magnitudes. The observed expansion of the maximum reachability boundary for Sc12 and Sc13, associated with higher thrust values, is consistent with expectations. The higher thrust enables the interceptor to accumulate higher energy levels, resulting in an extended reachability boundary.

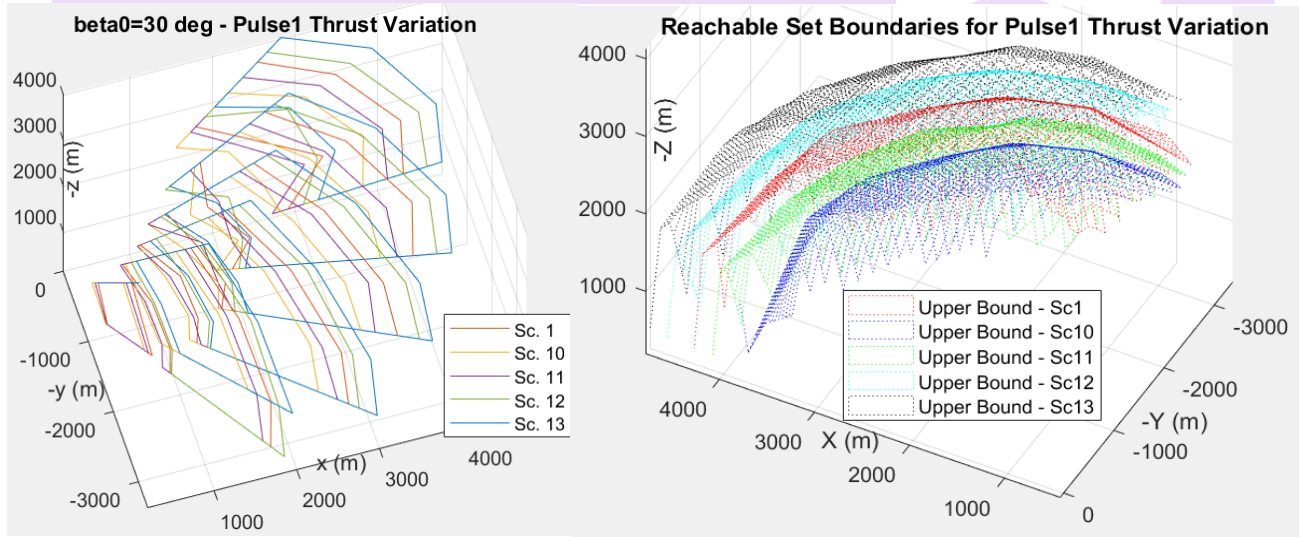


Figure 17: Effect of Thrust Variation on Reachability Boundaries

Table 5 and Table 6 present the percentage variations of the minimum and maximum boundary values, respectively, compared to the nominal condition (Sc1). Results indicate that parameter variations affect both the minimum and maximum range boundaries of the reachable set. Additionally, results show that minimum and maximum boundary variations are almost the same for all directions of the inertial frame. This phenomenon implies that the minimum and maximum range reachability boundaries are enlarged and contracted in all directions with almost the same scale factors; therefore, their shapes are preserved while area of reachability boundaries are increased or decreased.

Table 5: Percentage of Minimum Boundary Variations

Sc	x	y	z
10	6.88	6.88	6.88
11	6.08	6.08	6.08
12	6.90	6.90	6.90
13	7.84	7.84	7.84

Table 6: Percentage of Maximum Boundary Variations

Sc	x	y	z
10	10.12	10.12	10.12
11	5.46	5.46	5.46
12	5.51	5.51	5.51
13	9.85	9.85	9.85

4.4. Effect of Autopilot Dynamics

Figure 18 presents the impact of the autopilot time constant on the reachable set boundaries for different autopilot configurations. Notably, the figure reveals that the effect of the autopilot time constant is relatively smaller compared to the influences of thrust and drag parameters.

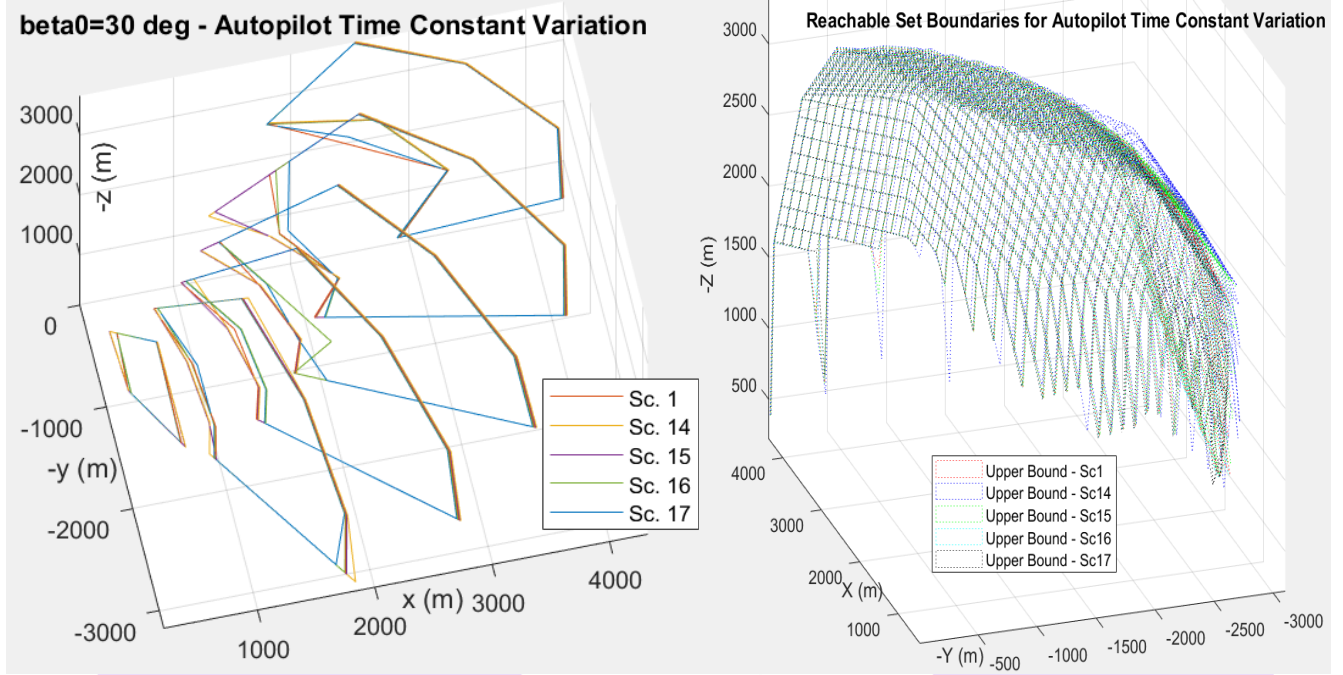


Figure 18: Effect of Autopilot Time Constant Variation on Reachability Boundaries

Table 7 and Table 8 present the percentage variations of the minimum and maximum boundary values, respectively, compared to the nominal condition (Sc1). Results indicate that variation in autopilot time constants don't affect the maximum range reachability boundaries significantly. However, its effect is relatively apparent for the minimum range reachability boundaries; because variation in the autopilot dynamics cannot be compensated easily with respect to maximum range reachability cases, since acceleration commands are saturated to limits much frequently for the minimum range reachability boundary case.

Table 7: Percentage of Minimum Boundary Variations

Sc	x	y	z
14	4.91	4.91	4.91
15	3.94	3.94	3.94
16	2.96	2.96	2.96
17	3.65	3.65	3.65

Table 8: Percentage of Maximum Boundary Variations

Sc	x	y	z
14	0.89	0.89	0.89
15	0.38	0.38	0.38
16	0.21	0.21	0.21
17	0.58	0.58	0.58

4.5. Effect of All Variations for a Specific Test Case

Figure 19 demonstrates yaw and pitch channel acceleration commands for $\alpha_s = 60^\circ$ and $\beta_s = -25^\circ$. Solid lines are acceleration commands calculated by MPP approach for different parameter variation scenarios (Sc1, Sc2, ..., Sc16, Sc17). Black dashed lines represent lower and upper acceleration command limits. It can be shown that input constraints are much frequently active for minimum range reachability boundary cases. Also, acceleration commands are distributed within a certain region around the nominal case for this test condition.

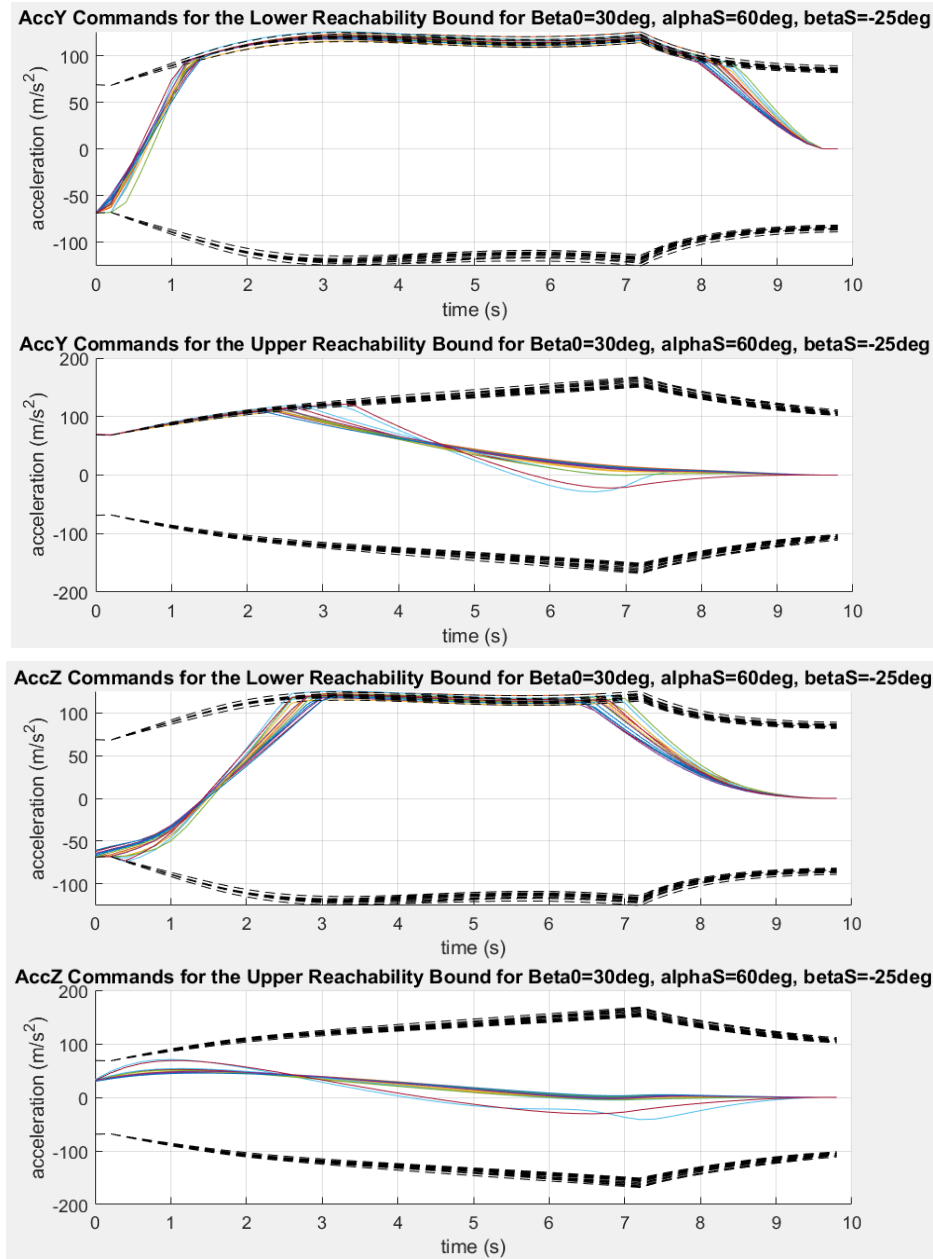


Figure 19: Acceleration Commands for Minimum and Maximum Range Reachability Boundaries

5. Conclusion

This study has presented an analysis of the MPP-based method for the computation of reachability boundaries. The optimization problem related to the guidance algorithm, specifically acceleration commands, is addressed through the implementation of MPP, encompassing both equality and inequality constraints. Furthermore, the study investigates the effect of parameter variations regarding maximum and minimum range reachability boundaries for given set of search directions.

By systematical introduction of variations in multiple system parameters, it is illustrated that the boundaries of reachability and the corresponding reachable sets undergo gradual expansion or contraction. These gradual changes ensure that reachability boundaries obtained by the approach would still be applicable under various parameter uncertainties with acceptable prediction errors. However, in the case of extreme changes in the reachable set due to small parameter variations, it would not be possible to make any calculated predictions about the reachability boundaries even under tolerable system uncertainties for that specific system model.

For this system model, it is possible to understand the effect of system uncertainties regarding the reachability boundaries by reviewing its behavior against parameter variations. The analysis identifies thrust and base drag coefficient as significant parameters thus exerting the most substantial influence on the reachable set. Therefore, this analysis study serves as an example approach to

consider parameter uncertainty problem, allowing for the evaluation and, if necessary, inclusion of their effects before embedding the obtained reachability boundaries as an offline database for further usage.

6. References

- [1] Bayoğlu, T., & Akalin, G. (2022). Reachability analysis of an aerodynamic interceptor with input constraint. AIAA SCITECH 2022 Forum. <https://doi.org/10.2514/6.2022-2039>.
- [2] Baier, R., & Gerdts, M. (2009). A computational method for non-convex reachable sets using optimal control. 2009 European Control Conference (ECC). <https://doi.org/10.23919/ecc.2009.7074386>
- [3] Baier, R., Gerdts, M., & Xausa, I. (2013). Approximation of reachable sets using optimal control algorithms. Numerical Algebra, Control and Optimization, 3(3), 519–548. <https://doi.org/10.3934/naco.2013.3.519>
- [4] Arslantas, Y. E. (2017). Development of a reachability analysis algorithm for Space Applications (thesis).
- [5] Girard, A., Guernic, C. L., and Maler, O., “Efficient Computation of Reachable Sets of Linear Time-Invariant Systems with Inputs,” Hybrid Systems: Computation and Control Lecture Notes in Computer Science, 2006, pp. 257–271.
- [6] Kurzanskiy, A. A., and Varaiya, P., “Ellipsoidal Techniques for Reachability Analysis of Discrete-Time Linear Systems,” IEEE Transactions on Automatic Control, vol. 52, 2007, pp. 26–38.
- [7] Varaiya, P., “Reach Set Computation Using Optimal Control,” Verification of Digital and Hybrid Systems, 2000, pp. 323–331.
- [8] Greenstreet, M. R., and Mitchell, I., “Reachability Analysis Using Polygonal Projections,” Hybrid Systems: Computation and Control Lecture Notes in Computer Science, 1999, pp. 103–116.
- [9] Hildreth, C., “A quadratic programming procedure,” Naval Research Logistics Quarterly, vol. 4, 1957, pp. 79–85.
- [10] Dwivedi, P. N., Bhattacharya, A., and Padhi, R., “Suboptimal Midcourse Guidance of Interceptors for High-Speed Targets with Alignment Angle Constraint,” Journal of Guidance, Control, and Dynamics, vol. 34, 2011, pp. 860–877.
- [11] Kirk, D. E., Optimal control theory: an introduction, Englewood Cliffs (New Jersey): Prentice-Hall, 1970.

Appendix A – Nomenclature

MPP	= Model Predictive Programming
$\vec{V}_M$	= Interceptor velocity
$\mathcal{F}_I, \mathcal{F}_W$	= Inertial reference frame and Wind frame
$\vec{\omega}_{W/I}$	= Angular velocity of $\mathcal{F}_W$ with respect to $\mathcal{F}_I$
α, β	= Angles to define orientation of $\vec{V}_M$ with respect to $\mathcal{F}_I$.
$a_{M_x}^W, a_{M_y}^W, a_{M_z}^W$	= Interceptor acceleration components in $\mathcal{F}_W$
$a_{M_{y,c}}^W, a_{M_{z,c}}^W$	= Interceptor acceleration command components in $\mathcal{F}_W$
$R_{M_x}, R_{M_y}, R_{M_z}$	= Interceptor position components in $\mathcal{F}_I$
T, S_{ref}	= Thrust magnitude and reference area of the interceptor
ρ	= Air density
C_X	= Total drag coefficient of the interceptor
C_{X_a}, C_{X_0}	= Drag coefficient due to interceptor acceleration and base drag
g, m, τ	= Gravity, mass and autopilot time constant of the interceptor
$\alpha_{search}, \beta_{search}$	= Angles to define desired terminal position of the interceptor with respect to $\mathcal{F}_W$
$(\alpha_0, \beta_0), h_0, V_{M_0}$	= Initial flight path angles, altitude and velocity of the interceptor
t_{go}, R	= Time to go and range from initial interceptor position to desired terminal point
$R_{minreach}, R_{maxreach}$	= Minimum and maximum range reachability boundary set

HYDROTHERMAL CARBONIZATION OF RICE HUSK: FUEL PROPERTIES AND CO₂ ADSORPTION

Zeynep Yildiz Uzun

Sinop University, Department of Chemistry and Chemical Processing Technologies, Turkey

ORCID ID: 0000-0001-6280-1215, zyildiz@sinop.edu.tr

Abstract

In this study, rice husk (RH) biomass was used. Hydrochar was produced from rice husk by hydrothermal carbonization method at 250 °C temperature and 1 hour holding time. Analysis techniques such as Elemental and FTIR were used for characterization. Fuel properties of raw rice husk and hydrochar products were also investigated. The high heating value of Hydrochar product is higher than raw rice husk. According to elemental analysis results; the carbon content of the hydrochar product obtained by the hydrothermal carbonization method is higher than the raw sample. According to the results of FTIR analysis, there are oxygen-rich functional groups (carboxyl and carbonyl groups) in the structure of hydrochar. The CO₂ adsorption capacity of raw rice husk and hydrochar was measured using a thermogravimetric analyzer. The CO₂ adsorption capacity of raw rice husk and hydrochar products at 25 °C was determined as 16.65 and 25.48 mg/g, respectively. According to the results, the CO₂ adsorption capacity of the hydrochar product is higher than the raw rice husk.

Keywords: Hydrothermal carbonization, rice husk, CO₂ adsorption

1. Introduction

Biomass is a biological material derived from plants or plant-derived materials. Biomass consists of carbon, hydrogen and oxygen [1, 2]. In recent years, biomass has attracted attention due to its easy availability, renewable and environmentally friendly properties. Biomass resources; agricultural product wastes, forest products, animal wastes are classified as [3]. Biomass types can be converted into more valuable solid products by applying various conversion processes (combustion, gasification, hydrothermal carbonization, pyrolysis, etc.) [4]. Hydrothermal carbonization (HTC) is one of the thermochemical conversion technologies. It is also a technological process that transforms that biomass into value-added materials. The reaction temperature is usually chosen around 180–260°C to obtain maximum hydrochars [5]. In the past decade, environmental pollution and global problems have seriously increased as a result of the continuous consumption of fossil fuels (oil, coal and natural gas). Acid rain and the resulting sulfur dioxide gases continue to pose serious environmental hazards in the world due to the long-term use of coal for energy production. Acid rain and the resulting sulfur dioxide gases cause environmental hazards in the world due to the long-term use of coal for energy production. This consumption has inevitably caused the emission of carbon dioxide (CO₂) into the atmosphere [6]–[8].

The hydrochars obtained by the hydrothermal carbonization method are a solid product rich in carbon. Hydrochar surfaces have a porous structure and contain a large amount of oxygen-containing functional groups (–OH, –C=O and –COOH groups). This situation enables the development of hydrochars as an alternative adsorbent in adsorption applications [9].

There are studies on adsorption applications of hydrochars in the literature. For example; In a study in the literature, activated hydrochar product obtained from rice husk waste was used in adsorption application [9]. In another study, it was reported that hydrochar obtained from coffee husk was used as an adsorbent in the removal of methylene blue from wastewater [10]. In addition, studies on CO₂ adsorption measurement of hydrochar products obtained from different biomass species are available in the literature [11, 12]. In this study, hydrochar was produced from low cost rice husks by hydrothermal carbonization method at 250 °C. In the first step, the characterization of raw rice husk and hydrochar was done. In the second step, the fuel properties of the samples were determined. In the third step, the CO₂ adsorption capacity of raw rice husk and hydrochar was measured using the thermogravimetric analysis method.

2. Materials and Methods

2.1. Materials

Rice husk (RH) was obtained from Sinop city in Turkey. The raw sample was dried in an oven at 100 °C for 12 hours. Rice husk was reduced by passing it through a grinder. After the sieving process, the raw material was used in the experiments.

2.2. Hydrothermal Carbonization

Hydrothermal carbonization was carried out in a reactor with a volume of 40 mL. Raw material and water were added to the reactor at a mass ratio of 1:5. Hydrothermal carbonization was carried out at a reaction temperature of 250 °C and a reaction time of 1 hour. Hydrochar obtained from rice husk is abbreviated as RH-HC

2.3. Characterization of Samples

The characterization processes of RH and RH-HC were performed using techniques such as elemental and FTIR. The %C, H, S, and N values were determined in the elemental analysis of the samples. Fourier Transform Infrared spectroscopy (FTIR) was used to

identify the functional groups of the compounds in the structure of the products. FTIR spectra were recorded in the wavenumber range between 650 cm⁻¹ and 4000 cm⁻¹. The fuel properties of the samples were determined using the equations given below [13].

$$\text{High heating value (HHV)} = 0.3383 \times \%C + 1.422 \times (\%H - \%O/8) \quad (1)$$

$$\text{Energy densification} = \frac{\text{HHV of hydrochar}}{\text{HHV of biomass}} \quad (2)$$

$$\text{Energy yield (\%)} = \text{Hydrochar yield} \times \text{Energy densification} \quad (3)$$

2.4. Determination of CO₂ Adsorption Capacity

CO₂ adsorption capacity of raw rice husk and hydrochar products was measured using the thermogravimetric analysis method [14]. Approximately 15 mg of sample is placed in the device. The sample was removed from volatile components by heating with nitrogen gas at 120 °C at a flow rate of 30 mL/min for 1 hour. Then the atmosphere was converted to CO₂ and the temperature was reduced to 25 °C and kept at this temperature for 3 hours. The amount of CO₂ adsorption was calculated using weight changes.

3. Results and Discussion

3.1. Characterization of Products

Rice husk wastes were investigated for use in the hydrothermal carbonization process. Elemental analysis (C, H, N, and S) was first performed for raw rice husk and hydrochar products. The results of the elemental analysis of the products and their fuel properties are given in Table 1.

Table 1: Characterization of RH and hydrochar

Parameter	RH	RH-HC
Hydrochar yield (%)	-	51.00
Elemental analysis (wt.%)		
C	42.29	49.12
H	6.340	5.592
N	0.931	1.562
S	0.098	0.084
O ^a	50.34	43.64
HHV (MJ/kg)	14.37	16.81
Energy densification	-	1.17
Energy yield	-	59.67
^a calculated by difference)		

Elemental analysis results of hydrochar products obtained from some biomass wastes have been reported in the literature. According to the results of elemental analysis, the % Carbon (C) values of hydrochar products vary between 23.94% and 87.08%, respectively [15]. In a study reported in the literature, the carbon content of rice husk hydrochar obtained at 200 and 300 °C was 40.8% and 45.6%, respectively [20]. The carbon content of the raw rice husk and hydrochar products obtained in this study was measured as 42.29% and 49.12%, respectively. The higher the carbon contents of hydrochar products, the higher the quality [15]. According to the results; Compared to raw rice husk, the carbon content of the hydrochar is higher.

Biomass types are a low quality fuel due to their low energy density [21]. Hydrochar, obtained from biomass by hydrothermal carbonization method, is a coal-like material and contains a large amount of carbon. The HHV value of a hydrochar is directly related to its C, H and O content. Increasing the carbon value allows the high heating value of the hydrochar to increase [16], [20]. As can be seen from the results in Table 1, the carbon content of the hydrochar sample is higher than the raw rice husk. Therefore, the high heating value of the hydrochar sample increased when compared to the rice husk. FTIR spectra of raw rice husk and hydrochar products were investigated and presented in Figure 1. When the FTIR spectrum of the raw rice husk is examined, the vibration peak seen at 3325 cm⁻¹ is the O-H stretching vibration of water. The peaks of raw rice husk and hydrochar, observed at around 2900 cm⁻¹, are C-H stretching vibrations of aliphatic hydrocarbons. Spektrumda hydrochar ürününe ait C=O asimetrik gerilme titreşimi 1752 cm⁻¹'de görülmektedir. This peak may belong to carbonyl and ester derived compounds. It can be said that the peaks seen at approximately 1000-1500 cm⁻¹ in the spectra belong to C-O stretching vibrations [19].

Similar results are consistent with rice husk and hydrochar samples reported in the literature. [17]. According to the results of FTIR analysis, the hydrochar product obtained in this study contains oxygen-rich functional groups (C=O, C-O).

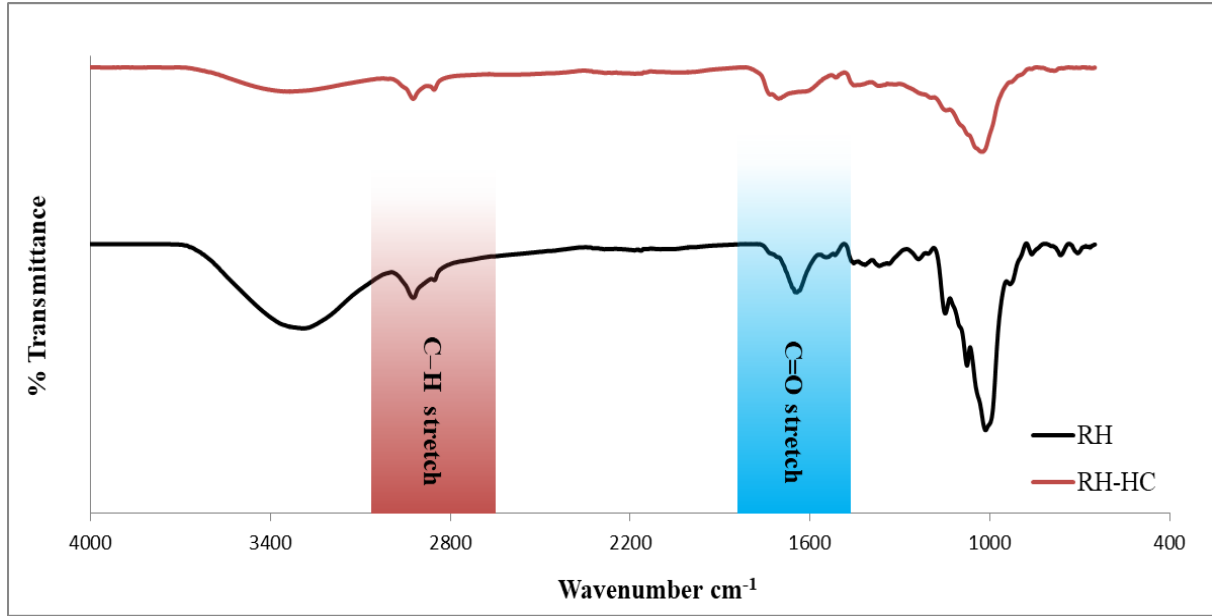


Figure 1. FTIR spectra of RH and RH-HC

3.2. CO₂ Adsorption

Maximum CO₂ adsorption capacities of rice husk and hydrochar at 25 °C were measured as 16.65 and 25.48 mg/g, respectively (Figure 2). According to the results, hydrochar product has higher CO₂ adsorption capacity than raw biomass.

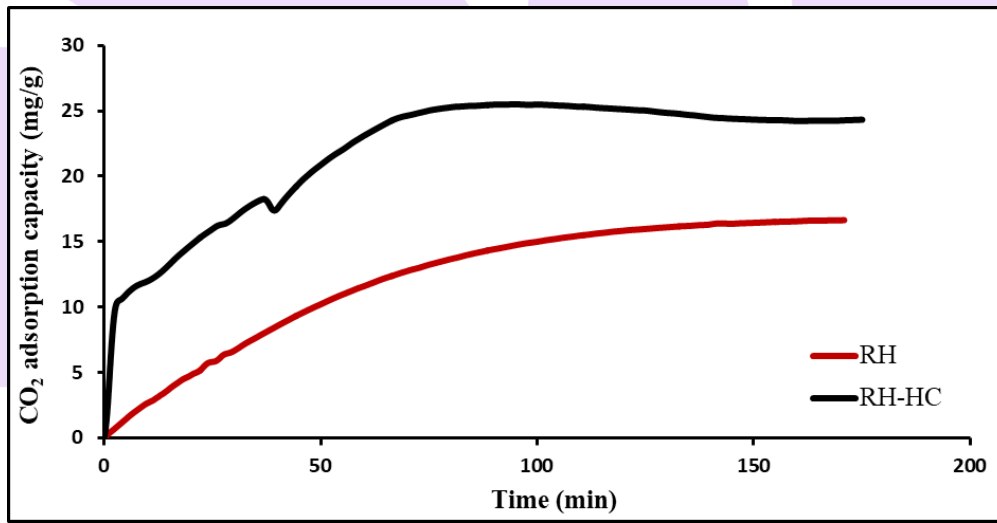


Figure 2. CO₂ adsorption capacity of RH and RH-HC

There are also studies on the CO₂ adsorption of hydrochar products obtained from different biomass types in the literature. Hydrochar samples obtained from biomass species (e.g. chestnut shells, walnut shells) have higher CO₂ adsorption capacity after activation with KOH [18]. For this reason, the amount of CO₂ adsorption can be investigated in a different study after the activation of the hydrochar product.

4. Conclusions

In this study, hydrochar was obtained from rice husk biomass by hydrothermal carbonization method. Compared to raw rice husk, hydrochar has higher carbon content and high heating value. Its high heating value is an advantage in terms of fuel properties. High HHV is an advantage in terms of fuel properties. This result shows that hydrochar can be used as a solid biofuel. However, more research can be done in different process conditions (temperature, time, etc.) to improve the quality of the hydrochar. There are oxygen-rich functional groups in the structure of raw rice husk and hydrochar. For this reason, CO₂ adsorption measurements of the samples were made. Compared to the raw rice husk, the CO₂ adsorption amount of the hydrochar product is higher. After activation of Hydrochar samples, the amount of CO₂ adsorption can be investigated.

5. References

- [1] Azeta, O., Ayeni, A.O., Agboola, O., Elehinafe, F.B., “A review on the sustainable energy generation from the pyrolysis of coconut biomass”, *Scientific African*, 13, 00909, 2021.
- [2] Saidur, R., Abdelaziz, E.A., Demirbas, A., Hossain, M.S., Mekhilef, S., “A review on biomass as a fuel for boilers”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15, 2262–2289, 2011.
- [3] Yaashikaa, P.R., Kumara, P.S., Varjani, S.J., Saravanan, A., “Advances in production and application of biochar from lignocellulosic feedstocks for remediation of environmental pollutants”, *Bioresource Technology*, 292, 122030, 2019.
- [4] Vu Ly, H., Kim, S.S., Woo, H.C., Choi, J.H., Suh, D.J., Kim, J., “Fast pyrolysis of macroalga *Saccharina japonica* in a bubbling fluidizedbed reactor for bio-oil production”, *Energy*, 93, 1436-1446, 2015.
- [5] Ding, Y., Li, D., Lv, M., Yuan, L., Zhang, J., Qin, Shiru., Wang, B., Cui, X., Guo, C., Zhao, P., “Influence of process water recirculation on hydrothermal carbonization of rice husk at different temperatures”, *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 11, 109364, 2023.
- [6] Yay A. S. E., Birinci, B., Açıklan, S., Yay, K., “Hydrothermal carbonization of olive pomace and determining the environmental impacts of post-process products”, *Journal of Cleaner Production* 315, 128087, 2021.
- [7] Ma R., Fakudze, S., Shang, Q., Wei, Y., Chen, J., Liu, C., Han, J., Chu, Q., “Catalytic hydrothermal carbonization of pomelo peel for enhanced combustibility of coal/hydrochar blends and reduced CO₂ emission”, *Fuel*, 304, 121422, 2021.
- [8] Zhuang, X., Liu, J., Zhang Q., Wang, C., Zhan, H., Ma, L., “A review on the utilization of industrial biowaste via hydrothermal carbonization”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 154, 111877, 2022.
- [9] Phan, K. A., Phihusut, D., Tuntiwiwattanapun N., “Preparation of rice husk hydrochar as an atrazine adsorbent: Optimization, characterization, and adsorption mechanisms”, *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 10, 107575, 2022.
- [10] Murthy, T.P.K., Gowrishankar, B.S., Krishna, R.H., Chandrababha, M.N., Mathew, B.B., “Magnetic modification of coffee husk hydrochar for adsorptive removal of methylene blue: Isotherms, kinetics and thermodynamic studies”, *Environmental Chemistry and Ecotoxicology*, 2, 205–212, 2020.
- [11] Huang, F., Li, D., Wang, L., Zhang, K., Fu, L., Guo, Z., Liang, M., Wang, B., Luo, D., Li, B., “Rational introduction of nitridizing agent to hydrothermal carbonization for enhancing CO₂ capture performance of tobacco stalk-based porous carbons”, *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 157, 105047, 2021.
- [12] Sarwar, A., Ali, M., Khoja, A.H., Nawar, A., Waqas, A., Liaquat, R., Naqvi, S. R. Asjid, M., “Synthesis and characterization of biomass-derived surface-modified activated carbon for enhanced CO₂ adsorption”, *Journal of CO₂ Utilization*, 46, 101476, 2021.
- [13] Sharma, H.B., Sarmah, A. K., Dubey, B., “Hydrothermal carbonization of renewable waste biomass for solid biofuel production: A discussion on process mechanism, the influence of process parameters, environmental performance and fuel properties of hydrochar”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 123, 109761, 2020.
- [14] Creamer, A.E., Gao, B., Zhang, M., 2014. Carbon dioxide capture using biochar produced from sugarcane bagasse and hickory wood. *Chem. Eng. J.*, 249, 174.
- [15] Ighalo, J.O., Rangabhashiyam, S., Dulta, K., Umeh, C.T., Iwuzor, K.O., Aniagor, C.O., Eshiemogie, S. O., Iwuchukwu, F.U., Igwegbe, C.A., “Recent advances in hydrochar application for the adsorptive removal of wastewater pollutants”, *Chemical Engineering Research and Design*, 184, 419–456, 2022.
- [16] Zhang, Z., Yang, J., Qian, J., Zhao, Y., Wang, T., Zhai, Y., “Biowaste hydrothermal carbonization for hydrochar valorization: Skeleton structure, conversion pathways and clean biofuel applications”, *Bioresource Technology*, 324, 124686, 2021.
- [17] Hossain, N., Nizamuddin, S., Griffin, G., Selvakannan, P., Mubarak, N.M., Mahlia, T.M.I., “Synthesis and characterization of rice husk bio-char via hydrothermal carbonization for wastewater treatment and biofuel production”, *Scientific Reports*, 10, 18851, 2020.
- [18] Pu, Q., Zou, J., Wang, J., Lu, S., Ning, P., Huang, L., Wang, Q., “Systematic study of dynamic CO₂ adsorption on activated carbons derived from different biomass”, *Journal of Alloys and Compounds*, 887, 161406, 2021.
- [19] Ding, Y., Guo, C., Qin, S., Wang, B., Zhao, P., Cui, X., “Effects of process water recirculation on yields and quality of hydrochar from hydrothermal carbonization process of rice husk”, *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 166, 105618, 2022.
- [20] Masoumi, S., Borugadda, V.B., Nanda, S., Dalai, A.K., “Hydrochar: A Review on Its Production Technologies and Applications”, *Catalysts*, 11, 939, 2021.
- [21] Fang, J., Zhan, L., Ok Y. S., Gao, B., “Minireview of potential applications of hydrochar derived from hydrothermal carbonization of biomass”, *Journal of Industrial and Engineering Chemistry* 57, 15–21, 2018.