



ÖZEL SAYI/SPECIAL ISSUE 45
ARALIK/DECEMBER 2022

EUROPEAN JOURNAL OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi



E-ISSN 2148-2683

<https://dergipark.org.tr/en/pub/ejosat>

Prof. Dr. Osman SAĞDIÇ
Editor-in-Chief and Editor

Prof. Dr. Hüseyin TOROS
Editor

Prof. Dr. Ahmet DOĞAN
Editor

Editorial Board Members

Prof. Dr. Osman SAĞDIÇ
Subjects: Food Sciences and Engineering
Institution: Yildiz Technical University

Prof. Dr. Tuncay GÜMÜŞ
Subjects: Food Sciences and Engineering
Institution: Namık Kemal University

Prof. Dr. Hüseyin TOROS
Subjects: Engineering
Institution: Istanbul Technical University

Assoc. Prof. Dr. Juliana JALALUDIN
Subjects: Air Pollution and Control, Environmental Sciences
and Engineering
Institution: Universiti Putra Malaysia, Faculty of Medicine
and Health Sciences, Department of Environmental and
Occupational Health

Prof. Dr. Ahmet DOĞAN
Subjects: Environmental Sciences and
Engineering, Geological Sciences and Engineering, Civil
Engineering
Institution: Yildiz Technical University

Asst. Prof. Dr. Abdulatef AHMED
Subjects: Meat Technology
Institution: Aljfarah University

Prof. Dr. Osman TAYLAN
Subjects: Energy Systems Engineering, Machine
Learning, Quality Management, Artificial
Intelligence, Multiple Criteria Decision Making, Fuzzy Logic
Institution: Department of Industrial Engineering, Faculty of
Engineering, King Abdulaziz University.

Prof. Dr. İskender AKKURT
Subjects: Physics, Computer Sciences and Engineering
Institution: Suleyman Demirel University

The European Journal of Science and Technology (EJOSAT) is a scientific and peer-reviewed journal published online four times in January, April, August, and November. The European Journal of Science and Technology is scanned in indexes such as Scilit, Index Copernicus, CiteFactor, International Innovative Journal Impact Factor, Eurasian Scientific Journal Index, SJIFactor, DRJI, Scientific Indexing Services and Google Scholar.

INDEX  COPERNICUS
I N T E R N A T I O N A L



<https://dergipark.org.tr/en/pub/ejosat>

e-ISSN 2148-2683

İÇİNDEKİLER / TABLE OF CONTENTS

- Sol-Jel Yöntemi ile Üretilen Silika Tabanlı Hidrofobik Aerojellerin Karakterizasyon Özelliklerinin İncelenmesi
İsmail TOPCU
Sayfa: 1 - 7
- Examining Variants of Learning Vector Quantizations According to Normalization and Initialization of Vector Positions
Rıfat AŞLIYAN
Sayfa: 8 - 13
- Obtaining of the Modal Frequency Parameters a Middle Class Armed Unmanned Combat Aerial Vehicle Using Engineering Simulation ANSYS Program
Ferit ARTKIN
Sayfa: 14 - 18
- Expandable Optimum Avionics Architecture Solution with Advantage in terms of Cabling Weight for a Helicopter
Mustafa DİKKAFİ, Mahir DURSUN
Sayfa: 19 - 25
- Evcil Hayvanlar İçin Nesnelerin İnterneti Tabanlı Akıllı Mama Sisteminin Geliştirilmesi
Serhat KAÇMAZ, Faruk AKTAŞ, Adnan SONDAŞ
Sayfa: 26 - 29
- Statistical Model for Excitation and Hypersynchronization in the Small Neural Populations
Sergey BORİSENOK
Sayfa: 30 - 34
- Mentor-Mentee Platformu
Muammer AKÇAY, Alperen GÜNTEKİN
Sayfa: 35 - 37
- Çoklu İHA ile Çok Erkinli Sistemler
Muammer AKÇAY
Sayfa: 38 - 40
- Fuzzy Inference Based A Posterior Decision-Making for Multi-Objective Diet Optimization Problem
Cumali TÜRK MENOĞLU, Ayşe Şima UYAR, Berna KİRAZ
Sayfa: 41 - 47
- Öznelik Seviyesinde Füzyon Yaklaşımının Kuruyemiş Tür Sınıflandırılmasında Performans Değerlendirmesi
Furkan ATBAN, Hamza Osman İLHAN
Sayfa: 48 - 52
- Coğrafi Bilgi Sistemlerinden Yararlanılarak Toprak Haritalarının Sayısallaştırılması: Konuklar Tarım İşletmesi
Yakup Kenan KOCA, Yavuz Şahin TURGUT
Sayfa: 53 - 59
- A Note on the Theory of Gamma and Beta Functions
Nihal ÖZDOĞAN
Sayfa: 60 - 63
- Metaverse Üzerine Kapsamlı Bir Araştırma
Çiğdem BAKIR
Sayfa: 64 - 73
- Designing of the Artificial Neural Network Model Trained by Using the Different Learning Algorithms to Classify the Electrocardiographic Signals
İbrahim ÇELİK, Deniz ÜSTÜN, Doç. Dr. Ali AKDAĞLI
Sayfa: 74 - 78

- Arid Karasal Ekosistem Koşulları Altında Bulunan Arazilerin Bazı Toprak Özelliklerinin CBS Ortamında Haritalandırılması
Yavuz Şahin TURGUT, Yakup Kenan KOCA
Sayfa: 79 - 84
- Nesne Tanımadaki Kullanılan İki Popüler Özniteliğin Karşılaştırılması
Kaan Yasin KOCAMAN, Celal Onur GÖKÇE
Sayfa: 85 - 87
- Sağlık Yönetimi Alanında Lisansüstü Eğitim Gören Öğretim Elemanlarının İstatistiksel Kaygı Düzeylerinin İncelenmesi
Ahmet Y. YEŞİLDAĞ
Sayfa: 88 - 92
- Paslanmaz Çeliklere Uygulanan Flaşlama Operasyonunun Parametrik Özelliklerinin Sonlu Elemanlar Analizleri ve Deney Tasarımı Yaklaşımını ile İncelenmesi
Onur SARAY, Uğur EFE, Ömer FIRAT
Sayfa: 93 - 99
- Çeşitli Toz Sıkıştırma Yöntemlerinin Karşılaştırılması
Emre KURT, Fatih AYDEMİR, Batuhan EVREN
Sayfa: 100 - 106
- Hozat Apricot Kernel: Pomological and Physicochemical Properties with Comparison of Apricot Kernel Varieties Harvested in Türkiye
Çağlar Mert AYDIN
Sayfa: 107 - 115
- Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu Tarafından Uşak İlinde Süt Sığırcılığı İşletmelerine Verilen Desteklerin Sektörel Analizi
Sibel ALAPALA DEMİRHAN, Özkan ÖLMEZ
Sayfa: 116 - 119
- Otomobil Ön Tampon Braketinde Tasarım İyileştirmesi
Efe SAVRAN, Sinan VARGELCİ, Lino CATENARO, Fatih KARPAT
Sayfa: 120 - 125
- Yaya Dostu Araç Tampon Tasarımı
Onur Can KALAY, Sinan VARGELCİ, Lino CATENARO, Fatih KARPAT
Sayfa: 126 - 130
- Güneş Enerjili Su Isıtma Sistemleri İçin Termosifon Tip Isı Borusunda Çalışma Akışkanı Olarak Bitkisel Atık Yağ Kullanımının Deneysel İncelenmesi
Engin ÖZBAŞ
Sayfa: 131 - 134
- Farklı İş Çevrimlerinde Akımlı Yöntemle Üretilen Ni-P-GO Kaplamaların Özelliklerinin İncelenmesi
Gizem CİHANGİR, Kubilay KILIÇCI, Sezer TAN, Hasan ALGÜL, Mehmet UYSAL, Ahmet ALP
Sayfa: 135 - 139
- The Effect of Different Amounts of Olive Oil on Sensory Properties of Ciabatta Bread
Pınar GÜMÜŞ
Sayfa: 140 - 143
- Analitik Hiyerarşi Karar Verme Süreci ile Hastane Yeri Seçimi Problemi: Türkiye'de Bir Uygulama
Muhammed SÜTÇÜ
Sayfa: 144 - 150
- Fuzzy Logic Modelling Of The Effect Of Tool Tip Radius On Surface Roughness In Machining Co28Cr6Mo Wrought Steels In CNC Turning
İlhan ASILTÜRK, Mehmet Alper İNCE
Sayfa: 151 - 158

İÇİNDEKİLER / TABLE OF CONTENTS

Applications of Artificial Intelligence in Mechanical Engineering

Ferit ARTKIN

Sayfa: 159 - 163

Türkiye'deki İstilacı Hymenopterler

Aysel KEKİLLİOĞLU, Zekerya BIÇAK

Sayfa: 164 - 175

Zonguldak Yeraltı Kömür Ocakları Üretiminin Verimlilik Analizi

Bahadır ŞENGÜN, Mehmet Sabit GÜRGEN

Sayfa: 176 - 183

Akımlı Yöntemle Üretilen Fe-W Alaşım Kaplamalar Üzerinde Farklı İş Çevrimlerinin Etkilerinin İncelenmesi

Buse YAVUZ

Sayfa: 184 - 187

Orta Karadeniz Bölgesi Kızılırmak ve Yeşilirmak Nehirlerindeki Mikrokirletici Varlığının İncelenmesi

Sevde USTUN ODABASI

Sayfa: 188 - 193

Düşük Maliyetli Kenevir Biyosorbentler ile Sulu Çözeltilerden Nikel İyonu Adsorpsiyonu

Sevde USTUN ODABASI

Sayfa: 194 - 200



Sol-Jel Yöntemi ile Üretilen Silika Tabanlı Hidrofobik Aerojellerin Karakterizasyon Özelliklerinin İncelenmesi

İsmail Topcu

Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Rafet Kayış Mühendislik Fakültesi,
Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, Alanya, Antalya, Türkiye, (ORCID: 0000-0002-2998-6569), ismail.topcu@alanya.edu.tr

(1st International Conference on Scientific and Academic Research ICSAR 2022, December 10 - 13, 2022)

(DOI: 10.31590/ejosat.1210106)

ATIF/REFERENCE: Topcu, İ. (2022). Sol-Jel Yöntemi ile Üretilen Silika Tabanlı Hidrofobik Aerojellerin Karakterizasyon Özelliklerinin İncelenmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (45), 1-7.

Öz

1930 yılından günümüze uzanan aerogeller; Guinness rekorlar kitabına giren en hafif ve katı malzeme olarak seçilmiştir. Yüksek ısı absorpsiyon özelliği, çok iyi yalıtıcılık kabiliyeti, mezo gözenek yapısı mukavemetinin ve yüzey alanının yüksek olması gibi üstünlüklerinin birçok malzemeye alternatif kullanım avantajı ve birçok sektörde kullanım olanağı sunmaktadır. Bu çalışmada, sol-jel tekniği kullanılarak yüksek saflıkta silika tabanlı hidrofobik aerogel üretimi gerçekleştirilmiştir. Bu doğrultuda, yapılan çalışmalarda aerogelin karakterizasyonu çeşitli yöntemlerle belirlenerek mikroyapıya olan etkileri incelenmiştir. Elde edilen aerogelin oldukça küçük tane boyutuna ve mezo gözenek yapısına sahip olduğu belirlenmiş ve yüksek seviyede hidrofobik özellik sağladığı tespit edilmiştir. Üretilmiş olan aerogel numuneleri çeşitli testlere tabi tutulmuş ve ilginç sonuçlar elde edilmiştir. Ayrıca üretilen silika aerogellerin sol-jel metodu ile sentezi, işlem basamakları ve kullanılan bileşikler (kullanılan bileşiklerin etkisi incelenmiştir olmalı) incelenmiştir. Yapılan çalışmalar kapsamında üretilmiş olan silika aerogel numunelerinin (kısaltmalardan önce yöntemin tam ismi yazılır. Örneğin Fourier Infrared Spektroskopisi-FTIR gibi) FITIR, BET, XRF ve XRD yöntemleri kullanılarak karakterizasyon çalışmaları yapılmıştır. Optik ve taramalı elektron mikroskobu (SEM) kullanılarak mikro yapı analizleri belirlenmiştir. Yapılan karakterizasyon ve mikro yapı analizleri sonucunda aerosilikajelin, 20-50 nm aralığında gözenek boyutuna sahip, temas açısı değerleri 160° - 170° aralığında ölçülmüştür. Yapılan boyut analizi testlerinde üretilen aerogel numunelerinin sırasıyla 1116.09 µm, 1553.14 µm, 1123.48 µm tane boyut değerlerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Karakterizasyon çalışmalarının tanecek görüntülenmeleri (SEM analizleri) sonucunda ise sol jel yöntemi ile üretilmiş olan silika tabanlı aerogelin %97.90 saflıkta olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Aerogel; Hidrofobik; Sol-jel; Karakterizasyon

Investigation of Characterization Properties of Silica-based Hydrophobic Aerogel Produced by Sol-gel Method

Abstract

From 1930 until today's manufactured aerogels; It has been chosen as the lightest and solid material in the Guinness Book of Records. Its advantages such as high thermal absorption feature, very good insulating ability, mesopore structure strength and high surface area offer an alternative use advantage to many materials and use in many sectors. In this study, high purity silica-based hydrophobic aerogel was produced using the sol-gel technique. In this direction, the characterization properties of the aerogel and its effects on the microstructure were investigated. It was determined that the obtained aerogel had a very small particle size and mesoporous structure, and it was concluded that it provided a high level of hydrophobic properties. The produced aerogel samples were subjected to various tests and interesting results were obtained. In addition, the synthesis of the produced silica aerogels by the sol-gel method, the processing steps and the compounds used (the effect of the compounds used should have been investigated). The characterization studies of the silica aerogel samples produced within the scope of the studies (the full name of the method is written before the abbreviations. For example, Fourier Infrared Spectroscopy-FTIR) were carried out using FITIR, BET, XRF and XRD methods. Microstructure analyzes were determined using optical and scanning electron microscopy (SEM). As a result of the characterization and microstructure analyzes in the experimental studies were determined with a pore size in the range of 20-50 nm and the contact angle values were measured in the range of 160° - 170°. In the dimensional analysis tests, it was determined that the aerogel samples produced had grain size values of 1116.09 µm, 1553.14 µm, and 1123.48 µm, respectively. As a result of the particle imaging (SEM analysis) of the characterization studies, it was concluded that the silica-based aerogel produced by the sol gel method was 97.90% pure.

Keywords: Aerogel; Hydrophobic; Sol-gel; Characterization

1. Giriş

Aerojeller yüksek yüzey alanları, gözeneklilikleri ve yüksek absorpsiyon kabiliyetleriyle birçok alanda kullanılmaktadır. Aerojellerin mekanik, kimyasal ve fiziksel özellikleri çeşitli yöntemlerle geliştirilebilmektedir [1]. Günümüzde, çok fazla sayıda farklı aerojel türü olmasına rağmen, silika aerojeller en yaygın olanı ve en çok tercih edilenidir. Silika aerojeller 30-40 nm'lik gözeneklerle çevrilmiş 3-4 nm'lik taneciklerden meydana gelirler. Çok küçük ve milyonlarca gözenekten oluştuğu için süngerimsi bir yüzeye sahiptir. İyapısı % 99.8 oranında hava olabilir [2,3]. Ayrıca silika aerojeller; iyi yüzey alanı (500-1200m² /g), yüksek porozite (%80-99.8), düşük yoğunluk (0.003g/cm³) ve yüksek termal yalıtım değerine (0.005W/mK) sahiptirler. Bu özellikleriyle silika aerojeller özellikle ticari uygulamalarda (termal yalıtım, akustik bariyer, süper kapasitörler vb) tercih edilmektedir [4,5]. Silika aerojellerin sentezlenmesi üç aşamada gerçekleşmektedir: (1) Sol jelleşme aşaması, (2) aerojelin katılık ve sağlamlılığını artırmak için yaşlandırma ve (3) jel yapısının birikinti oluşmasını engellemek için kurutulması. Yapılan sentezleme işlemi esnasında farklı özelliklerde maddelerden faydalanılarak aerojellerin yapısı iyileştirilebilir. Aerojel, jelin sıvı bileşeninin gaz ile yer değiştirildiği gözenekli, ultra hafif bir katı maddedir [6]. İlk defa Stefan Kistler tarafından 1931 yılında üretilmiştir. Çok küçük ve milyonlarca gözenekten oluştuğu için süngeri andıran bir yüzeye sahiptir. Yapılarının %99.8'e kadarı hava olabilir ve çok iyi yalıtıkcıdır. Aerojeller çok düşük yoğunluklu, yüksek özellikli yüzey alanı ve yüksek porozite özellikleri ile katalizör destekleri, absorpsiyon malzemeleri, termal ve elektriksel yalıtım ve yalıtıcı malzemeler gibi birçok alanda kullanılırlar. Aerojellere yüksek porozite, yüksek absorpsiyon kabiliyeti verir. Aerojeller, atık suyun ve petrol sızıntılarının veya organik sıvıların ayrıştırılması veya ağır metal iyonlarının uzaklaştırılması gibi atıkların arıtımı için kullanılabilir. Ayrıca silika tabanlı aerojeller gibi birçok aerojel geliştirilmiştir [7]. Bunlar metal oksitler esaslı aerojeller, seramik esaslı aerojeller, polimer esaslı aerojeller ve karbon esaslı aerojeller vb. olarak isimlendirilir. Genellikle, aerojelin mekanik özelliklerini geliştirmek için bazı kimyasal maddeler kullanılır; bunlar, aerojelin kauçuk kullanılarak modifikasyonu, aerojel kompozitlerin hazırlanması, sol-jel parametrelerinin ayarlanması ve hava jelinin çapraz bağlanması için epoksi, polistiren ve izosiyanat kullanılmaktadır [8]. Aerojeller temelde inorganik ve organik aerojel olarak ikiye ayrılırlar. Organik olmayanlar metal alkoksitlerin polikondenzasyon işleminden elde edilen çapraz (cross) bağlı ve saydam hidrojelardan elde edilmektedir. Organik özellik gösterenler de su ile hazırlanan solüsyonda resorsinol ile formaldehitin sol-jel polikondenzasyon reaksiyonları ile üretilmektedir [9]. Silika aerojelleri, nanoporoz (nanogözenek) yapısal özelliklerinden dolayı birçok benzersiz ve olumlu özelliklere sahip olan bir mezogözenek seramik materyal sınıfı olarak alınır. Silika aerojeller çok iyi özelliklere sahip olduğu için mühendislik alanında yüksek talep görmektedir. Bu özellikler; çok iyi özel yüzey alanı, yoğun porozite, buna bağlı olarak düşük

yoğunluk sonucu, iyi kırılma indeksi ile düşük ses hızı (100 m / s) yanmaz ve amorf kimyasal olarak inert ve düşük ısı iletkenliği - 0.03 W/mK gibi özelliklerinden dolayı çeşitli uygulamalar alanlarında, özelliklede ısı yalıtımı alanında daha fazla ilgi görmüştür[10,11]. Bununla birlikte, yüksek açık yapı olması, düşük yoğunluğu ve yüksek gözeneklilik gibi bazı özellikleri aerojellerin kırılma gücüne neden olur. Zayıf mekanik özellikleri ve bu dezavantajları saf silika aerojel kullanımı zorlaştırır. Bu nedenle, silika aerojellerin avantajlarını arttırmak için son yıllarda termal yalıtım malzemeleri ile silika aerojel birleştirilerek bazı kompozit malzemeler üretilmiştir. Örnek olarak silika aerojel / cam elyafı, polietilen tereftalat / silika aerojel, silika aerojel / poliizosiyanurat sert köpük, silika aerojel / polistiren göbeği kabuğu, silika aerojel / polivinil alkol (PVA) verilebilir [12,13]

Literatür taramasında, silika aerojellerin üretim yöntemi, malzemelerin ve işlemlerin kullanım alanları ile ilgili sınırlı sayıda patent ve yayın bulunduğu anlaşılmıştır. Silika aerojelleri karakterize etmek için iki farklı terim kullanılmaktadır. Bunlar sırası ile "yığın yoğunluğu" ile "iskelet yoğunluğu" . Yığinsal yoğunluk, aerojel kütlelerinin aerojelin hacmine olan oranı olarak tanımlanır. Aerojellerin katı bölümlerinin dokusunu çok ince parçacıklar oluşturur. Bu parçacıkların iskelet yoğunluğunun değeri katı yığın değerine oldukça yakındır. Yığın ve iskelet yoğunluğu değerlerini ölçmek için helyum piknometresi kullanılmaktadır [14,15]. Gözenekli malzemeler için (international union of pure and applied chemistry) IUPAC sınıflamasına göre çap olarak 2 nm 'den küçük gözenekler "mikro gözenekler" olarak adlandırılır; çapları 2 ile 50 nm olanlar "mezo gözenekleri" olarak adlandırılır ve çapı 50 nm 'den büyük olanlara ise "makro gözenekler" denir. Silika aerojeller mikro, makro ve mezo gözenek boyutuna sahiptirler fakat daha çok mezo gözenek yapısındadırlar. Gözenek oranı % 80 - % 99,8 oranlarında bulunmasına rağmen farklı çalışmalarda % 99,8 civarında hesaplamalarda mevcuttur. Silika aerojellere uygulanan Brunauer, Emmett, Teller (BET) yüzey alanı ölçümü ve absorpsiyon/desorpsiyon yöntemi gözeneklilik tespiti için en çok tercih edilen yöntemlerden biridir. BET yönteminde absorblanan gaz miktarı ölçülmektedir [16]

Silika esaslı aerojel malzemeler gözenekli yapısı ve nanometrik boyutlu boşlukları nedeniyle yalıtım materyali olarak tercih edilebilmektedir. Bu malzemelerin termal iletkenliğinin hava ile karşılaştırıldığında daha düşük olduğu ortaya çıkmıştır. Kistler, uygun çevresel koşullarda uygulanan basınç altında aerojellerin termal iletkenliğini ortalama 0,02 W/m.K olarak hesaplamıştır [17]. Aerojellerin sentezlenme yöntemlerine göre hidrofilik veya hidrofobik özellikler gösterdiği kanıtlanmıştır. Aerojellerin yapısında bulunan silanol Si-OH polar grupların hidrofilik kaynağı olduğu bilinmektedir. Suyun emilimini arttırması ile birlikte bu özellik elde edilmek istenen aerojellere daha düşük sıcaklıkta CO₂ ile kurutma yapılmaktadır. Hidrofobik özellik kazanımı için ise yüksek sıcaklıkta süper 10 kritik kurutma yapılmaktadır. Oluşan farklılığın kaynağı olarak kurutma işlemi sırasında farklı yüzey gruplarının oluşması gösterilebilir. Hidrofobik özelliği daha aktif hale getirmek için iki yöntem söz konusudur. Hidrofobik karakter, sol-jel basamağında bir ajan

eklenerek artırılabilir. Ortam basıncı ile kurutma yöntemlerinde kullanılır. Aerojelin hidrofobikliğini artırabilmek amacıyla kurutma işleminin ardından malzemeye yüzey modifikasyonu işlemi yapılır [18]. Silika aerojeller, çoğu gözenekli malzemelerin aksine transparan bir yapıya sahiptir. Bu şeffaf özelliği nedeniyle, yüksek enerji fiziği alanında çalışan bilim insanları Cherenkov ışınım dedektörlerinde sürekli olarak silika aerojelleri kullanmaktadırlar. Aerojellerin sahip oldukları optik saydamlık ve oldukça iyi termal yalıtım nitelikleri sebebiyle çift katmanlı cam imalatında uygulanması düşünülmektedir. Ayrıca, aerojeller mikro yapısından dolayı ışığın dalga boyuna kıyasla çok daha küçük dalga boyuna sahiplerdir[19]. Silika esaslı aerjel malzemelerin ilginç ve çok iyi nitelikleri sebebi ile yeni ve farklı uygulama sahaları ortaya çıkmaktadır. Havacılık, ultrasonik algılama, gaz sensör, atık giderme, optik, enerji depolaması, katalizör ve yalıtım dahi olmak üzere birçok endüstriyel alanda uygulanma alanları bulmuştur [20].

Silika esaslı aerojeller sol-jel süreç parametreleri içerisinde uygun sentezlenme yöntemi ile imal edilmektedir. Söz konusu üretim süreci üç aşamada gerçekleşmektedir. Birinci aşama sol hazırlamak için gerekli çözelti silika kaynaklıdır ve bu çözeltiye tepkime kolaylaştırıcı katalizör eklendiğinde yapıda jelleşme başlamaktadır. İkinci aşama meydana gelen bu jel yapılar takviye dağıtıcı malzemesine nitelik ve oranına bağlı olarak hidrojel, aquajel, alkojel ve aerjel olarak sınıflandırılmaktadır. İlk aşamada silikon alkoksitlerin, tetraetil ortosilikat (TEOS), tetrametilortosilikat (TMOS), polietoksidisiloksan (PEDS) gibi ön takviye malzemeleri uygulanır (Gurav 2008, Einarsrud 1998). “Sol –jel” kelimelerinden de anlaşacağı üzere süreç koloidal çözeltisinin meydana gelişi ile birlikte inorganik yapının imalatı, jelin oluşması, sol’un jelleşmesi ve kurutma sonrası bu jelin (xerogel) kuru jele dönüşmesi ile meydana gelir. Bu imalat işlemi bir sol ya da elde etmek istenen jeli ara kademe olarak işleyerek bilinen yöntemlerden daha düşük sıcaklıklarda, solüsyondan katı bir materyalin hazırlanması prensibine dayanmaktadır. Bu teknoloji, inorganik polimerlerin ve organik -inorganik hibrit malzemelerin üretiminde farklı bakış açıları oluşmasına neden olmaktadır [21,22]. Uygulanan yöntem ile ihtiyaç duyulan niteliklere (optik şeffaflık, sertlik, kimyasal dayanım, gözeneklilik ve kimyasal direnç vb.) dönük olarak homojen inorganik oksit malzemeler ve yüksek sıcaklıklardan ziyade oda sıcaklığında inorganik camlar üretmek için avantaj sağlamaktadır.

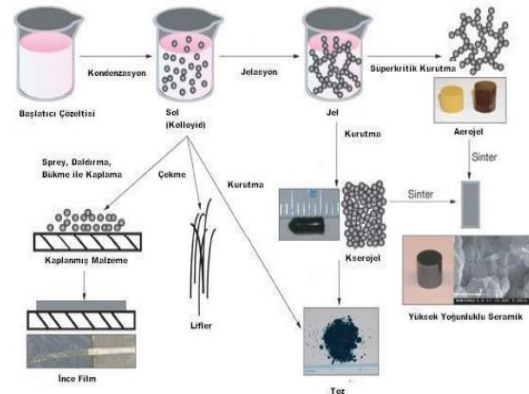
2. Materyal ve Metot

2.1. Sol-gel Üretim Prosesi

Bu deneysel çalışmada, saf silika ile hidrofobik silika aerjel (SA) üretimi için sol - jel yöntemi kullanılmıştır (Şekil 1). Deney beş aşamadan oluşmaktadır. Başlangıç olarak hidroliz aşamasında; 3,02 mL tetraetil ortosilikat (TEOS), 3,16 ml etil alkol (EtOH) , 0,14 ml hidrojen klorür (HCl) ve 0,24 ml saf su eklenerek oluşan karışım 60 °C ‘ta 1 saat karıştırılmıştır. Kondenzasyon aşamasında; 1,58 ml EtOH 1,71 ml saf su ve 0,15 ml amonyum hidroksit (NH₄OH) ilavesi yapılarak manyetik

karıştırıcıda 25 °C’de 40 dakika karıştırılmıştır. Hidroliz ve kondenzasyon işlemini içeren sol aşamasından sonra jelleşme aşamasına geçilmiştir. Jelleşme için etüvde 25°C’ de numuneler iki gün bekletilmiştir. Jelleşme aşamasından sonra yaşlandırma aşamasına geçilmiş ve 11,8 ml EtOH, 8,3 ml TEOS eklenerek 70°C’ de 16 saat bekletilmiştir. Çözücü değişimi için hekzan ilave edilerek 45°C’ de 24 saat bekletilmiştir. Çözücü değişiminin ardından 2 ml trimetilklorosilan (TMCS), 20 ml hekzan ilave edilerek 55°C’ de 24 saat bekletilmiştir. Numuneler hekzan ile yıkanarak 40 °C’ de 2 saat bekletilmiştir. Son olarak numuneler 55°C’ de 24 saat bekletilerek kurutulmuştur. Hazırlanan malzemelerin FTIR analizi, XRD analizi, SEM analizi, temas açısı ölçümü, yüzey alanı ve gözenek boyut analizi, toprak ve genel metal analizi yapılmıştır.

Numuneler hidrofobik olduğu için yüzeye çıkmalarını engellemek amacıyla beherlerin üzeri saat camı ile kapatılmıştır. Sol-jel çözeltisini oluşturmak için kullanılan başlatıcı uygun çözücü içerisinde çözülürken başlangıç çözeltisi hazırlanır. Gerçekleşen hidroliz ve kondenzasyon tepkimeleri sonucunda sol oluşur. Kondenzasyon işlemi ve kullanılan çözücünün uçması sonucunda sıvı sol, katı jele dönüşür. Bu noktada ürün aniden viskoz sıvıdan elastik özellikler gösteren bir materyale dönüşür. Sol jel yöntemi üretim prosesi Şekil 1’de sunulmuştur.



Şekil 1. Sol-jel yöntemi üretim prosesi

Sol-jel prosesi sıvı faz durumunda madde eklenmesine olanak tanımaktadır. Basit bir karıştırma sonrasında katkı maddesinin değişmeyen bir şekilde çözelti içerisinde dağılmasına daima izin vermektedir.

2.2. Deneysel çalışmalarda kullanılan test cihazları

2.2.1. FTIR Analizi

FTIR analiz yöntemi, test örneklerini taramak ve kimyasal özelliklerini belirlemek için kızılötesi ışık kullanılmaktadır. FTIR cihazı, radyasyon gönderir. Emilen radyasyon, numune moleküller tarafından titreşimsel bir enerjiye dönüştürülür. Her bir molekül veya kimyasal yapı, benzersiz bir spektral parmak izi üretir. Bu yöntemde numuneler, sıvı, gaz veya katı formda

olabilir. Bu numunelerden kızıl ötesi spektrumu elde edilir. Spektral verilerin geniş bir spektral alandan alınması mümkündür. Bu teknik niteleyici ve niceleyici analizleri hızlı bir şekilde gerçekleştirmeyi sağlar. İncelenen yapının içerdiği uçucu bileşen konsantrasyonlarını belirlemede ve mineraller arası izotop değişimlerin belirlenmesinde kullanılır. FTIR analiz cihazı Resim 1’de verilmiştir.

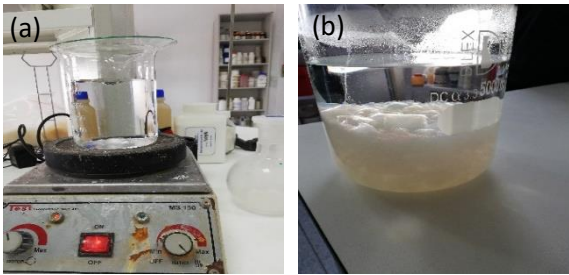


Resim1. FTIR analiz cihazı

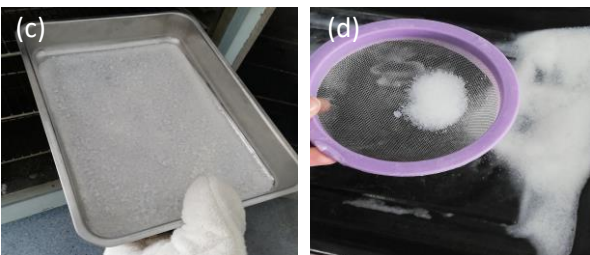
2.2.2. XRF ve XRD analizi

XRF ile ölçülen örnek hakkında niteliksel bilgi sağlar. Bununla birlikte, XRF kantitatif bir tekniktir. Numunedeki atomlar tarafından yayılan X-ışınları bir dedektör tarafından toplanır ardından analiz kısmında işlenerek enerjiye karşı X-ışınının yoğunluk noktalarını gösteren bir spektrum oluşturulur.

X-ışını difraksiyonu, malzemelerin kristalografik özelliklerinin ve içerdikleri fazların belirlenmesini sağlayan hasarsız analiz yöntemidir. Toz numunelere uygulanan X-ışını difraksiyonu sonucu kristal yapısının yanısıra, tane boyutu ve tercihli yönelme gibi özellikler belirlenebilir. Şekil 3’te sol gel üretim proses aşamaları gösterilmiştir.



Şekil 2. Sol jel yöntemi üretim süreci; a:sol jel karışımının hazırlanması ve karıştırma, b: yaşlandırma



Şekil 2. Sol jel yöntemi üretim süreci; c:kurutma, d: silika aerojel

2.2.3. Temas açısı ölçümü

Sapsız damla temas açısı, katı bir substrat üzerindeki saf bir sıvının profilini yakalamak için optik bir alt sistem kullanan bir temas açısı gonyometresi ile ölçülür. Sıvı-katı ara yüzü ile sıvı-buhar ara yüzü arasında oluşan açı temas açısıdır.

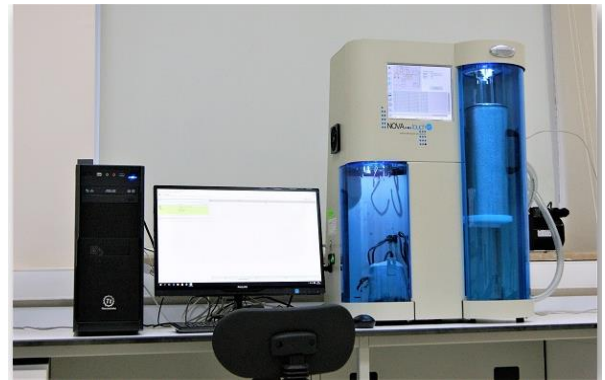
Temas açısı, ıslatılabilirlik, serbest yüzey enerjisi, soğurma, yüzey gerilimi, yayılma gibi özellikleri tayin eder. Damla formu, sıvının yüzey geriliminin, sıvı ile sıvının çevresindeki ortamın yoğunluk farkının bir bağıntısı olarak düşünülebilir. Emülsiyon kararlılığı, ara yüzey gerilimi temas açısı ve serbest yüzey enerjisi ölçümleri; sıvı emilimi, sıvı yayılması, yüzey temizliği, sıvıyı yüzeyde tutma, ıslama bilirlilik yüzey heterojenliği, yüzey gerilimi vb. gibi malzeme özelliklerini tayin eder. (Şekil 4). Temas açısı ölçüm cihazı Resim 2’de verilmiştir.



Resim2. Temas açısı ölçüm cihazı

2.1.4.BET analizi (Yüzey ölçüm cihazı)

BET cihazı katı veya toz numunelerde fiziksel adsorpsiyon yöntemiyle yüzey alanı ölçümleri, mikro, mezo ve makro gözenek boyutunu ve gözenek boyut dağılımını düşük basınçlarda ve yüksek çözünürlükte tespit edebilmektedir. BET Yüzey ölçüm cihazı Resim 3’te e verilmiştir.



Resim 3. BET Yüzey ölçüm cihazı

2.2.5. SEM analizi

İlgi alanlarını ve bölgelerini içeren bir numune, SEM kolonunun altında bulunan vakum bölgesine yerleştirilir. Kolonun tepesinde bulunan bir elektron kaynağı, kolondan geçen ve numune üzerinde meydana gelen elektronlar üretir. SEM görüntüleme cihazı Resim 4'te verilmiştir.



Resim 4. SEM görüntüleme cihazı

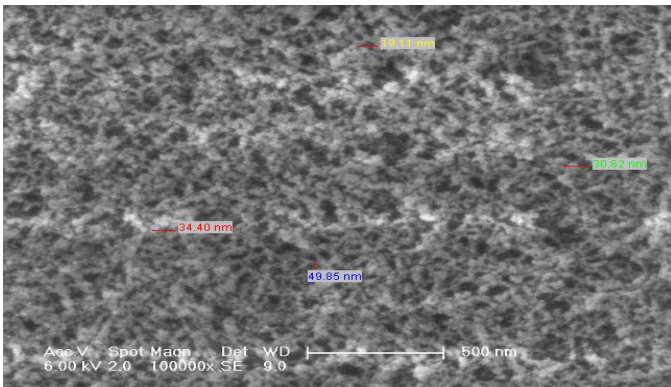
3. Bulgular

3.1 FTIR Analiz sonuçları

Bu deneysel çalışmada, sol-jel yöntemi kullanılmıştır. Silika tabanlı aerjel malzemesi Si-O-Si asimetrik bağıdır. Bu kuvvetli bağ 1000-1200 cm^{-1} dalga boyu aralığında bulunmaktadır. Genel olarak da 1089-1095 cm^{-1} dalga boyu aralığında gözlenmektedir. Si-O-Si simetrik bandı 800 cm^{-1} 'de, Si-O-Si ağ bandı 469-467 cm^{-1} 'de görülmektedir. Si-OH bantları 960 cm^{-1} , - OH gerilme bandı 3000-3500 cm^{-1} absorblanan su moleküllerinin pikleri 1650 cm^{-1} hidroliz olmayan epoksi gruplarından kaynaklanan C-H bantları da 1380 cm^{-1}

3.2. SEM Yüzey Analiz Sonuçları ve Temas Açısı Ölçümleri

Numunelere SEM analizi yapılmış ve tane ve gözenek çapı: 20-50 nm aralığında çıkmıştır. Malzeme homojen olmayan tane boyut dağılımına sahiptir. Tanecikler yapısal olarak hafif sivri ve köşeli olmakta ve topaklanma oluşumu ile küme oluşturmaktadır[25]. Görüntüler Şekil 4'te gösterilmiştir. Ayrıca yapılan temas açısı ölçümlerinde temas açısı değerleri (θ) 60-170 (Max. 178) olarak bulunmuştur. Üretilmiş olan aerjel numunelerin SEM cihazında görüntüleri Şekil 4'te verilmiştir.

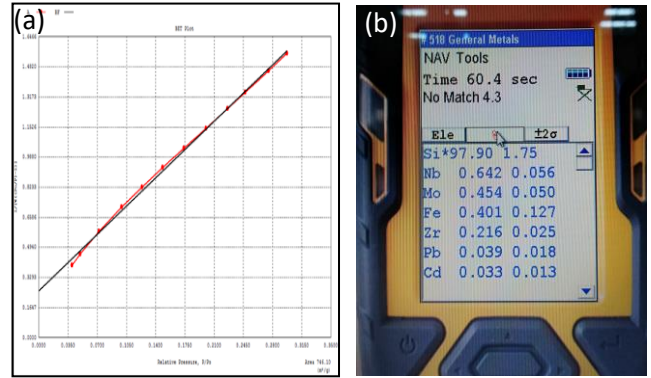


Şekil 4. Üretilmiş olan aerjellere ait SEM görüntüsü

Analiz ortalama 1 dakika 4 sn sürmüştür.

3.3. Genel Metal Analizleri

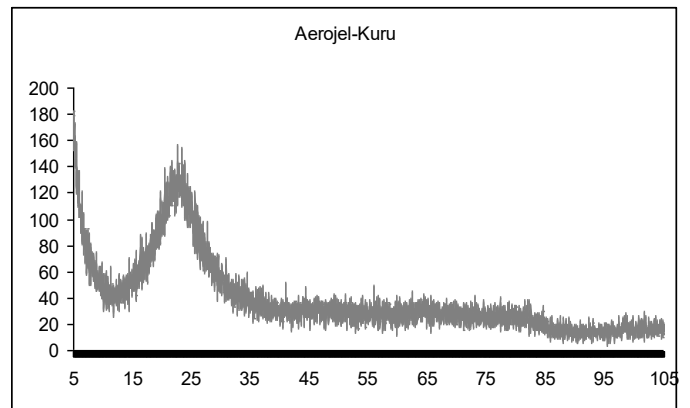
Yapılan genel metal analizinden elde edilen veriler sonucunda, yapıdaki mevcut Si oranı 97.90 % ağırlıkça atom çıkmıştır. Yapının geri kalanında az miktarlarda Nb, Mo, Fe, Zr, Pb, Cd tespit edilmiştir. Veriler ve oluşan pikler göz önüne alındığında Nb en sivri piki vererek yapıdaki en yüksek değere sahip olduğu belirlenmiş ve pik değeri 0,642 % ağırlıkça atomdur. 0.033 % ağırlıkça atom değeri ile ise Cd yapının en az ihtiva ettiği elementtir. Yapılan yüzey analizi ve XRF analizleri yapılmıştır. (Şekil 4.a ve 4.b).



Şekil 5. (a) Aerojellerin yüzey özellik testi , (b) Üretilmiş olan aerjellerin XRF analiz sonuçları.

3.4.XRD Analiz Sonuçları

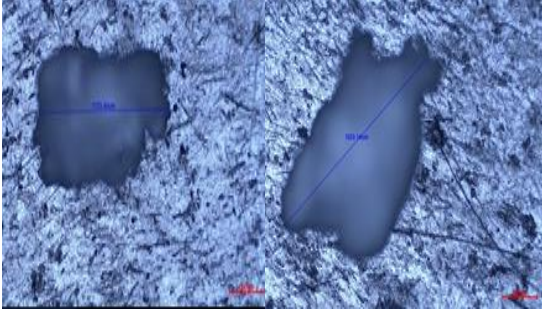
En şiddetli pik yoğun olan bölgede ortalama 23 °C sıcaklığında ve 144 şiddetindedir. Aerjel amorf yapıda çıkmıştır. Yapıda oluşan pik amorf yapıdaki silisyum piki olmakla beraber yapıda başka bir oluşum gözlenmemiştir[26]. Numuneye ait XRD patern çalışmaları titizlikle yapılmıştır (Şekil 6).



Şekil 6. Silika aerjelin XRD

Numunelere tane boyut analiz testi yapılmıştır ve analiz sonucunda tane boyutlarının 1123.48 μm , 1553.14 μm ve 1116.09 μm değerlerine sahip olduğu tespit edilmiştir [27,28]. Tanecik

boyut ölçümleri belirlenen cihazda birkaç defa yapılmıştır (Şekil 7).



Şekil 7. Aerojel tanecik boyut görüntüleri

4. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışma da, sol jel yöntemi ile elde edilmiş olan hidrofobik silika aerojel numuneleri belli bir sürede ve sıcaklıkta yaşlandırma işlemi ile birlikte süper kritik ortam şartlarında kütleme zamanlarının söz konusu üretilmiş olan silika aerojel malzemesinin karakterizasyon özellikleri üzerine etkisi detaylı olarak incelenmiştir. Üretilmiş olan ve yaşlandırılarak kurutulan aerojelin yüzey alanının arttığı görülmüştür. Bunun yanı sıra silika alümina aerojel sünger gözenek ile birlikte numunenin yüzey alanına uygulanmış olan aseton işlemi kütleme zamanının, süper kritik kurutma zamanına kıyasla daha fazla etkili olduğu, elde edilen sonuçlardan açıkça görülmektedir. FTIR analizi sonucu elde edilen spektrumlar ise literatür göre incelendiğinde kayda değer görülmektedir. Üretilmiş aerojellerin kurutma banyosunda zamanı dikkate alındığında üretilmiş olan numunenin yapısında herhangi bir değişimin söz konusu olmadığı görülmüştür. Aynı şekilde yapılmış olan kimyasal ve ısı işlemler sonucunda da yine mevcut kimyasal grupların hiç birinde herhangi bir değişim söz konusu değildir.

6. Teşekkür

Bu çalışma alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi 2019-02-03-LAP01 numaralı BAP proje destekleri ile gerçekleştirilmiştir.

Kaynakça

- [1] Adıyaman, O. 2016. İkincil Dönel Eksenli ile Klasik Düzlem Yüzey Taşlama Mekanizmasında Kesme Parametrelerinin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisinin Deneysel İncelenmesi, Technological Applied Sciences (NWSATAS), 2A0092, 1, 10-23.
- [2] Dorcheh AS, Abbasi MH.2008. Silica aerogel; synthesis, properties and characterization. J. Mater. Process. Technol. Elsevier,199, 10–26.
- [3] Studart AR, Gonzenbach UT, Tervoort E, Gauckler LJ.2006. Processing routes to macroporous ceramics: a review. J. Am. Ceram. Soc.89,1771–1789.

- [4] Kelly A.2006. Why engineer porous materials Philos. Trans. R. Soc. London A Math. Phys. Eng. Sci. The Royal Society; 364, 5–14
- [5] Alemán J V, Chadwick A V, He J, Hess M, Horie K, Jones RG, et al.2007. Definitions of terms relating to the structure and processing of sols, gels, networks, and inorganic-organic hybrid materials (IUPAC Recommendations). Pure Appl. Chem. 79, 1801–29.
- [6] Aghabararpour M, Mohsenpour M, Motahari S, Abolghasemi A.2017. Mechanical properties of isocyanate crosslinked resorcinol formaldehyde aerogels. J. Non. Cryst. Solids. Elsevier. 481, 548-555.
- [7] Meena AK, Mishra GK, Rai PK, Rajagopal C, Nagar PN.2005. Removal of heavy metal ions from aqueous solutions using carbon aerogel as an adsorbent. J. Hazard. Mater. Elsevier; 122, 161–170.
- [8] Zu G, Shen J, Zou L, Wang F, Wang X, Zhang Y, et al.2016. Nanocellulose-derived highly porous carbon aerogels for supercapacitors. Carbon N. Y. Elsevier; 99:203–211.
- [9] Lee YJ, Jung JC, Yi J, Baek S-H, Yoon JR, Song IK.2010. Preparation of carbon aerogel in ambient conditions for electrical double-layer capacitor. Curr. Appl. Phys. Elsevier; 10, 682–6.
- [10] Nazeran N, Moghaddas J.2017. Synthesis and characterization of silica aerogel reinforced rigid polyurethane foam for thermal insulation application. J. Non. Cryst. Solids. Elsevier; 461,1–11.
- [11] Dervin S, Lang Y, Perova T, Hinder SH, Pillai SC 2017. Graphene oxide reinforced high 37 surface area silica aerogels. J. Non. Cryst. Solids. Elsevier; 465:31–38.
- [12] Brinker CJ, Scherer GW.2013. Sol-gel science: the physics and chemistry of sol-gel processing. Academic press.
- [13] Livage J.1997. Sol-gel processes. Curr. Opin. Solid State Mater. Sci. Elsevier; 2,132–138.
- [14] Znaidi L.2010. Sol–gel-deposited ZnO thin films: A review. Mater. Sci. Eng. B. Elsevier; 174:18–30.
- [15] Li W, Fries DP, Malik A.2004. Sol–gel stationary phases for capillary electrochromatography. J. Chromatogr. A. Elsevier;1044, 23–52.
- [16] Mackenzie JD, Bescher EP.2007. Chemical routes in the synthesis of nanomaterials using the sol–gel process. Acc. Chem. Res. ACS Publications; 40,810–818.
- [17] Şahin S.2011. Medikal alanda kullanılan tekstillerde antibakteriyel etkiler için sol-jel uygulamaları. DEÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.75-87, İzmir
- [18] Dilsiz N, Akovalı G.2002. Study of sol–gel processing for fabrication of low density alumina microspheres. Mater. Sci. Eng. A. Elsevier; 332,91–96.
- [19] Topcu İ, A.N. Güllüoğlu, M. K.Bilici, H. Ö.Gülsoy, 2019. Investigation of wear behavior of Ti-6Al-4V/CNT composites reinforced with carbon nanotubes, Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University 34:3, 1441-1449.

- [20] Liu, M. Yang, D.2008. Preparation of Super Hydrophobic Silica Aerogel and Study on its Fractal Structure. *Journal of Non-Crystalline Solids*, 354, 49274931.
- [21]Topcu,2021. İ.Mechanical properties of PLA and ABS parts produced with fused filament fabrication Method, *Journal of Ceramic Processing Research*. 22, 2,143-148
- [22]Tadjarodi, A., Haghverdi, M., Mohammadi, V.,2012. Preparation and Characterization of Nano-porous Silica Aerogel From Rice Husk Ask by Drying at Atmospheric Pressure Tadjarodi. *Materials Research Bulletin*, 47, 2584-2589.
- [23]Yılmaz,Y.,2013. Farklı başlangıç maddeleri kullanılarak sol-jel yöntemiyle monolitik silika aerojel ve silika aerojel sentezi ve karakterizasyonu”, Yüksek Lisans Tezi.117, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, (2013).
- [24]Güler, D., Silis kumu, feldspat ve tetraetilortosilikattan sol-jel yöntemi ile silika aerojel sentezi ve karakterizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, (2012).
- [25] İ.Topcu,B. N. Çetiner, A. N. Güllüoğlu and G. Özkan, “Investigation of Creep Behavior of CNT Reinforced Ti6Al4V Under Dynamic Loads,” *J.Chem.Soc.Pak.*, vol.42, n.1, pp.70-80,2020.
- [26] İ.Topcu, M Ceylan and E, B Yılmaz, “Experimental investigation on mechanical properties of Multi Wall Carbon Nanotubes (MWCNT) reinforced aluminium metal matrix composites,” *Journal of Ceramic Processing Research*, vol.21,n.5, pp.596-601,2021.
- [27] İ. Topcu, A. N. Güllüoğlu, H.Ö.Gulsoy and M.K. Bilici “Karbon nanotüp takviyeli Ti-6Al-4V/KNT kompozitlerin aşınma davranışlarının incelenmesi” *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, c. 34, s.3, ss.1441-144.2019.
- [28] İ.Topcu “Investigation of Wear Behavior of Particle Reinforced AL/B4C Composites under Different Sintering Conditions” *Journal of Technical Glasnic*, vol. 14, n.1, pp. 7-14,2020.



Examining Variants of Learning Vector Quantizations According to Normalization and Initialization of Vector Positions

Rıfat Aşlıyan^{1*}

^{1*} Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Fakültesi, Matematik Bölümü, Aydın, Türkiye, (ORCID: 0000-0003-1495-713X), rasliyan@adu.edu.tr

(1st International Conference on Engineering, Natural and Social Sciences ICENSOS 2022, December 20 - 23, 2022)

(DOI: 10.31590/ejosat.1222296)

ATIF/REFERENCE: Aşlıyan, R. (2022). Examining Variants of Learning Vector Quantizations According to Normalization and Initialization of Vector Positions. *European Journal of Science and Technology*, (45), 8-13.

Abstract

Learning Vector Quantization is a prototype-based artificial neural network. The classification is performed by representing the data set with the prototype vectors of the classes. In this study, using some variants of Learning Vector Quantization such as LVQ1, LVQ2.1, LVQ3, LVQX, and OLVQ1, the systems are designed and implemented, and they are examined according to initializations of prototype vectors and data sets. Every data set is divided into training and testing data sets. With the training data set, all LVQ networks are trained in a reinforcement learning strategy, and the models for each network are generated to test the success of the systems. In addition, the systems are compared with each other using some distinct normalization techniques such as z-score and linear scaling. In initial conditions, all prototype vectors can be randomly selected, and the values of all prototype vectors can be assigned to zero. The generated systems are evaluated by accuracy and f-measure benchmark measures and compared by their success rates.

Keywords: Learning Vector Quantization, LVQ1, LVQ2.1, LVQ3, LVQX, OLVQ1.

Normalizasyona ve Prototip Vektörlerin Başlangıç Değerlerine Göre Öğrenmeli Vektör Kuantalama Metotlarının İncelenmesi

Öz

Öğrenmeli Vektör Kuantalama, prototip tabanlı bir yapay sinir ağıdır. Öğrenmeli Vektör Kuantalama ile sınıflandırma, veri seti sınıfları, prototip vektörleri ile temsil edilerek gerçekleştirilir. Bu çalışmada, Öğrenmeli Vektör Kuantalama'nın LVQ1, LVQ2.1, LVQ3, LVQX ve OLVQ1 gibi bazı LVQ varyantları kullanılarak sistemler tasarlanmış, gerçekleştirilmiştir. Oluşturulan sistemler, veri setlerine ve prototip vektörlerinin başlangıç değerlerine göre incelenmiştir. Her veri seti eğitim ve test veri setlerine bölünmüştür. LVQ ağları destekleyici öğrenme stratejisi ile eğitim veri setini kullanarak eğitilir. Sistemlerin başarısını test etmek için her ağ için modeller oluşturulmuştur. Ayrıca sistemler, z-skoru ve doğrusal ölçekleme gibi bazı belirgin normalizasyon teknikleri kullanılarak birbirleriyle karşılaştırılır. Başlangıç değeri atamalarında, tüm prototip vektörleri için rastgele değerler seçilebilir ve tüm prototip vektörlerinin değerleri sıfıra atanabilir. Geliştirilen sistemler, doğruluk ve f-ölçüsü metrikleri ile değerlendirilmiştir ve başarı oranları ile karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Öğrenmeli Vektör Kuantalama, LVQ1, LVQ2.1, LVQ3, LVQX, OLVQ1.

* Sorumlu Yazar: rasliyan@adu.edu.tr

2.1.1. LVQ1

LVQ1 is the first variant network of Learning Vector Quantization. The following algorithm shows the training process of LVQ1. Basically, for every input vector, the winner prototype vector is detected, and if the class of the input vector equals the class of the winner prototype vector, the winner prototype vector is gotten closer to the input vector so that the input vector can win again in the next iterations.

LVQ1 Network Algorithm

1. Initialization of prototype vectors, namely weights, $Y_j = (w_{1j}, w_{2j}, \dots, w_{nj})$.
2. Decide the number of prototype vectors for each class.
3. Determine the learning rate, $\delta \in (0,1)$, and the number of maximum epoch
4. For each x vector in the training set
5. For each prototype vector w
6. Calculate the distances between input vectors and prototype vectors with Euclidean distance as shown in Equation 1.

$$d(x, w) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (x_i - w_{ij})^2 \quad (1)$$

where n is the number of input vectors in the training set and m is the number of prototype vectors.

End

7. Find the winner prototype vector w .
8. Update the winner prototype vector indicated in Equations 2 and 3.

$$w_{new} = w_{old} + \delta (x - w_{old}) \text{ if } P = C \quad (2)$$

$$w_{new} = w_{old} - \delta (x - w_{old}) \text{ if } P \neq C \quad (3)$$

where C is the class of the input vector, and P is the class of the winner prototype vector.

End

9. Decrease the learning rate, δ with a decreasing rate, $\beta \in (0,1)$ as shown in Equation 4.

$$\delta = \delta\beta \quad (4)$$

2.1.2. LVQ2 and LVQ2.1

LVQ2 network is constituted by a window is another variant of LVQ. LVQ2 is developed to improve the success of the standard LVQ model. In particular, LVQ2 network tries to prevent the classification error in the boundary values of the classes. Apart from standard LVQ, during the training, this network proposes to change the two closest prototype vectors to the input vector at the same time.

If these two prototype vectors are called $w1$ and $w2$, their weights must be updated when the following conditions are satisfied.

Condition 1: The prototype vector, $w1$ is the closest weight vector to the input vector, and the other prototype vector, $w2$ is the next closest vector to it. The class of input vector is different from the class of $w1$ and is the same class of $w2$.

Condition 2: The input vector is in the specified range, namely in a window. The window size is between 0 and 1, but it is chosen between 0.2 and 0.3 in general.

For LVQ2.1, condition 1 is a little bit different. Case 1: The class of input vector is different from the class of $w1$ and is the same class of $w2$. Case 2: The class of input vector is different from the class of $w2$ and is the same class of $w1$. Condition 1 is satisfied when one of the two cases above is true. In LVQ2.1, the update operations are performed in this way. The prototype vector with the same class of the input vector is gotten closer to the input vector, The prototype vector which is distinct from the class of the input vector is gotten further from the input vector.

If the two conditions are satisfied, the prototype vectors $w1$ and $w2$ weights are updated as displayed in Equations 5 and 6. $w1_{new}$ and $w2_{new}$ vectors represent new values of the prototype vectors. In the same way, $w1_{old}$ and $w2_{old}$ vectors stand for old values of the prototype vectors.

$$w1_{new} = w1_{old} - \delta (x - w1_{old}) \quad (5)$$

$$w2_{new} = w2_{old} + \delta (x - w2_{old}) \quad (6)$$

Whether or not the input vector is in the specified window, is determined by Equations 7 and 8.

$$c = (1 - window)/(1 + window) \quad (7)$$

$$\text{if } \min(d_1/d_2, d_2/d_1) > c \quad (8)$$

Where d_1 is the distance between the input vector and the prototype vector $w1$, and d_2 is the distance between the input vector and the prototype vector $w2$.

The condition in Equation 8 is satisfied, and the input vector is in the window.

2.1.3. LVQ3

LVQ3 network applies all LVQ2 operations. In Addition, LVQ3 includes some extra update operations when the prototype vectors $w1$, $w2$, and the input vector are in the same class. As we described in LVQ2 network, the prototype vectors $w1$ and $w2$ are the closest two vectors to the input vector in the training set. As shown in Equations 9 and 10, the prototype vectors $w1$ and $w2$ are gotten closer to the input vector when all three vectors are in the same category, and the input vector is in the specified window of the two prototype vectors.

$$w1_{new} = w1_{old} + \varepsilon\delta (x - w1_{old}) \quad (9)$$

$$w2_{new} = w2_{old} + \varepsilon\delta (x - w2_{old}) \quad (10)$$

Where ε is a stabilizing constant. $\varepsilon \in (0,1)$. It is preferred to become between 0.1 and 0.5.

2.1.4. LVQX

In LVQ2 network, the weights of both two prototype vectors are rarely updated, however, in LVQX network, both prototype vectors' weights are changed in every iteration. This increases the learning speed of the network and the generalization ability and decreases the learning time. The LVQX network designates two prototype vectors, the global winner and the local winner. The global winner prototype vector is the prototype vector that has the minimum distance to the input vector in the training set. But, the local winner prototype vector is the prototype vector that has the minimum distance between the input vector and the prototype vectors of the input vector's class.

According to the learning strategy of LVQX network, if the global winner and the local winner prototype vectors are the same, then only this prototype vector is updated as displayed in Equation 5. But, if the global winner and the local winner prototype vectors are different, the global winner vector is moved away from the input vector, and the local winner vector gets closer to the input vector as shown in Equations 6 and 7.

If w_g equals w_l then

$$w_{g,new} = w_{g,old} + \delta (x - w_{g,old}) \quad (11)$$

else

$$w_{g,new} = w_{g,old} - \delta (x - w_{g,old}) \quad (12)$$

$$w_{l,new} = w_{l,old} + \delta (x - w_{l,old}) \quad (13)$$

Where w_g is the global winner prototype vector, and w_l is the local winner prototype vector.

2.1.5. OLVQ1

OLVQ1 network is a variant of LVQ in which the learning rate is adapted for each iteration. The learning rate, δ is updated as displayed in Equation 14.

$$\delta(t) = \frac{\delta(t-1)}{1+s(t)\delta(t-1)} \quad (14)$$

Where t is the iteration value and $s(t) = +1$ if the winning prototype vector has the same class as the input vector, otherwise $s(t) = -1$.

3. Result and Discussion

In this study, the systems based on the variants of LVQ networks as LVQ1, LVQ2, LVQ2.1, LVQ3, OLVQ1, and LVQX are designed and implemented. The successes of the systems are evaluated by benchmark metrics such as accuracy and f-measure. These metric values are calculated as shown in Equations 14, 15, 16, and 17.

Accuracy and f-measure have been used to evaluate the success of the classification systems. The f-measure is calculated by combining the Recall and Precision evaluation measures in one equation, as seen in Equations 15, 16, 17, and 18 below. The f-measure for different classes has been generalized by the Macro average of the f-measures. The accuracy values of the systems are measured as shown in Equation 17.

TP: True Positive means the correctly predicted positive values.

TN: True Negative means the correctly predicted negative values.

FP: False Positive means the incorrectly predicted negative values.

FN: False Negative means the incorrectly predicted positive values.

$$\text{Precision} = TP/TP + FP \quad (15)$$

$$\text{Recall} = TP/TP + FN \quad (16)$$

$$\text{Accuracy} = TP + TN/TP + FP + FN + TN \quad (17)$$

$$F - \text{measure} = 2 * (\text{Recall} * \text{Precision}) / (\text{Recall} + \text{Precision}) \quad (18)$$

The systems of the variants of LVQ have been implemented with Matlab and the computer with the features as Intel Core i7 2.40 GHz CPU, 16 GB RAM, and 64-bit Windows 10 Operating System.

In the developed systems, iris (Iris data set, 2022) and wine (Wine data set, 2022) have been used for testing the systems.

The iris data set includes three categories of fifty samples for every class. Classes are represented as a type of iris plant. This data set has 150 samples, and the values of attributes are real numbers. The wine data set also contains three categories. But, the attributes have thirteen real or integer values, and the total sample size is 178.

In this study, the five different variants of LVQ LVQ1, LVQ2.1, LVQ3, OLVQ1, and LVQX have been implemented with learning rate=0.1, stabilizing constant=0.001, 10 class prototypes, and maximum iterations=30, and as shown in Tables 1-10, the success rates of them are displayed according to two data sets, initialization conditions of prototype vectors and some normalizations of feature vectors.

Before training the LVQ networks, their prototype vectors must be initialized by some numbers. Two conditions have been analyzed in this work zero initialization of them and random initialization between zero and one. It is also examined for normalization of the features in the data sets. In addition, the results are compared according to the normalization conditions. All results are obtained by the z-score, linear scale, and without normalization.

In the following tables, P represents the prototype vectors, and P=0-1: Initialization P between 0 and 1 randomly. P=0: Initialization of all P to zero.

Evaluating the system, the data set is divided into a train set and a test set. Five different train sets and test sets are generated by randomly selecting samples from the data set. Hence, an LVQ model is constituted with each train set. As displayed in the following tables, the accuracy and f-measure values are the means of accuracy and macro f-measure from the train sets. Their standard deviations are presented in the tables.

According to the success of the variant methods of LVQ, the most successful method is LVQX for both iris and wine data sets. The accuracy rates are approximately 97% accuracy and f-measure rates in the iris data set. However, in the wine data set, 98% accuracy and 97% f-measure values have been computed. The success rates of the other variants are similar to each other.

If the systems are evaluated by normalization, it can be said that normalization has highly increased the systems' success, and the best normalization is linear scaling in both data sets.

As shown in the tables, when normalizing with a linear scale, the models have not been affected much by the initializations. However, when the models without normalization are more successful when they initialize their prototype vectors between zero and one randomly.

Table 1. The success rates of the iris data set for LVQ1

Init.	Normalization	Accuracy	F-measure
P=0-1	No Norm.	0.83±0.154	0.81±0.154
	Z-score	0.89±0.21	0.86±0.024
	Linear scaling	0.96±0.026	0.95±0.029
P=0	No Nor.	0.77±0.207	0.72±0.211
	Z-score	0.88±0.004	0.88±0.046
	Linear scaling	0.95±0.019	0.94±0.022

Table 2. The success rates of the iris data set for LVQ2.1

Init.	Normalization	Accuracy	F-measure
P=0-1	No Norm.	0.85±0.142	0.85±0.145
	Z-score	0.92±0.022	0.914±0.030
	Linear scaling	0.94±0.026	0.93±0.027
P=0	No Norm.	0.72±0.184	0.65±0.196
	Z-score	0.89±0.026	0.88±0.025
	Linear scaling	0.95±0.017	0.94±0.017

Table 3. The success rates of the iris data set for LVQ3

Init.	Normalization	Accuracy	F-measure
P=0-1	No Norm.	0.95±0.009	0.95±0.011
	Z-score	0.90±0.013	0.90±0.013
	Linear scaling	0.96±0.024	0.96±0.022
P=0	No Norm.	0.84±0.136	0.83±0.136
	Z-score	0.87±0.048	0.86±0.053
	Linear scaling	0.95±0.020	0.94±0.021

Table 4. The success rates of the iris data set for OLVQ1

Init.	Normalization	Accuracy	F-measure
P=0-1	No Norm.	0.74±0.071	0.72±0.073
	Z-score	0.92±0.023	0.91±0.020
	Linear scaling	0.96±0.018	0.95±0.018
P=0	No Norm.	0.67±0.013	0.67±0.016
	Z-score	0.87±0.014	0.87±0.013
	Linear scaling	0.93±0.021	0.92±0.020

Table 5. The success rates of the iris data set for LVQX

Init.	Normalization	Accuracy	F-measure
P=0-1	No Norm.	0.95±0.008	0.94±0.030
	Z-score	0.90±0.032	0.90±0.031
	Linear scaling	0.97±0.008	0.97±0.012
P=0	No Nor.	0.96±0.008	0.95±0.010
	Z-score	0.88±0.020	0.87±0.017
	Linear scaling	0.97±0.038	0.96±0.008

Table 6. The success rates of the wine data set for LVQ1

Init.	Normalization	Accuracy	F-measure
P=0-1	No Norm.	0.49±0.044	0.48±0.044
	Z-score	0.96±0.022	0.95±0.023
	Linear scaling	0.97±0.95	0.96±0.021
P=0	No Norm.	0.48±0.071	0.44±0.062
	Z-score	0.96±0.010	0.95±0.009
	Linear scaling	0.98±0.016	0.97±0.016

Table 7. The success rates of the wine data set for LVQ2.1

Init.	Normalization	Accuracy	F-measure
P=0-1	No Norm.	0.60±0.062	0.59±0.064
	Z-score	0.95±0.037	0.94±0.038
	Linear scaling	0.98±0.010	0.98±0.012
P=0	No Norm.	0.54±0.068	0.52±0.080
	Z-score	0.96±0.011	0.95±0.013
	Linear scaling	0.98±0.017	0.97±0.019

Table 8. The success rates of the wine data set for LVQ3

Init.	Normalization	Accuracy	F-measure
P=0-1	No Norm.	0.57±0.058	0.54±0.067
	Z-score	0.93±0.038	0.92±0.044
	Linear scaling	0.98±0.007	0.98±0.010
P=0	No Norm.	0.56±0.055	0.53±0.054
	Z-score	0.96±0.011	0.95±0.013
	Linear scaling	0.98±0.010	0.97±0.013

Table 9. The success rates of the wine data set for OLVQ1

Init.	Normalization	Accuracy	F-measure
P=0-1	No Norm.	0.56±0.023	0.54±0.014
	Z-score	0.91±0.034	0.90±0.036
	Linear scaling	0.98±0.004	0.97±0.004
P=0	No Norm.	0.50±0.063	0.47±0.056
	Z-score	0.95±0.004	0.95±0.010
	Linear scaling	0.97±0.003	0.97±0.007

Table 10. The success rates of the wine data set for LVQX

Init.	Normalization	Accuracy	F-measure
P=0-1	No Norm.	0.99±0.009	0.69±0.035
	Z-score	0.97±0.024	0.96±0.24
	Linear scaling	0.99±0.009	0.99±0.12
P=0	No Norm.	0.69±0.029	0.68±0.40
	Z-score	0.96±0.007	0.96±0.011
	Linear scaling	0.99±0.012	0.98±0.011

4. Conclusions and Recommendations

In this study, using some variants of Learning Vector Quantization such as LVQ1, LVQ2.1, LVQ3, LVQX, and OLVQ1, the systems are designed and implemented, and they are examined according to initializations of prototype vectors and data sets. Every dataset is divided into training and testing data sets. With the training dataset, all LVQ networks are trained in a reinforcement learning manner, and the models for each network are generated to test the success of the systems. In addition, the systems are compared with each other using some distinct normalization techniques such as z-score and linear scaling. In initial conditions, all prototype vectors are randomly selected between zero and one, the values of all prototype vectors are assigned to zero. The generated systems are evaluated by accuracy and f-measure benchmark measures and compared by their success rates. This study shows LVQX network outperforms the other LVQ variants, and it can be said that linear scaling normalization improves the networks' success.

For the next studies, it is planned to use other variants of the LVQ method and the hybrid of these LVQ variants.

References

- Günel, K., Aşlıyan, R. and İclal, G. (2016). A Geometrical Modification of Learning Vector Quantization Method for Solving Classification Problems. *Suleyman Demirel University Journal of Natural and Applied Sciences*, vol. 20(3), pp. 414-420.
- Hammer, B. and Villmann, T. (2002). Generalized relevance learning vector quantization. *Neural Networks*, vol. 15(8-9), pp. 1059-1068.
- Iris data set. (2022). Website [Online]. Available: <https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/iris>
- Katagiri, S. and Lee, C.H. (1993). A new hybrid algorithm for speech recognition based on HMM segmentation and learning vector quantization. *IEEE Transactions on Speech and Audio Processing*, vol. 1(4), pp. 421-430.
- Kohonen, T. (1986). Learning vector quantization for pattern recognition. Report TKK-F-A601, Helsinki University of Technology, Espoo, Finland.
- Kohonen, T., Barna, G. and Chrisley, R. (1988). Statistical pattern recognition with neural networks: Benchmarking studies. In *Proc. of the International Conference on Neural Networks (ICNN)*, vol. I, Los Alamitos, CA. IEEE Computer Soc. Press, p. 61-68.
- Kohonen, T. (1990). Improved versions of learning vector quantization. In *Proc. of the International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN)*, vol. 1, pages 545-550, San Diego, California.
- Kohonen, T. (1992). New developments of learning vector quantization and self-organizing map. In *Proc. Symposium on Neural Networks, Alliances and Perspectives in Senri, Osaka, Japan*.
- Kohonen, T. (1995). *Self-Organizing Maps*. Springer, Berlin, Germany.
- Kohonen, T., Hynninen, J., Kangas, J., Laaksonen, J. and Torkkola, K. (1996). LVQ_PAK: the learning vector quantization programming package. Report A30, Helsinki University of Technology, Laboratory of Computer and Information Science, Espoo, Finland.
- Makino, S., Endo, M., Sone, T. and Kido, K. (1992). Recognition of *phonemes* in continuous speech using a modified LVQ2 method. *J. Acoustical Society of Japan*, vol. 13(6) pp. 351-360.
- McDermott, E. (1990). LVQ3 for phoneme recognition. In *Proc. Spring Meet. Acoust. Soc. Jpn.*, p. 151-152.
- Öztemel, E. (2012). *Yapay Sinir Ağları*, Ezgi Kitapevi, Bursa.
- Pham, D.T. and Oztemel, E. (1993). Control Chart Pattern Recognition Using Combinations of Multilayer Perceptrons and Learning Vector Quantization Neural Networks. *Proc. Instn. Mech. Engrs*. Vol. 207, pp. 113-118.
- Pham, D.T. and Oztemel, E. (1994). Control Chart Pattern Recognition Using Combinations of Multilayer Perceptrons and Learning Vector Quantization Neural Networks. *International Journal of Production Research*, vol. 32, 721-729.
- Sato, A. and Yamada, K. (1995). Generalized Learning Vector Quantization”, *NIPS*.
- Wine data set. (2022). Website [Online]. Available: <https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/wine>



Obtaining of the Modal Frequency Parameters a Middle Class Armed Unmanned Combat Aerial Vehicle Using Engineering Simulation ANSYS Program

Ferit Artkin*¹

¹*Kocaeli University, Vocational School of Hereke Asım Kocabiyik, Department of Machinery and Metal Technologies, 41800, Korfez, Kocaeli, Turkey, (ORCID: 0000-0002-8543-6334), artkinf@kocaeli.edu.tr

(1st International Conference on Scientific and Academic Research ICSAR 2022, December 10 - 13, 2022)

(DOI: 10.31590/ejosat.1211104)

ATIF/REFERENCE: Artkin, F., (2022). Obtaining of the Modal Frequency Parameters a Middle Class Armed Unmanned Combat Aerial Vehicle Using Engineering Simulation ANSYS Program. *European Journal of Science and Technology*, (45), 14-18.

Abstract

Baykar Bayraktar TB2 (Tactical Block 2) is a domestically armed unmanned aerial vehicle produced by Turkey-based Baykar Defense. It is accepted in the middle class armed unmanned aerial vehicle class with its dimensions and the amount of useful load it can carry. Medium UAV class is an accepted classification for UAV's that are too heavy to be carried by one person but still smaller than a light aircraft. There are also medium-sized UAV's with a rotary base. Unmanned combat aerial vehicle (UCAV), also known as fighter aircraft, colloquially abbreviated as drone, is an unmanned aerial vehicle (UAV) used for intelligence, surveillance, target designation and reconnaissance and carrying aircraft munitions. Drones can use missiles, ATGM's and/or bombs at fixed points for their attacks. Drones are often under real-time human control and have varying degrees of autonomy. Unlike unmanned surveillance and reconnaissance aircraft, SİHAs are used for both unmanned aerial vehicle attacks and battlefield intelligence. The solid model was used ready-made in 1:1 scale. All the parameters were obtained using the Rotax 912 engine with two blades used in the design of the primary models. Modal analysis is that the study of dynamic properties of systems below vibration. Accelerometers help calculate the vibration of the system when attached to a shaker. Modal analysis on aircraft emerges as the analysis of the vibration period and modes of the wind on aircraft. Analyzing the solid model according to the correct design criteria in the analysis program, making the correct simplifications, getting the mesh network properly and with success, directly have an affect on the accuracy of the modal analysis results.

Keywords: Defense and aerospace technologies, unmanned combat aerial vehicle (UCAV), bayraktar tb2, engineering simulation, ansys, mechanical engineering.

Orta Sınıf Silahlı İnsansız Muharebe Hava Aracının Modal Frekans Parametrelerinin Mühendislik Simülasyonu ANSYS Programı Kullanılarak Elde Edilmesi

Öz

Baykar Bayraktar TB2 (Taktik Blok 2), Türkiye merkezli Baykar Savunma tarafından üretilen yerli silahlı insansız hava aracıdır. Boyutları ve taşıyabileceği faydalı yük miktarı ile orta sınıf silahlı insansız hava aracı sınıfında kabul edilmektedir. Orta İHA sınıfı, bir kişinin taşıyamayacağı kadar ağır ancak yine de hafif bir hava aracından daha küçük olan İHA'lar için kabul edilen bir sınıflandırmadır. Döner tabanlı orta büyüklükte İHA'lar da vardır. İnsansız muharebe hava aracı (SİHA), aynı zamanda savaş uçağı olarak da bilinir, insanlar arasında drone olarak kısaltılır, istihbarat, gözetleme, hedef belirleme ve keşif için kullanılan ve uçak mühimmatı taşıyan insansız bir hava aracıdır (İHA). Dronlar saldırıları için sabit noktalarda füzeler, ATGM'ler ve/veya bombalar kullanabilirler. Dronlar genellikle gerçek zamanlı insan kontrolü altındadır ve değişen düzeylerde otonomiye sahiptir. İnsansız gözetleme ve keşif hava araçlarının aksine, SİHA'lar hem insansız hava araçları saldırıları hem de savaş alanı istihbaratı için

kullanılmaktadır. Katı model 1:1 ölçekte hazır olarak kullanılmıştır. Tüm parametreler, ilk modellerin tasarımında kullanılan iki pallı Rotax 912 motoru kullanılarak elde edildi. Modal analiz, titreşim altındaki sistemlerin dinamik özelliklerinin incelenmesidir. İvmeölçerler, bir sisteme takıldığında sistemin titreşim frekanslarının hesaplamasına yardımcı olur. Uçakta modal analiz, uçakta rüzgarın titreşim periyodunun ve modlarının analizi olarak karşımıza çıkmaktadır. Katı modelin analiz programında doğru tasarım kriterlerine göre analiz edilmesi, doğru sadeleştirmelerin yapılması, mesh ağının doğru ve başarılı bir şekilde elde edilmesi modal analiz sonuçlarının doğruluğuna doğrudan etki etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Savunma ve havacılık teknolojileri, insansız muharebe hava aracı (SİHA), bayraktar Tb2, mühendislik simülasyonu, ansys, makine mühendisliği.

1. Introduction

The medium UAV category includes UAVs that are too large to be carried by one person but are smaller than a light aircraft. They typically have a wingspan of 5-10 m and can carry payloads of 60 to 250 kg. The Israeli-US Hunter and the UK Watchkeeper are two examples of midsize fixed-wing UAVs other brands that have been utilized in the past include the US Boeing Eagle Eye, the RQ-2 Pioneer, the BAE systems Skyeye R4E, Baykar Bayraktar TB2, and some specifications of medium class UCAVs as the RQ-5A Hunter. The Hunter has a wingspan of 10.1 meters and a length of 6.8 meters. At takeoff, it weighs around 895 kg. There are also a handful of medium-sized rotary-based UAVs (Limnaiois, G., et al., 2012), (Naidu Y., et al., 2014).

Baykar designed and built the Bayraktar TB2 Tactical Armed / UAV System. A very advanced design that delivers all solutions required by the operator in a single integrated system. The complete system is created in-house thanks to Baykar's technical accumulation and skills (Yiğit E., et al., 2018).

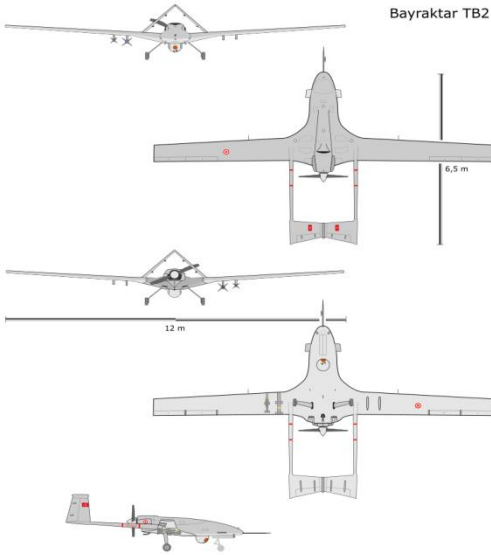


Figure 1. Bayraktar TB2 technical drawing images.

The Bayraktar TB2 is a Medium Altitude Long Endurance (MALE) Tactical Unmanned Aerial Vehicle capable of conducting ISR and armed assault missions. An onboard avionic suite with a triple redundant avionic system consists of modules that allow for completely autonomous taxiing, take-off, landing, and cruising. TB2 has shown its effectiveness. It has been effectively carrying out operations inside the Turkish Armed Forces, Gendarmerie, and Turkish National Police since 2014. At the moment, 257 Bayraktar stations are serving Turkey, Qatar, Ukraine, and Azerbaijan. Bayraktar TB2 holds the endurance altitude records in Turkish aviation history. The Bayraktar TB2

is also the first aircraft in its category to be shipped outside of the country.

It is regarded as one of the most significant achievements of Turkey's defense and aerospace industries. It had been shipped to 19 countries as of March 2022. Baykar Bayraktar TB2 (Tactical Block 2) is an armed unmanned aerial vehicle manufactured by Baykar Defense in Turkey. In the fully loaded flight test on June 14, 2014, it achieved a height of 27,030 feet (8,240 m), and in the flight test on August 5-6, it went 4040 kilometers at an altitude of 18000 feet (5,500 m) in 24 hours, 34 minutes. completed a flight It was able to hit targets with 100% accuracy during a fire test on December 17, 2015, with two Roketsan MAM-L guided missiles loaded.

It was actively utilized by the Turkish Armed Forces in Claw Actions, as well as military operations during its participation in the Syrian Civil War and the Second Libyan Civil War. He also served in the Azerbaijan Air Force during the 2020 Nagorno-Karabakh War. Bayraktar TB2s neutralized 535 of the 772 objectives eliminated by the Azerbaijan Army during this operation (Daglık Karabag, 2020). Bayraktar TB2 caused more than a billion dollars in damage to Armenia during the Nagorno-Karabakh War.

The cumulative number of flying hours in difficult conflicts and operations using the Bayraktar TB2 has surpassed 500,000 (Bayraktar Tb2, 2022). In summary, the Bayraktar TB2 has become the Turkish-made UCAV, that has served the longest in the skies.

2. Material and Method

2.1. ANSYS

ANSYS is a computer-aided engineering tool that allows for analysis and simulations in computer-assisted engineering research. The ANSYS program enables efficient research in a variety of areas, including mechanics, structural analysis, computational fluid dynamics, and heat transfer. The finite element approach is employed by the ANSYS software, which is one of the most widely used CAE(Computer Aided Engineering) applications in our nation and throughout the world. Separate analysis of things with complicated geometry that are difficult to analyze in one piece using the finite element method by breaking them into tiny and many portions. The findings of an analysis of a finite number of elements are merged to provide a single and consistent analysis result. ANSYS Mechanical can evaluate objects in complicated architectures. This application replicates the real-world behavior of components and subsystems using the finite element approach to get realistic results. ANSYS can perform research and analyses on both fluid and solid models. ANSYS Fluent can model not just liquids, but also gases and semi-fluids. The ANSYS application can readily model air flow over aircraft wings, circulation systems in living things, flow in

turbines, and water flow in building installations. This study's numerical findings were produced using the ANSYS 2019 R2 and ANSYS 2021 R2 versions (Özgen S., 2017).

2.1.1. Finite Element Model (Mesh Results)

Mesh manufacturing is used in a variety of technical applications. Its primary application is in the finite element technique. Surface definition ranges include triangles, quadrilaterals, and so on. While it is possible to split volumetric definition intervals into forms such as tetrahedra and hexahedra. Automatic mesh creation techniques define the form and distribution of the components. Finite Element Approach (FEM) is a numerical method and a technology with advanced application fields that uses computers to solve problems in solid mechanics, fluid mechanics, heat transport, and vibration. Models are partitioned into a finite number of elements in the Finite Element Method (FEM). These pieces are linked to one another at specific sites known as nodes. The Finite Element Method is used to try to solve displacements in these nodes. As a result, the stress is about equivalent to the imposed load. These nodes must be fixed at specific places in order to be stationary.

The Finite Element Method converts the stated conditions for the joint locations into algebraic linear equations, which are then solved to determine the real stresses in all members. As a result, the more elements the model has, the more accurate the output will be based on the stress given to that piece. The model is partitioned into tiny elements when the element attributes are determined. So the model has been meshed. What matters here is how you use the selected element to better divide the model into smaller sections. Some package applications will accomplish this for automatically. In the meshing of a single-engine civilian aircraft, for example, it is common to utilize 10 million

components against about 1.5 million nodes (Wandono F.A., et al., 2020), (Weibel, Roland E., 2002) (Turgut T., 2018).

Mesh values were derived in a solid model 1:1 scale using the actual measurement values supplied in the article (Figure 1). The mesh structure with full load is as follows. After the necessary simplifications are completed; The detailed Mesh has been successfully obtained in the Figure 2. A total of 329482 meshes were detected in the mesh structure below.

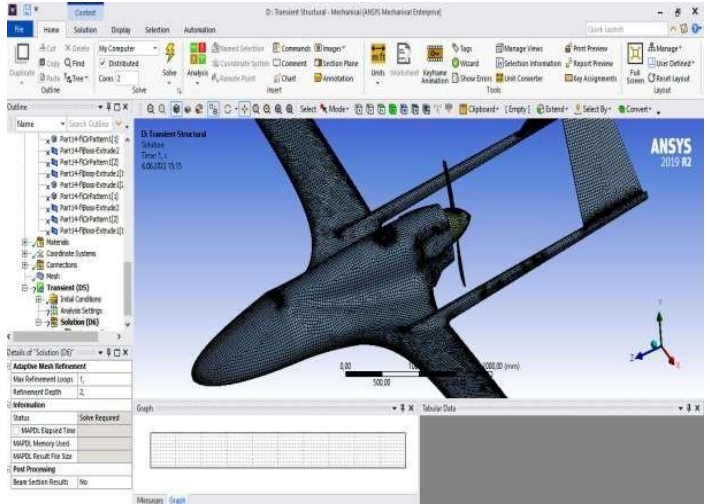


Figure 2. Bayraktar TB2 Solid Model after simplification, detailed mesh structure (with ANSYS 2019 R2).

Table 1. Obtained Modal Frequency Parameters

Parameters No	Modal Frequency
1.	0 Hz.
2.	$6.391 \cdot 10^{-5}$ Hz.
3.	$2.8722 \cdot 10^{-4}$ Hz.
4.	0.36298 Hz.
5.	0.50623 Hz.
6.	0.72167 Hz.
7.	3.9566 Hz.
8.	7.005 Hz.
9.	9.6974 Hz.
10.	10.022 Hz.
11.	13.576 Hz.
12.	13.814 Hz.

3. Results and Discussion

The study of dynamic characteristics of systems under vibration is known as modal analysis. When connected to a shaker, accelerometers assist determine the system's vibration.

Modal analysis in aviation may be calculated by computing the vibration period and wind modes on aircraft. Modal analysis is the process of establishing the factors (such as natural frequency, vibration pattern, and internal damping) required to develop a mathematical model of a vibrating system's dynamic behavior (Wandono F.A., et al., 2020).

Every object has a natural frequency (also known as a resonant frequency) at which it may vibrate. This frequency is also the frequency at which the item allows energy to be transferred from one form to another with the least amount of loss (here from vibration to kinetic). The amplitude of the system's response rises asymptotically to infinity as the frequency approaches the resonant frequency. In other words, modal analysis determines the frequency at which the amplitude reaches infinity. Modal analysis is used to describe the system's inherent frequencies and mode shapes, to evaluate the connections between the components if there are stiff modes in the system, to assess whether the system's limitations are proper, and to determine the system's behavior under dynamic loads.

The data from the modal analysis report was successfully used using the ANSYS application. The screenshots above include Modal Analysis Reports. For the first six modes, a value of around 0 (zero) was achieved. The modal frequency values obtained for the first 12 modes are in the table 1.

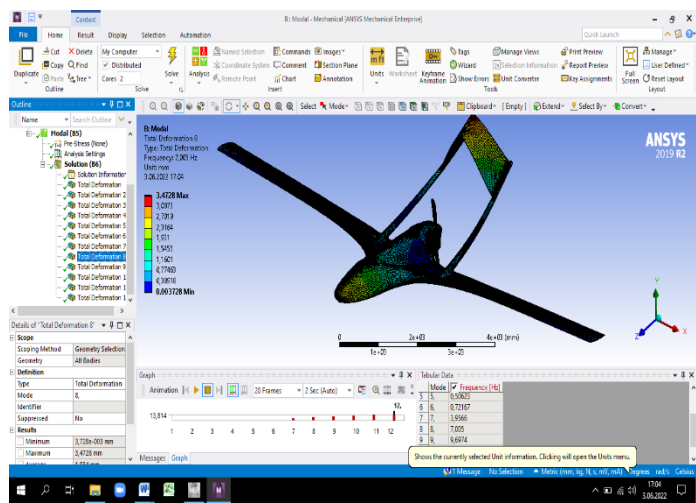


Figure 3. Modal Analysis Report Bayraktar TB2 (8.Mod).

While performing modal analysis with the finite element method, it is critical to create a model in the size and shape that best depicts the system's mode forms. To properly calculate the natural frequencies and mode forms at these frequencies (bending, torsion mode, etc.), the elements must represent the geometry in the best way possible (Tunca C., 2018).

Thanks to the modal analysis parameters; prior to dynamic analysis, we may enhance working circumstances by boosting the system's natural frequency values (Unay E., 2015).

Modal analysis also plays an important role when dynamic analysis needs to be compared to physical tests. It allows to identify the right equipment and the right place to be used for

accelerometers and strain gauges. It helps to understand the test results and associate the virtual model with the prototype during testing (MIL-STD-810H, 2019) (Technion IIT, 2016).

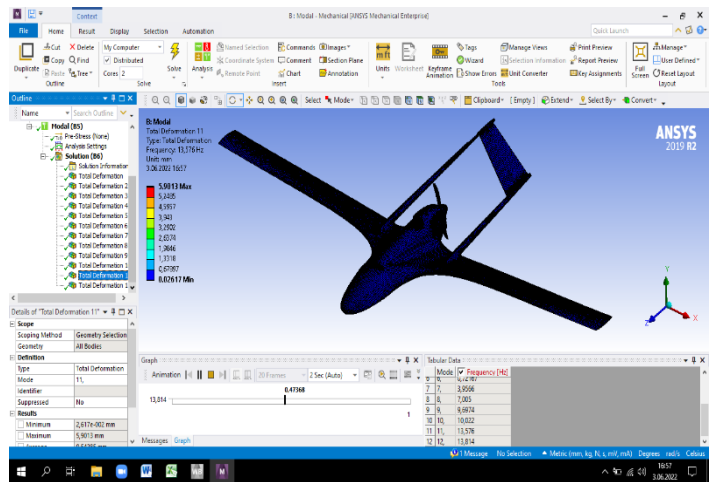


Figure 4. Modal Analysis Report Bayraktar TB2 (11.Mod).

Modal analysis provides an overview of the limits of a system's responses. For example, it gives a general answer to the question of what are the limits of the system response (like when and how much maximum displacement) for a given input (like a load applied at a given amplitude and frequency).

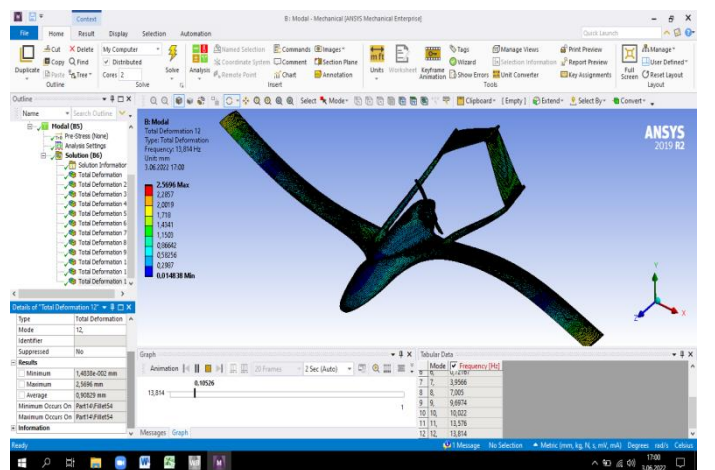


Figure 5. Modal Analysis Report Bayraktar TB2 (12.Mod).

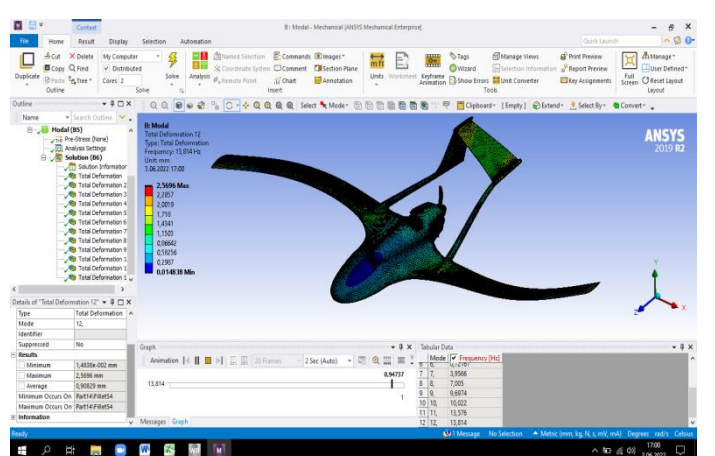


Figure 6. Modal Analysis Report Bayraktar TB2 (12.Mod)

4. Conclusions and Recommendations

The outcomes of my investigations in ANSYS 2019 R2 (My Own Laptop) and ANSYS 2021 R2 Karatay KTO University Engineering Faculty Numerical Analysis Laboratory are as above. There were initially delays owing to first CAD model selection. The shell model could not produce the intended outcomes. Then, with success, robust result analyses at a 1:1 real scale were produced.

The results acquired from the modal analysis, in particular, are of academic and very good quality. In static structural analysis, successful findings were achieved with a load factor of 6g. The g (load factor) of the Bayraktar TB2, which I believe is a trade secret, was not found in any source. Bayraktar's g factor, in my opinion, is between 4.5 and 5.5 g. The computations, however, were performed using the closest number (6g) supplied in the sources. 100 m over the Aegean Sea calculated using fluent flow analysis using 2400 RpM rotation and wind maps. At height, limit values of 17.8 m/s were utilized.

5. Acknowledge

The parameters calculated in this article were gathered from KTO Karatay University's Faculty of Engineering, Department of Mechanical Engineering courses, and the Finite Element Method was gained via a project implementation research. I would like to thank my instructor Prof. Dr. Mehmet Celik who is member Turkish Council of Higher Education (YÖK) and the faculty member of the KTO Mechanical Engineering Department, whose guiding assistance I have always observed in the achievement of this study.

References

- Bayraktar TB2, SİHA 500.000 Uçuş Saatini Tamamladı. savunmasanayist.com. 25 Ağustos 2022. 25 Ağustos 2022 tarihinde kaynağından arşivlendi. E.T. 15 Kasım 2022.
- Dağlık Karabağ: İHA ve SİHA'ların rolü ne oldu, Azerbaycan'a nasıl avantaj sağladı?. bbc.com. 12 Kasım 2020. 12 Kasım 2020 tarihinde kaynağından arşivlendi. E.T. 14 Kasım 2022.
- Limnaiois, G.,Tsurveloudis, N. ve Valavanis K.P. (2012). Introduction. Plamen Angelov (Ed.), Sense and Avoid in UAS: Research and Applications. John Wiley&Sons Ltd: New Jersey, 4-31.
- MIL-STD-810H, 31 January 2019, Department of Defense Test Method Standard, Environmental Engineering Considerations and Laboratory Tests.
- Naidu Y., and Adali S., Design and Optimization of a Medium Altitude Long Endurance UAV Wingbox Structure, 2014.
- Özgen S., AE 452 Aeronautical Engineering Design II Air Loads Lecture Notes, Dept. Aerospace Engineering, 2017.
- Technion Israel Institute Of Technology (2016), Unmanned Marine Systems Division <http://tasp.technion.ac.il/index.php/en/taspdivisions/unmanned-marine-systems-division> (E.T.: 01 Kasım 2022).
- Tunca C., Tek Motorlu Bir İHA için Pervane Seçimi ve Analizi, Yüksek lisans tezi, Anadolu Üniversitesi, 2018.
- Turgut T., İnsansız Hava Aracı Kanat Tasarımı, İTÜ, Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi, Bitirme Çalışması, (2018).
- Unay E., Load Analysis of An Aircraft Using Simplified Aerodynamic and Structural Models, Middle East Technical

University,The Degree of Master of Science in Aerospace Engineering, 2015.

Wandono F.A., Adhitya M., Finite Element Analysis for Composite Wing Structure of the Maritime Surveillance Unmanned Aerial Vehicle, AIP Conference Proceedings 2227, 020029 (2020); <https://doi.org/10.1063/5.003760>

Weibel, Roland E. (2002), Safety Considerations for Operation of Different Classes of Unmanned Aerial Vehicles in the National Airspace System (PDF), Massachusetts Institute of Technology, pp. 15, 38, 39, 43, 77.

Yiğit E., Yazar I., Karakoc T.H., İnsansız Hava Araçları (İHA)'nın kapsamlı sınıflandırılması ve gelecek perspektifi, Cilt 3, Sayı 3, 2018; Doi: 10.23890/SUHAD.2018.0102



Expandable Optimum Avionics Architecture Solution with Advantage in terms of Cabling Weight for a Helicopter

Mustafa Dikkafa^{1*}, Mahir Dursun²

^{1*} Gazi University, Graduate School of Natural and Applied Science, Department of Electrical and Electronics Engineering, Ankara, Turkey, (ORCID: 0000-0001-5195-2974), mustafadikkafa@gmail.com

² Gazi University, Faculty of Technology, Department of Electrical and Electronics Engineering, Ankara, Turkey, (ORCID: 0000-0003-0649-2627), mdursun@gazi.edu.tr

(1st International Conference on Scientific and Academic Research ICSAR 2022, December 10 - 13, 2022)

(DOI: 10.31590/ejosat.1214672)

ATIF/REFERENCE: Dikkafa, M. & Dursun, M. (2022). Expandable Optimum Avionics Architecture Solution with Advantage in terms of Cabling Weight for a Helicopter. *European Journal of Science and Technology*, (45), 19-25.

Abstract

One of the biggest problems that the aviation industry focuses on in helicopter platforms is that the payload is not at the desired level. Another of these problems is the integration problem experienced in the process of integrating current technological equipment into the helicopter avionics architecture later throughout the product life cycle of the helicopter. Increasing the payload allows to carry more personnel, ammunition, etc. An expandable avionics architecture concept enables this if it is desired to integrate new avionics equipment throughout the life of the helicopter. In this context, R&D activities are organized in order for avionics equipment to be fast, expandable and reliable, and to transfer data via lighter ways. In this study, avionic architectural concepts from the past to the present were examined and a comparative analysis was made in terms of the cabling weight that will be formed on the helicopter platform in its possible use. While creating this concept, distributed, federated, integrated and distributed integrated architectures were examined, as well as RS-422/485, ARINC-429/629, AFDX, MIL-STD-1553 and FIBRE Channel protocols within the scope of communication protocols. By examining the superiority of the mentioned concepts to each other, the cabling weight created by different avionics architectures on the platform was calculated, and the optimum avionics architecture concept, which could be expanded to create a minimum cabling weight for a military type helicopter, was proposed.

Keywords: Avionic Architecture, Fibre Channel, AFDX, IMA, DIMA.

Bir Helikopter için Kablaj Ağırlığı Açısından Avantajlı Genişletilebilir Optimum Aviyonik Mimari Çözümü

Öz

Havacılık endüstrisinin, helikopter platformlarında odaklandığı en büyük problemlerden biri faydalı yükün istenilen düzeyde olmamasıdır. Bu problemlerden bir diğeri ise helikopterin ürün yaşam döngüsü içerisinde güncel teknolojik ekipmanların sonradan helikopter aviyonik mimarisine entegre edilme sürecinde yaşanan entegrasyon problemidir. Faydalı yükün artırılması daha fazla personel, mühimmat vb. taşıyabilmeye olanak sağlamaktadır. Genişletilebilir bir aviyonik mimari konsepti ise helikopter ömrü boyunca yeni bir aviyonik ekipman entegre edilmek istenirse buna olanak sağlamaktadır. Bu kapsamda aviyonik ekipmanları hızlı, genişletilebilir ve güvenilir olmakla birlikte daha hafif yollardan veri aktarımı yapabilmesi için Ar-Ge faaliyetleri düzenlenmektedir. Bu çalışmada, geçmişten günümüze gelen aviyonik mimari konseptleri incelenmiş ve olası kullanımında helikopter platformu üzerinde oluşturacağı kablaj ağırlığı yönünden karşılaştırmalı analizi yapılmıştır. Bu konsept oluşturulurken dağıtık, federe, entegre ve dağıtık entegre mimariler incelenmiş aynı zamanda haberleşme protokolleri kapsamında RS-422/485, ARINC-429/629, AFDX, MIL-STD-1553 ve FIBRE Channel protokolleri de incelenmiştir. Bahsedilen konseptlerin birbirlerine üstünlükleri incelenerek farklı aviyonik mimarilerin

* Corresponding Author: mustafadikkafa@gmail.com

platform üzerinde oluşturduğu kablaj ağırlığı hesaplanmış olup askeri türden bir helikopter için minimum kablaj ağırlığı oluşturacak şekilde genişletilebilir optimum aviyonik mimari konsepti önerilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Aviyonik Mimari, Fibre Kanal Afdx, EMA, DEMA.

1. Introduction

Advances in the military, electronics and communication sectors have enabled significant developments in the aviation sector, especially in avionics technology. The needs of the sector in avionics technology, expansion possibilities, updatable and wide data transfer make the development of avionic BUS structures inevitable. While avionics BUS technology meets these needs, it is expected to optimize the payload by considering the weight constraints of aircraft. One of the factors affecting the reduction of the useful load in helicopters is the weight of the cabling, which provides communication between avionic equipment. However, as avionics technology develops, new generation avionic equipment is developed and it is desired to use this equipment in helicopter. Therefore, the creation of an avionics architectural infrastructure optimized in terms of payload, which can integrate newly developed avionic equipment into the aircraft, is necessary to meet this need. Migration of avionics architectures from analog to digital is getting complex, but it has cost, flexibility, weight, etc. has made beneficial progress. There have been few studies on architectural concepts in the literature (Champeaux, Faura, Gatti, & Terroy, 2016; Shah, 2014; Wang & Xiong, 2009). While research is being conducted on the maturity of avionics systems that are in the development stages, it is explained in detail the methodologies and their limitations of ongoing avionic modification from electromechanics to digital avionics (Shah, 2014). For distributed architectures with more than one connection topology, a theory has been proposed that includes a set of communication networks. The functional features of this theory have been modeled with a modular discrete event network simulator called OMNEST Framework and after validation, it has been implemented under the name of physically multi-link communication unit while preserving the ARINC 664 Part 7 AFDX features. As a result of the tested multi-link communication unit, it is stated that the proposed evolution from the central network (federated) system to the distributed network (distributed) system will be possible with the presence of many well-adapted connected communication units (Champeaux et al., 2016). It offers an AFDX-based avionics communication architecture using a high-bandwidth communication architecture that independently collects and distributes various types of signals called Wavelength Division Multiplexing (WDM) in order to manage real-time data traffic in integrated modular avionics architectures. It is stated that AFDX-based protocols do not take into account the physical transmission performance, by using the Wavelength Division Multiplexing architecture, it will meet both the real-time constraints of the avionics system and the high bandwidth demands (Wang & Xiong, 2009).

In this context, avionic architectural concepts have been developed from past to present. In this study, an expandable avionics architecture has been proposed, minimizing the cabling weight that provides communication between avionic equipment, which is one of the most effective factors in reducing the useful load in helicopters.

2. Communication Protocols Used in Avionics

2.1. Rs-422/485

The first version of the RS-422 communication protocol, developed by the Electronic Industries Alliance, was published in 1978 (Wikipedia). RS-422 protocol provides message exchange using differential line. Since differential signal is used, it is more protective against electromagnetic interference and less affected by noises. The maximum transmission length varies between 12 meters and 1200 meters, although it varies according to the bandwidth ratio as specified in the standards. (Alliance, 1994). Bandwidth can be adjusted between 10 Kbps and 10 Mbps. The required cable length is determined by the communication speed. A maximum of 10 electronic equipment can be connected to a bus topology installed with RS-422. If the RS-422 protocol, which can communicate in simplex mode, is to be used in full-duplex mode, it is necessary to connect with 4 cables.

The RS-485 protocol, released in 1998 by the Telecommunications Industry Association and the Electronic Industries Alliance (TIA/EIA), is an enhanced version of the RS-422 protocol (Wikipedia, 2021b). In an avionics architectural topology based on RS-485, up to 32 equipment can be communicated and communicated in half-duplex mode with a twisted pair cable. While the bandwidth is 10 Mbps in short distances, it can go up to 40 Mbps with advanced technology electronic circuits.

2.2. Arinc-429

Arinc-429 protocol, also called Mark33 Information Transfer System, is a standard created for digital data transfer between avionic system equipment. AERONAUTICAL RADIO, INC. Published by in 1977 (COMMITTEE, 2004). Communication is done unidirectionally over a twisted-pair cable. If a two-way communication is desired, 4 cables in the form of receiver and transmitter should be used. In a bus structure with a single sender, there can be a maximum of 20 receiving equipment. Bandwidth is offered in two options as 12.5 Kbps and 100 Kbps.

2.3. Mil-Std-1553

The MIL-STD-1553 protocol is a military standard published by the United States Department of Defense in 1973 that defines the mechanical, electrical, and functional characteristics of a serial bus (Wikipedia, 2021a). In this protocol, which provides data transfer using a pair of cables, a communication infrastructure can be established for up to 31 equipment over a single bus. In order for each piece of equipment to be included in the bus, it must be used from the device called stub. According to the standard, the distance of an equipment with transformer coupling to the bus should not exceed 6 meters, and the distance of an equipment with direct coupling to the bus should not exceed 0.3 meters. (Defense, 1975). The communication speed is 1 Mbps and can be used in half-duplex mode.

2.4. Arinc-629

The ARINC-629 protocol is based on DATAC (Digital Automatic Terminal Access Control) developed by Boeing and formed the basic avionics bus of Boeing 777 aircraft in

1985(Spitzer, 2001). This protocol with a bandwidth of 2 Mbps can communicate with two twisted wire cables. This protocol allows 120 pieces of equipment to exchange data in half duplex mode on a bus. Each terminal is included in the bus with units called stubs. Figure 1 shows the topology of an ARINC-629-based bus.

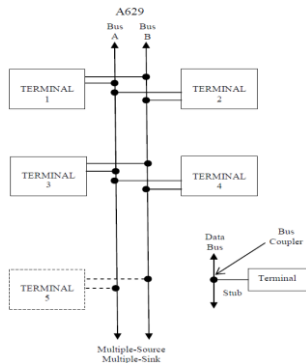


Figure 1 ARINC-629 Bus Topology (YASEMIN, 2010)

2.5. Afdx

The ARINC 664 bus protocol contains electrical characteristics and recommendations for avionic equipment. AFDX(Avionics Full-Duplex Switched Ethernet) protocol developed by Airbus aviation company is based on IEEE 802.3 Ethernet technology and standardized as ARIN 664 part 7(Schaadt). It is the version of the Ethernet protocol optimized for deterministic and real-time applications. Switching equipment called AFDX Switch is used in AFDX-based avionics architectures. In this protocol, which provides communication in simplex mode, if you want to communicate in duplex mode, 2 pairs of cables must be used. Bandwidth is 100 Mbps.

2.6. Fibre Channel

The Fiber Channel protocol was developed for use in storage (server) networks based on the new generation data transfer technology, and later became a standard by the American National Standards Institute (ANSI) in 1994. Since it was developed for high data transfer, it has a bandwidth of 10 Gbps, but in aviation applications, 1 Gbps and 2 Gbps versions are used according to cable length. It can communicate in full duplex mode with 2 twisted pair cables. Similar to the AFDX protocol, a module called Fiber Channel Switch must be used in an avionic architecture created with this protocol. Provided that the ports of the module used are sufficient, it allows 2^{24} avionic equipment to communicate together(Glass, 2007). It also offers this expansion opportunity by adding more switch modules. Figure 2 shows the topology of the Fiber channel protocol.

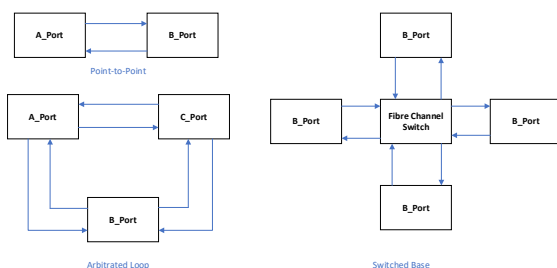


Figure 2 Fiber Channel Topologies

3. Avionics Architectures

Avionic engineers organize R&D activities to provide a good solution to issues such as cable complexity, cable weights, architectural reliability and complexity in aircraft. In order for many systems to work together to meet the needs of the aircraft and the customer, the systems need to be integrated with each other. During the integration process, avionics architectural concepts have to address these issues. Different avionics architectural concepts have been constructed from the past to the present. In this section, these avionic architectural concepts will be explained.

3.1. Point-to-Point Federated Architecture

Aircraft electrical system, fuel system, transmission systems, etc. It contains many sensors. These sensors (analog, discrete, etc.) have different interface needs. In an avionics architecture concept as in Figure 3, there is an avionic equipment that collects data from the sensors of the aircraft. This data collection unit is designed to collect various data, turn it into a digital data and transmit it to a central processor for processing. In addition, in this architecture, there is a central processor that manages the pilot interface, which keeps and processes the avionics systems such as flight control system, navigation, communication, etc. in a single center and processes the desired data(Moir, Seabridge, & Jukes, 2006). In such architectural concepts, the sensors of the aircraft system are sent to the data collection units and then to the central processor. Avionic equipment communicates directly with the central processor. Since a separate communication line must be established for each equipment, the weight of the cabling increases in direct proportion to the number of equipment, and also increases the cable complexity and maintenance costs.

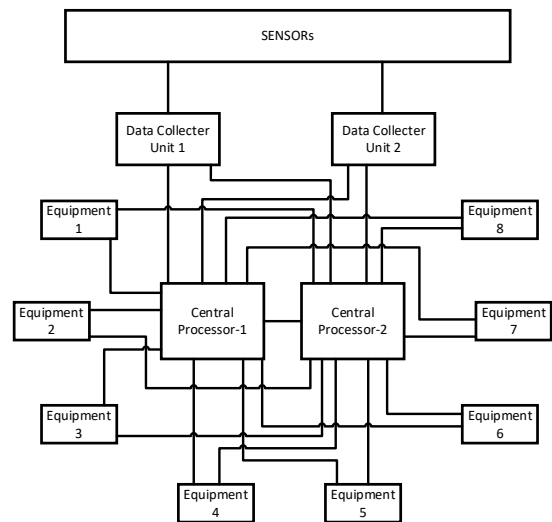


Figure 3 Point-to-Point Federated

3.2. BUS Based Federated Architecture

As can be seen in Figure 4, in this type of architectures, data paths that can handle the data load of all avionic equipment are selected and a concept that will enable the equipment to exchange messages over several data paths has been devised. Since the number of cables is small, the cable complexity is also low. Equipment on the bus is included in the system with units called Stubs. The systems of the aircraft are collected over two data

collection units in the same way and these data are transferred to the central processor over the data bus. Depending on the number of equipment and the density of the data to be transferred, a high-bandwidth bus should be selected or more than one bus with narrow bandwidth should be used.

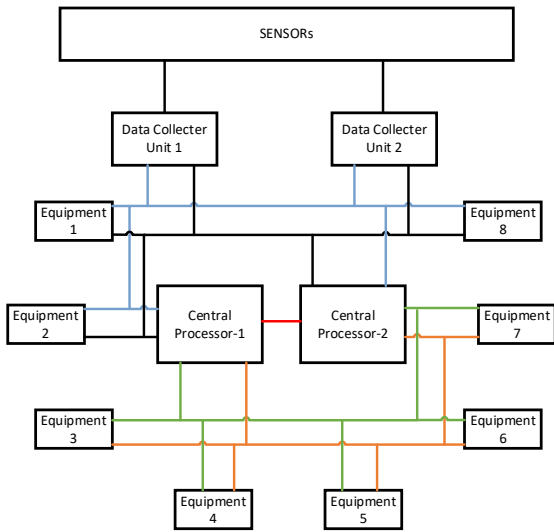


Figure 4 BUS Based Federated

3.3. Point-To-Point Distributed Architecture

As seen in Figure 5, in such architectural concepts, the sensors and avionics equipment of the aircraft are separated from the central processor by communicating with the data collection units distributed on the aircraft and a distributed path is followed. These data collection units, which are distributed to various parts of the aircraft, reduce the cabling complexity and weight. At the same time, it not only reduces the interface load of the central processor unit in federated architectures, but also offers an expandable concept.

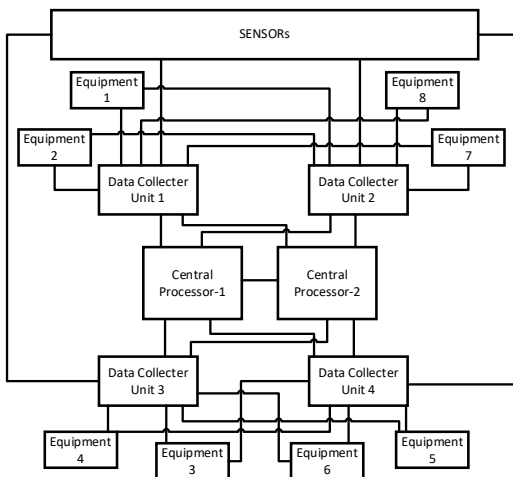


Figure 5 Point-to-Point Distributed

3.4. Integrated Modular Architecture

In this architecture, there is a cabinet containing other equipment as seen in Figure 6. Avionic equipment to be placed in the cabinet has a structure that can be removed and installed like a module. Since it communicates directly with the central processor, there is no need for external cabling.

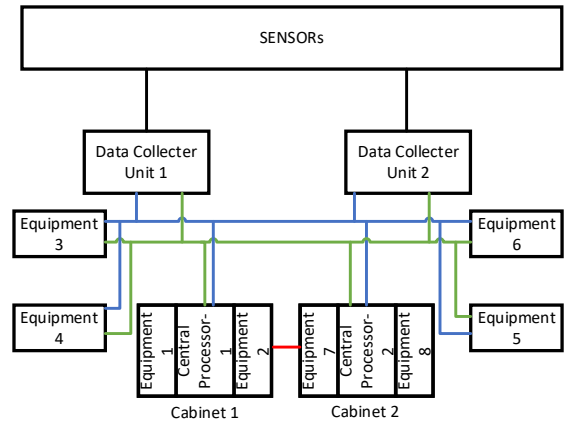


Figure 6 Integrated Modular Architecture

Figure 7 shows a cabinet used in Boeing 777 aircraft. While more modules can be placed in the avionics cabinet in large aircraft such as passenger planes, fewer modules can be placed in narrow-body aircraft such as helicopters due to placement restrictions. As the number of modules installed increases, the need for cabling decreases. In addition, in this architecture, similar to the Point-to-Point Federated architecture, there is a data collection unit that collects data from aircraft systems (fuel, engine, etc.) and converts it into digital. Data acquisition units transmit digital data to the central processor unit for processing over an avionics bus. Avionic systems (navigation, communication, etc.) that are not in the cabinet communicate with the central processor via the avionic BUS.

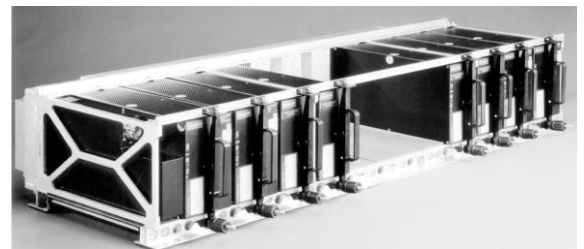


Figure 7 Boeing 777 AIMS Cabinet (Spitzer, 2001)

3.5. Distributed Integrated Modular Architecture

In such architectural concepts (Figure 8), in addition to the presence of an integrated cabinet, data collection units distributed to different parts of the aircraft collect data from avionic equipment that are not in the cabinet and aircraft sensors.

In addition, these architectures, which are built with Ethernet-based next-generation communication protocols (AFDX and FIBRE Channel), can communicate a large number of equipment and processor units using high bandwidth. At the same time, it offers endless expansion possibilities as long as aircraft space and weight constraints allow.

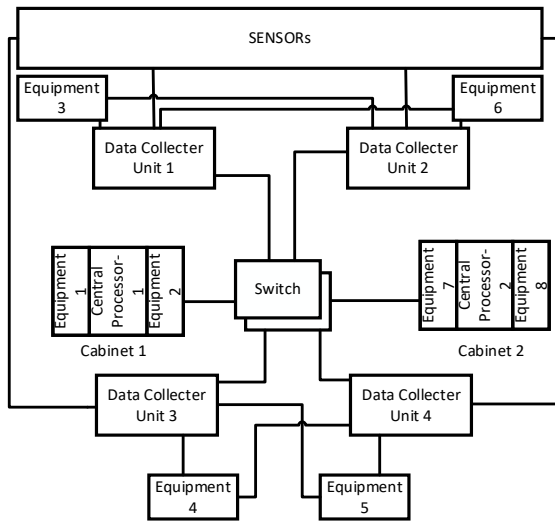


Figure 8 Distributed Integrated Modular Architecture

4. Methodology

While conducting this study, 5 different avionic architectural concepts mentioned above were applied separately in a helicopter (Figure 9) model and the weight of the cabling used in each avionic architectural concept was calculated. All the avionics and mission functions integrated into the helicopter are the same, but the avionics architectural concepts designed to integrate the equipment differ.

4.1. Pre-Admissions

While the study was being conducted, the following assumptions were stated and the following assumptions are valid for 5 avionics architectures.

- All architectures applied to the same helicopter.
- Sensors of helicopter systems and avionics equipment are located in the same area in all architectures.
- The average inter-regional cabling route distances in the helicopter are as in Figure 9 and the same distances are used in all architectural variants.

4.2. Calculation Method

In this study, 388 discrete and 146 analog sensors belonging to helicopter systems (fuel, transmission, engine, fire protection, landing gear, hydraulics, etc.) and 69 avionic equipment (Navigation, communication, flight control, electronic warfare, weapons, etc.) are integrated into the same helicopter over different architectures and the cabling weight used in these integrations has been calculated.

The following steps were followed in the integration and cabling weight calculation process:

1. The locations of all systems to be integrated are determined on the helicopter.
2. Whichever architecture type will be integrated, appropriate communication protocols have been selected.
3. Whichever architecture type will be integrated, appropriate communication protocols have been selected.

4. The cable distance and weight used between two equipment are calculated according to the end-to-end connection between the equipment.

For example, while this calculation is being made in a Point-to-Point federated architecture, a GPS equipment in the rear avionics compartment exchanges messages with the Processor Unit-1 in the front avionics compartment over the Arinc429 protocol, and 2 receivers (Arinc429_Rx_Hi and Arinc429_Rx_Low) and 2 transmitters (Arinc429_Tx_Hi and Arinc429_Tx_Low) cable will be needed.

According to Figure 9, the distance between Front avionics and Rear avionics is 8.5 meters.

$$\text{Total Length} = 8.5 * 4 = 17 \text{ meters of cable.}$$

A cable (M27500A24DK2N06) that complies with the aviation standard MIL-DTL-27500 should be used (Defense., 1997).

$$\text{Total weight} = (\text{M27500A24DK2N06}) 0.012 \text{ kg/meter} * 17 \text{ meters} = 204 \text{ grams.}$$

If the weight of the same communication in the Bus Based Federated architecture is calculated:

If the GPS equipment wants to communicate with the processor unit located in the front avionics compartment, it must be included in the Arinc629 BUS line located in the rear avionics compartment. In order for avionics equipment to be included in the Arinc629 BUS, connectors called stubs are needed (Rieckmann, 1997). It can be included in this BUS with 2 wire cables (Arinc629_Data_Hi and Arinc629_Data_Low) and 1 stub.

The rear avionics cable length is determined as 2 meters in itself.

$$\text{Total length} = 2 * 2 \text{ meters} = 4 \text{ Meters}$$

$$\text{Total weight} = (\text{M27500A24DK2N06}) 0.012 \text{ kg/meter} * 4 + (\text{stub weight}) 0.12 \text{ kg} = 168 \text{ grams}$$

Similar to the examples given above, the weight created by 5 different architectures on the helicopter was calculated and is as in Table 1.

Table 1 Total Cabling Weights of Five Different Architectures

Architectures	Total Cabling Weight (kg)
Point-to-Point Federated Architecture	55,7646
BUS Based Federated Architecture	68,1872
Point-to-Point Distributed Architecture	40,4236
Integrated Modular Architecture	63,9824
Distributed Integrated Modular Architecture	28,1266



Figure 9 Cabling Lengths in Helicopter Model (Apache Longbow Helicopter)(Pekdemir, 2007)

5. Proposed Avionic Architecture

Considering the mission load of new-generation helicopters, capabilities, and advanced systems brought by the high technology, data flow between avionics equipment is quite high. Also considering that the helicopter has a service life of more than 40 years, it is inevitable to construct and design an advanced and expandable avionics architectural concept that can integrate the cutting-edge avionics equipment to be produced in the coming years(Rieckmann, 1997). At the same time, considering the necessity of maximizing the payload for helicopter platforms, the above-mentioned avionics architectural concepts and the cabling weight ratio created by the architectures built with communication protocols on a predetermined platform (Figure 9), are as in Figure 10.

As seen in Table 1, Distributed Integrated architecture creates an architectural concept that is lighter in terms of wiring in a helicopter compared to other architectural examples. Point-to-Point is the easiest type of architecture to integrate into a federated architecture because each avionics equipment communicates with the central processor on a separate line. On the other hand, Cabling complexity and possible faults are more difficult to find, and the processor's interface density is high, but its expansion capability is limited. At the same time, maintenance costs are high. In bus-based federated architectures, the integration process is complex and long. Although the cabling density is low, the stubs used while incorporating each line into the bus greatly affect the cabling weight. Expansion possibilities in this architectural concept are limited because bandwidth and insufficient interface

constraints occur. Less cabling is used in a Point-to-Point distributed architecture concept because each equipment communicates with data collection units located in its own region. All avionic products on the market can be integrated into this architecture during the system design process. If the data collection unit is designed according to the number of interfaces of the equipment with different interfaces (ARINC429, RS-485, MIL-STD-1553, etc.), these avionics equipment can be integrated. In cases where the possibility of expansion is insufficient, new data collection units can be added to make it ready for new integrations. In the integrated modular architecture, equipment can be placed inside the cabinet according to the adequacy of the helicopter body. If the ARINC629 bus is selected as the communication protocol, it provides the opportunity to integrate more equipment than MIL-STD-1553 because the ARINC629 protocol provides twice the bandwidth(Defense, 1975), (Reynolds, 1996). Any architecture that uses a common bus takes longer to integrate because real-time message exchange is required. Distributed In the integrated modular architecture, all data flow is provided over an Ethernet-based switch. All avionics data is collected by the data collection unit, converted into an Ethernet-based protocol and transferred to the central processor over the switch. This architecture based on Fiber Channel and AFDX offers endless expansion possibilities. In case the interface is insufficient, it can be expanded by adding a new data collection unit, switch. In cases where the processor power is insufficient, the system can be expanded by including a new central processor in the topology. Twenty times the bandwidth of AFDX can be achieved if the Fiber Channel protocol is used(ERDİNÇ, 2010), (Institution, 2021).

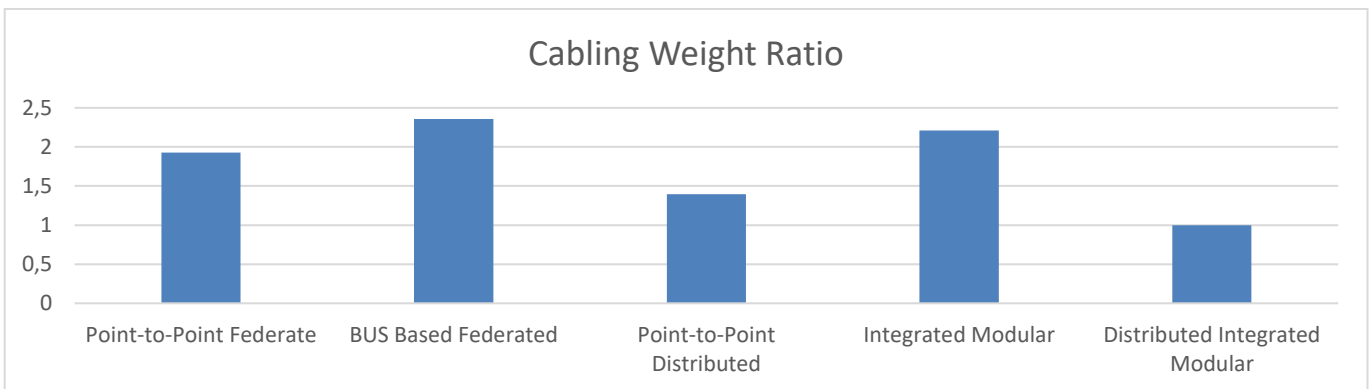


Figure 11 Cabling Weight Ratio of Avionics Architectures

6. Conclusion

While communication protocols are selected in avionics architectures, bandwidth, cabling requirement, half-full duplex mode etc. situations are taken into account. If a bus is created and all systems will be connected to this bus, a high-bandwidth bus should be selected. Considering these architectures, distributed integrated modular architecture comes to the fore when the choice is made so that the expansion possibility and minimum cabling weight are formed. When this architecture is used, both the payload will increase and if new systems are wanted to be integrated, it will allow this.

References

- Alliance, E. I. (1994). Electrical Characteristics of Balanced Voltage Digital Interface Circuit. In TIA/EIA-422-B (pp. 33). USA: Telecommunications Industry Association.
- Champeaux, P. B., Faura, D., Gatti, M., & Terroy, W. (2016). A Distributed Avionics Communication Network. Paper presented at the 2016 46th Annual IEEE/IFIP International Conference on Dependable Systems and Networks Workshop (DSN-W).
- COMMITTEE, A. E. E. (2004). ARINC SPECIFICATION 429 PART 1-17. In (pp. 309): AERONAUTICAL RADIO, INC.
- Defense, D. a. A. o. t. D. o. (1975). DIGITAL TIME DIVISION COMMAND/RESPONSE MULTIPLEX DATA BUS. In MIL-STD-1553 (pp. 43): Departments and Agencies of the Department of Defense.
- Defense., A. o. t. D. o. (1997). CABLE, POWER, ELECTRICAL AND CABLE SPECIAL PURPOSE, ELECTRICAL SHIELDED AND UNSHIELDED, GENERAL SPECIFICATION FOR. In MIL-DTL-27500H.
- ERDİNÇ, E. (2010). SOFT AFDX (AVIONICS FULL DUPLEX SWITCHED ETHERNET) END SYSTEM IMPLEMENTATION WITH STANDARD PC AND ETHERNET CARD. (Master). Middle East Technical University,
- Glass, M. (2007). Buses and Networks for Contemporary Avionics.
- Institution, B. S. (2021). Information Technology. Fibre Channel: Physical interfaces - 7 (FC-PI-7): British Standards Institution.
- Moir, I., Seabridge, A. G., & Jukes, M. (2006). Military Avionics Systems: John Wiley & Sons.
- Pekdemir. (2007). Apache Longbow Helicopter. Retrieved from <https://www.turbosquid.com/3d-models/apache-longbow-helicopter-3d-model/372952#>
- Reynolds, A. P. (1996). Overview of Data Buses Commonly Used in the Aircraft Industry. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part G: Journal of Aerospace Engineering, 210(2), 157-165. doi:10.1243/pime_proc_1996_210_357_02
- Rieckmann, N. (1997). ARINC 629 data bus physical layer technology. Microprocessors and Microsystems, 21(1), 13-20.
- Schaadt, D. AFDX / ARINC 664 Concept , Design , Implementation and Beyond.
- Shah, G. M. A. (2014). Avionics Modification Research Analysis: From Electromechanical to Digital Avionics and from Digital to Integrated Modular Avionics (IMA). Universitat Politècnica de Catalunya,
- Spitzer, C. R. (2001). The avionics handbook.
- Wang, H., & Xiong, H. (2009). A novel data communication network architecture for integrated modular avionics. Paper presented at the 2009 IEEE/AIAA 28th Digital Avionics Systems Conference.
- Wikipedia. (14 Ekim 2021). RS-422. Retrieved from <https://en.wikipedia.org/wiki/RS-422>
- Wikipedia. (2021a). MIL-STD-1553. Retrieved from <https://en.wikipedia.org/wiki/MIL-STD-1553>
- Wikipedia. (2021b, 4 Kasım 2021). RS-485. Retrieved from <https://en.wikipedia.org/wiki/RS-485>
- YASEMIN, I. (2010). ARINC 629 Data Bus Standard on Aircrafts Avionics.



Evcil Hayvanlar İçin Nesnelerin İnterneti Tabanlı Akıllı Mama Sisteminin Geliştirilmesi

Serhat Kaçmaz¹, Faruk Aktaş^{2*}, Adnan Sondaş¹

¹ Kocaeli Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Bilişim Sistemleri Mühendisliği Bölümü, Kocaeli, Türkiye, (ORCID: 0000-0002-2923-3161), serhatkacmaz3@gmail.com

^{2*} Kocaeli Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Biyomedikal Mühendisliği Bölümü, Kocaeli, Türkiye (ORCID: 0000-0002-6399-5952), faruk.aktas@kocaeli.edu.tr

¹ Kocaeli Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Bilişim Sistemleri Mühendisliği Bölümü, Kocaeli, Türkiye (ORCID: 0000-0003-4559-3463), asondas@kocaeli.edu.tr

(1st International Conference on Scientific and Academic Research ICSAR 2022, December 10 - 13, 2022)

(DOI: 10.31590/ejosat.1214802)

ATIF/REFERENCE: Kaçmaz, S., Aktaş, F., & Sondaş, A. (2022). Evcil Hayvanlar İçin Nesnelerin İnterneti Tabanlı Akıllı Mama Sisteminin Geliştirilmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (45), 26-29.

Öz

Nesnelerin İnterneti (Internet of Things – IoT), fiziksel nesnelerin birbirleriyle veya daha büyük sistemlerle bağlantılı olduğu iletişim ağı olarak tanımlanmaktadır. Evlerinde evcil hayvan bakan kişiler hayvanlarını düzenli olarak beslemek zorunluluğundadır. Evcil hayvan sahipleri gün içerisinde veya uzun süreli evde olmadıkları durumlarda, evcil hayvanını beslemek için başkalarından yardım talep edebilmektedirler. Bu çalışmada tasarlanan IoT tabanlı akıllı mama sistemi sayesinde, başkalarına bağlı kalmadan evcil hayvanların düzenli bir şekilde beslenmesi sağlanmaktadır. Çalışmada hem mobil uygulama hem de gömülü sistem birlikte kullanılmıştır. Mobil uygulama kısmı Android Studio Java kullanılarak kodlanırken, gömülü sistem tarafı ise Nodemcu ESP8266 mikrodenetleyici kartı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Mobil uygulama ile gömülü sistemin, ortak bilgileri kullanabilmeleri veya birbirlerinden haberdar olabilmeleri için de bulut tabanlı Firebase kullanılmıştır. Geliştirilen sistem sayesinde, evcil hayvan sahipleri, besledikleri hayvanın mama kabı içerisinde mamasının olup olmadığını anlayabilmekte ve istediğinde de mobil uygulama aracılığı ile mama verebilmektedir. Ayrıca, mobil uygulama içerisinde alarmlar kurularak belirli zaman aralıklarında evcil hayvanın otomatik olarak beslenmesi de sağlanabilmektedir. Geliştirilen sistem ile özellikle ev sahibinin evde olmadığı durumlarda, bir yakınından evcil hayvanına bakması için yardım talep etme durumu ortadan kalkmakta, ayrıca evcil hayvanın düzenli bir şekilde beslenmesi sağlanabilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Nesnelerin İnterneti, Firebase, Mobil Uygulama, Mama Kabı, Evcil Hayvan

Development of Internet of Things Based Smart Food System for Pets

Abstract

The Internet of Things (IoT) is defined as a communication network in which physical objects are connected to each other or to larger systems. People who have pets are obliged to feed their animals regularly. Pet owners can request help from others to feed their pet during the day or when they are not at home for a long time. With the IoT-based smart food system designed in this study, it is ensured that pets are fed regularly without being dependent on others. Both the mobile application and the embedded system were used together in the study. While the mobile application part was coded using Android Studio Java, the embedded system part was implemented using the Nodemcu ESP8266 microcontroller board. Cloud-based Firebase was used so that the mobile application and the embedded system could use common information or be aware of each other. Thanks to the developed system, pet owners can understand whether the animal they feed has food in the food bowl and can give food via the mobile application. In addition, by setting alarms within the mobile application, it is possible to automatically feed the pet at certain time intervals. With the developed system, the need for help from a relative to take care of his/her pet is eliminated, especially when the owner is not at home, and the pet can be fed regularly.

Keywords: Internet of Things, Firebase, Mobile Application, Food Container, Pet

*Sorumlu Yazar: faruk.aktas@kocaeli.edu.tr

1. Giriş

İnsanlar gün içerisinde yaşadıkları streslerden uzaklaşmak veya kendilerini daha iyi hissetmek için evlerinde evcil hayvan beslemektedirler. Evlerinde evcil hayvan beslemeye karar veren bireyler besledikleri evcil hayvandan dolayı belli başlı sorumlulukları da artık yaşamlarında almış olmaktadır. Evcil hayvan sahipleri, evinde beslemeye başladığı bir kedi veya köpeğin beslenmesi, barınması ve veteriner tarafından düzenli olarak bakımlarının yaptırılması gibi gerekli olan tüm ihtiyaçlarını karşılama sorumluluğunu da taşımaya başlamaktadır.

Ev içerisinde bulunan evcil hayvanlar kendini doyurmak için evde bulduğu besinleri tüketmek durumunda kalabilmektedir. Bundan dolayı evcil hayvan sahiplerinin düzenli olarak mama kabına evcil hayvanları için mama koymaları gerekmektedir. Evcil hayvanların cinslerine veya yaşlarına göre mama yeme alışkanlıkları değişiklik gösterebilmektedir. Evcil hayvan sahiplerinin sorumluluğu ise evcil hayvanlarını aç bırakmayıp düzenli olarak beslemektir.

İnsanlar cep telefonları başta olmak üzere sahip oldukları diğer elektronik eşyalar sayesinde evlerinde veya başka yerlerde bulunan cihazlara bağlanıp belirli işlemler yaptırabilmektedir. Cihazların birbirleri ile haberleşip belirli işlemleri yapabilmelerini sağlayan teknolojiye Nesnelerin İnterneti (Internet of Things – IoT) adı verilmektedir. IoT, fiziksel nesnelerin birbirleriyle veya daha büyük sistemlerle bağlantılı olduğu iletişim ağı olarak tanımlanmaktadır (Atzori, Iera, & Morabito, 2010).

Literatürde, evcil hayvan besleyen insanlar için yapılan IoT tabanlı çalışmalar bulunmaktadır. Konuk tarafından gerçekleştirilen çalışmada, gerçek zaman modülü kullanılarak gün içerisinde ayarlanan saat dilimlerine gelindiğinde sistem kapağının otomatik olarak açılması ve mamanın kaba düşmesi sağlanmaktadır (Konuk, G., 2022). Gerçekleştirilen başka bir uygulamada, mama kabı sisteminin mekanik kısmı üzerinde bulunan buton ile mamanın evcil hayvana verilmesini sağlayacak bir özellik bulunmaktadır (Vural, Ş. S., 2022). Ticari ürün olarak geliştirilen akıllı mama kabı sistemlerinde ürünler çoğunlukla mekanik sistem üzerinde belirli bir süre belirleyip zamanı geldiğinde mama vermektedir. Bazı ürünler de ise mekanik sistem üzerine yerleştirilen kamera ile evde beslenen evcil hayvanın mamasının ne kadarını tükettiğinin tespitini sağlamıştır.

Bu makale kapsamında gerçekleştirilen çalışmada, evcil hayvanların düzenli olarak beslenebilmeleri için IoT tabanlı bir sistem geliştirilmiştir. Sistem, ev sahibinin akıllı sistemi mobil cihazından yönetebileceği bir mobil uygulama ve bir gömülü sistemden oluşmaktadır. Mobil uygulama sayesinde alarmlar kurularak belirli zamanlarda mama verilmesi sağlanabilmektedir. Ayrıca, mobil uygulama üzerinden istenilen zamanlarda da mama verme seçeneği sunulmakta, sistem içerisinde ne kadar mama kaldığı ve mama kabına düşen mamanın evcil hayvan tarafından tamamen tüketilip tüketilmediği bilgisi takip edilebilmektedir. Ortak olarak kullanılan veriler bulut tabanlı Firebase veri tabanı üzerinde tutulmaktadır (Firebase, 2022). Mobil uygulama Android Studio Java üzerinde kodlanmıştır. Gömülü sistem olarak, üzerinde gömülü olarak ESP8266 modülü sayesinde Wi-fi üzerinden internete bağlanabilen Nodemcu ESP8266 mikrodenetleyici kartı kullanılmıştır (Nodemcu, 2022). Verilere gerçek zamanlı olarak hem mobil uygulamadan hem de gömülü sistem üzerinden erişilip bilgi alışverişi yapılabilir.

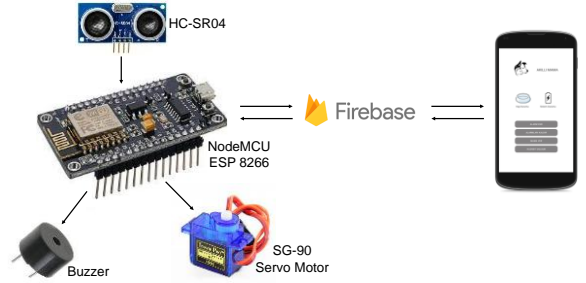
Makale şu şekilde düzenlenmiştir: Bölüm 2'de, geliştirilen akıllı mama kabı sisteminin bileşenleri ve mobil uygulama ile gömülü sistem mimarisi açıklanmış, sistemin tasarımı ve uygulaması ile ilgili bilgiler Bölüm 3'te verilmiş ve 4. bölümde Sonuç kısmı ile sonuçlandırılmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Akıllı Mama Kabı Sistem Mimarisi

Bu bölümde, akıllı mama kabı sistemi tasarımında kullanılan donanım bileşenleri ile mobil uygulamanın birbirleriyle nasıl senkron çalıştığı açıklanmaktadır Şekil 1'de geliştirilen sistemin genel mimarisi görülmektedir.

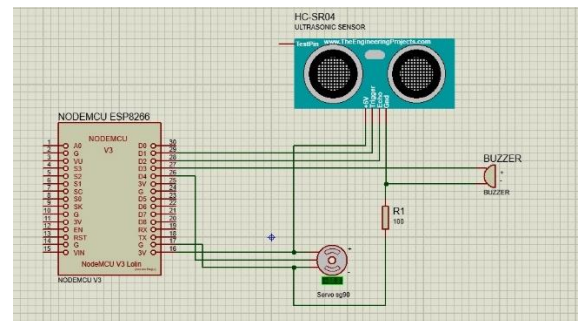
Gerçek zamanlı (Real Time) Firebase veri tabanı teknolojisi, mobil uygulama ile gömülü sistem için ortak olarak kullanılmıştır. Bu teknoloji sayesinde, mikrodenetleyiciye bağlı sensörlerden alınan veriler Firebase üzerine kaydedilmektedir. Mobil uygulama arayüzünde sayfayı yenilemeye gerek kalmadan otomatik olarak güncellenmesi gereken alanlar kendiliğinden güncellenmektedir.



Şekil 1. Geliştirilen sistemin genel mimarisi

2.1.1. Donanım Mimarisi

Sistemin çalışmaya başlaması ile Nodemcu ESP8266 mikrodenetleyici kartı, Firebase üzerinden verileri çekmeye başlamaktadır. Çektiği veriler arasında kurulu bir alarm varsa zamanı geldiğinde mama vermek için sistemi tetiklemektedir. Mama kabı duvara belirli bir yükseklikte sabit olarak konumlandırılmış ve altına mama kabı yerleştirilmiştir. Geliştirilen sistemin donanım kısmının alt tarafında bir adet SG-90 servo motor bulunmaktadır. Bu servo motor ile kapak hareket ettirilmektedir (SG-90 Servo, 2022). Servo motorun üzerine ise ultrasonik mesafe sensörü olan HC-SR04 devre elemanı sabitlenmiştir (HC-SR04, 2022). Bu mesafe sensörü ile mama kabı içerisinde mamanın olup olmadığının tespiti yapılmaktadır. Herhangi bir değişim olduğunda anlık olarak Firebase üzerinde ilgili alan güncellenmektedir. Şekil 2'de, gerçekleştirilen mama kabı sisteminin donanım kısmının devre şeması görülmektedir.

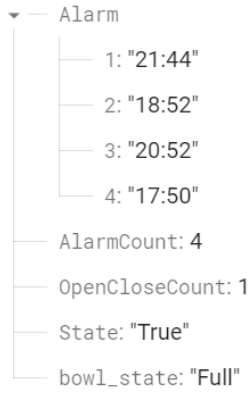


Şekil 2. Geliştirilen sistemin donanım kısmının devre şeması

Alarm zamanı geldiğinde mama verilecek şekilde ayarlamalar yapılmaktadır. Bu durumda mama kabı içerisinde mama kontrolü yapılmaktadır. Eğer mama varsa sistemden kap içerisine mama düşmemektedir. Bu sayede fazladan mama verilmesinin önüne geçilmektedir. Genel sistem içerisinde bulunan mama belirli bir süre sonra tükenmektedir. Kap içerisindeki mama durumu yüzdesel olarak mobil arayüzde kullanıcıya gösterilmektedir. Kaba yaklaşık olarak hep aynı miktarda mama verilmektedir. Sistem her mama verildiğinde sayma işlemi gerçekleşmekte ve bu sayım sonunda genel sistemde ne kadar mama kaldığı yüzdesel olarak bu şekilde hesaplanmaktadır.

2.1.2. Yazılım Mimarisi

Firestore ilişkisel bir veri tabanı değil, NoSQL olan bir veri tabanıdır. NoSQL veri tabanında veriler yığın olarak tutulmaktadır. Hem mobil uygulama hem de gömülü sistem tarafından gerçek zamanlı olarak kullanılabilmesi, Firestore'in en büyük avantajıdır. Mobil uygulama, Android Studio Java tarafında kodlanarak geliştirilmiştir. Mobil uygulama doğrudan gömülü sisteme bağlanmamış, bunun yerine Firestore'e bağlanmıştır. Bu şekilde bilgileri listeleme, ekleme, güncelleme veya silme işlemleri yapılmaktadır. Şekil 3'te Firestore üzerinde tutulan gerçek zamanlı veriler görülmektedir.



Şekil 3. Gerçek zamanlı Firestore veri tabanı

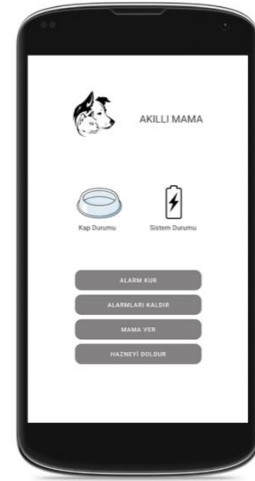
3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Daha önceden yapılmış çalışmalarda, proje kodları yazılmaya başlandığı anda sistemin istenilen zamanda mama verebilmesi için statik olarak zaman dilimleri kod içinde tanımlanırken, bu çalışmada kullanıcı hizmetine sunulan mobil uygulama arayüzünde istenildiği kadar alarmlar kurularak istenilen zamanda mama verilmesinin tetiklenmesi yapılmıştır. Sistem içerisinde kamera yerleştirilmeden mamanın tükenip tükenmediğini sensör yardımıyla anlaşılabilmesi ile hem projenin maliyetini azaltılmış hem de ev içerisinde yaşayan diğer bireylerin herhangi bir siber saldırıda gizli olarak izlenmesinin önüne geçilmiştir.

Şekil 4'te, evcil hayvanın mamasını vermek için geliştirilmiş olan gömülü sistemin prototip hali yer almaktadır. Şekilde görüldüğü gibi sistem, yerden 12 cm yükseklikte sabit olarak konumlandırılmıştır. Sistemin altındaki kapak hareket ettiği zaman mama aşağıda bulunan mama kabına düşmeye başlamaktadır. Aynı zamanda sistemde bulunan buzzer ile ses çıkartılarak evcil hayvanın dikkati çekilmektedir.



Şekil 4. Geliştirilen sistemin prototip hali



Şekil 5. Mobil uygulama arayüzü

Şekil 5'te, geliştirilen mobil uygulamanın açılış arayüzü görülmektedir. Bu ekran üzerinden mama verilebilmekte, alarm kurulabilmekte ve sistemin anlık durumu görüntülenebilmektedir. Şekil 5'te mama kabı ve sistemin boş olduğu gözükmemektedir.



Şekil 6. Mobil uygulamada sistem durumu

Şekil 6'da uygulama üzerinden sistemdeki mama durumunun yüzde 25'inin tükendiği ve mama kabı içerisinde mamanın olduğu ve henüz bitmediği bilgisini gösterilmektedir.

Şekil 7'de mobil uygulama üzerindeki alarm kurma ekranı görülmektedir. Belirli zaman dilimlerinde mama vermek için mobil uygulama ekranında bulunan "Alarm Kur" butonu ile alarm kurma penceresi açılıp, bu pencere üzerinden alarm kurulmaktadır.



Şekil 7. Mobil uygulamada alarm kurma

Şekil 8'de, anlık olarak mama verilmek istenildiği zaman kullanıcının karşısına onay penceresi çıkmaktadır. Böylece yanlışlıkla tıklama olaylarının önüne geçilmeye çalışılmıştır.



Şekil 8. Mobil uygulamada onay pencereleri

birlikte kullanılmıştır. Mobil uygulama ile gömülü sistemin, birbirlerinden haberdar olabilmeleri ve ortak bilgileri kullanabilmeleri için bulut tabanlı bir Firebase kullanılmıştır. Geliştirilen sistem sayesinde, evcil hayvan sahipleri, mama kabı içerisinde mamanın olup olmadığını anlayabilmekte ve istediğinde de mobil uygulama aracılığı ile mama verebilmektedir. Ayrıca, mobil uygulama içerisinde alarmlar kurularak belirli zaman aralıklarında evcil hayvanın otomatik olarak beslenmesi de sağlanabilmektedir.

Geliştirilen tasarımda düşük maliyetli ve kolay ulaşılabilir ekipmanların kullanılmasına özen gösterilmiştir. İlerleyen aşamalarda yapılacak olan çalışmalarda, mama veren sistemin aynı zamanda su verebilecek şekilde de geliştirilmesi düşünülmektedir. Ayrıca mobil uygulama kısmı sadece android özelinde değil, IOS işletim sistemine sahip telefonlarda da çalışabilmesi için mobil uygulamanın cross platform teknolojilerinden birinde kodlanması düşünülmektedir.

Kaynakça

- Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. (2010). The Internet of Things: A survey. *Computer Networks*, 54(15), 2787-2805.
- Firestore, (2022, Kasım 24), <https://firebase.google.com/>
- HC-SR04, (2022, Kasım 24), <https://www.robotizmo.net/hc-sr04-arduino-ultrasonic-mesafe-sensoru>
- Konuk, G., (2022, Kasım 25), Zaman modülü ile mama kabı projesi, <https://deneyapkart.org/proje-22.html>
- Nodemcu, (2022, Kasım 24), https://www.nodemcu.com/index_en.html
- Sg90 Servo, (2022, Kasım 24), <https://robiz.net/sg90servo>
- Vural, Ş., S., (2022, Kasım 25), <https://ybs.deu.edu.tr/wp-content/uploads/2022/05/S.Sila-VURAL.pdf>

4. Sonuç

Bu makalede, evlerinde evcil hayvan bakan kişilerin başkalarına bağlı kalmadan, evcil hayvanlarının düzenli bir şekilde beslenmesi için IoT tabanlı bir akıllı mama sistemi geliştirilmiştir. Bu sistem geliştirilirken, mobil uygulama ve gömülü sistem (NodeMCU ESP8266 mikrodenetleyici kartı) e-ISSN: 2148-2683



Statistical Model for Excitation and Hypersynchronization in the Small Neural Populations

Sergey Borisenok^{1,2*}

^{1*} Department of Electrical and Electronics Engineering, Faculty of Engineering, Abdullah Gül University, Kayseri, Türkiye (ORCID: 0000-0002-1992-628X), sergey.borisenok@agu.edu.tr

² Feza Gürsey Center for Physics and Mathematics, Boğaziçi University, İstanbul, Türkiye (ORCID: 0000-0002-1992-628X), borisenok@gmail.com

(1st International Conference on Scientific and Academic Research ICSAR 2022, December 10 - 13, 2022)

(DOI: 10.31590/ejosat.1215105)

ATIF/REFERENCE: Borisenok, S. (2022). Statistical Model for Excitation and Hypersynchronization in the Small Neural Populations. *European Journal of Science and Technology*, (45), 30-34.

Abstract

The mathematical modeling of epileptic seizures appearing in small neural populations can follow a few alternative ways: modeling of individual cells and their interaction vs. modeling groups and clusters on neurons. The purpose of this work is invention of a novel continuous (population-based) model for the appearance of the hyper-synchronized firing cells of the epileptiform type. In the same time, we use here the master equations based on the transition probabilities among different states of the cell excitation and hypersynchronization. We developed an ODE model combining the dynamical equations for different sub-populations (unexcited, excited, and, as our novelty, hypersynchronized). Our model may serve as a simple but powerful tool to analyze the appearance and development of epileptiform dynamics in artificial neural networks. It can cover different cases of microepilepsy, and also may open the gate for studying drug-resistant epilepsy regime. Our dynamical set can be extended with the control inputs mimicking the external perturbations of the neural clusters with the electrical or optogenetic signals. In this case, the set of control algorithms can be applied to detect and suppress the epileptiform dynamics. Thus, the dynamic processes of epilepsy in small neural populations do not demand necessary the development of detailed models for individual neurons. Even the 'averaged' dynamical set for the unexcited, excited and hypersynchronized sub-populations can serve as an efficient tool for investigation and numerical simulations of microscopic seizures.

Keywords: Small neuron populations, Neural excitations, Master equation, Hypersynchronization, Epileptiform dynamics.

Küçük Nöral Popülasyonlarda Uyarı ve Hipersenkronizasyon için İstatistiksel Model

Öz

Küçük nöral popülasyonlarda ortaya çıkan epileptik nöbetlerin matematiksel modellenmesi birkaç alternatif yol izleyebilir: tek tek hücrelerin modellenmesi ve bunların etkileşimi ile nöronlar üzerindeki grupların ve kümelerin modellenmesi. Bu çalışmanın amacı, epileptiform tipte hiper-senkronize ateşleyen hücrelerin ortaya çıkması için yeni bir sürekli (nüfusa dayalı) bir modelin icadıdır. Aynı zamanda, burada hücre uyarımının ve hiper senkronizasyonun farklı durumları arasındaki geçiş olasılıklarına dayanan ana denklemleri kullanılmaktadır. Farklı alt popülasyonlar için dinamik denklemleri birleştiren bir ADD modeli geliştirdik (uyarılmamış, uyarılmış ve yeniliğimiz olarak hipersenkronize olmuş). Modelimiz, yapay nöral ağlarında epileptiform dinamiklerin ortaya çıkmasını ve gelişimini analiz etmek için basit ama güçlü bir araç olarak hizmet edebilir. Farklı mikroepilepsi vakalarını kapsayabilir ve ayrıca ilaca dirençli epilepsi rejimini incelemenin kapısını açabilir. Dinamik setimiz, elektriksel veya optogenetik sinyallerle nöral kümelerin dış tedirginliklerini taklit eden kontrol girdileri ile genişletilebilir. Bu durumda, epileptiform dinamikleri saptamak ve bastırmak için bir dizi kontrol algoritması uygulanabilir. Bu nedenle, küçük nöral popülasyonlardaki epilepsinin dinamik süreçleri, bireysel nöronlar için gerekli ayrıntılı modellerin geliştirilmesini gerektirmez. Uyarılmamış, uyarılmış ve hipersenkronize alt popülasyonlar için 'ortalama' dinamik set bile, mikroskobik nöbetlerin incelenmesi ve sayısal simülasyonları için etkili bir araç olarak hizmet verebilir.

Anahtar Kelimeler: Küçük nöron popülasyonları, nöral uyarılmalar, ana denklem, hipersenkronizasyon, epileptiform dinamikler.

*Corresponding Author: sergey.borisenok@agu.edu.tr

1. Introduction

The mathematical modeling of epileptic seizures appearing in small neural populations can follow a few alternative ways: modeling of individual cells and their interaction vs. modeling groups and clusters on neurons (Kesmia et al., 2020).

The individual cell ('discrete') approach uses the 'first principles' for the intra- and extracellular processes forming the action potential in the axon and transferring the pulse to the next companion neurons (Izhikevich, 2003). Differential systems based on the axon membrane voltage and the gate variable(s) for the ion channels are capable to reproduce the complex combination of slow and fast dynamics triggering the epileptiform processes in the small clusters of such cells (Stefanescu et al., 2012).

The cell cluster-based ('continuous') approach deals with the average characteristics of neural groups and focuses on a certain small number of states occurring in the neural dynamical system (da Silva et al., 2003). The averaged continuous model for the neural population contains a set of attractors gradually deforming the system evolution from pre- and interictal to ictal phases and back (Namiki et al., 2020).

The purpose of this work is invention of a novel continuous (population-based) model for the appearing the hyper-synchronized firing cells of the epileptiform type. In the same time, we use here the master equations based on the transition probabilities among different states of the cell excitation and hyper-synchronization. We define three states of the small neural cluster: unexcited, excited and hypersynchronized. The variables related to the transitions among the states could be constants or functions of the state populations and the time. The principal feature of our model is satisfaction to the normalization properties.

Our approach can be extended with the control parameters. In the perspective it allows to investigate the appearance of epilepsy and its efficient detection and suppression in the frame of a relatively simple mathematical model.

2. Review of the Existing Models for Small Neuron Populations

In this section, we make a short review of two models which inspired our novel approach for the description of the excitation processes of neurons in the small clusters.

2.1. The Tomanik-Ahmed Model for Small Neuron Population

The 'continuous' Tomanik model for the epileptic seizures is based on the complex network approach (Tomanik, 2020). The neural population is divided according to three levels of the excitations for the cells participating in the seizure: the low (unexcited) population L , the medium excited population M , and the high (excited) population H . Their dynamics are described with the set of three ODEs.

$$\begin{aligned} \frac{dL}{dt} &= aL \cdot (1-L) - H ; \\ \frac{dM}{dt} &= bL - H ; \\ \frac{dH}{dt} &= cL + M - d \cdot H . \end{aligned} \tag{1}$$

There is a reduced version of this model without the medium variable M (Ahmed, 2020):

$$\begin{aligned} \frac{dL}{dt} &= aL \cdot (1-L) - H ; \\ \frac{dH}{dt} &= cL - d \cdot H . \end{aligned} \tag{2}$$

Model (1)-(2) has distinct disadvantages. It does not study the details the dynamics of the energy for the excitation processes and does not reflect the conservation laws. The model does not preserve the normalization: $L + M + H = \text{const}$.

The Tomanik-Ahmed model also does not consider the hypersynchronization phase, it focuses only on the excitation processes of the cells without studying the collective effects.

2.2. The Buice-Cowan Model

At first, the dynamical model of Buice-Cowan considers three states of a single neuron spiking (Fig.1): *quiescent* state (q) when the neuron action potential rests at the level -70 mV; *activated* state (a), when the potential arises up to $+40$ mV; and the *refractory* state (r), when it drops down up to the level -80 mV (Buice and Cowan, 2009).

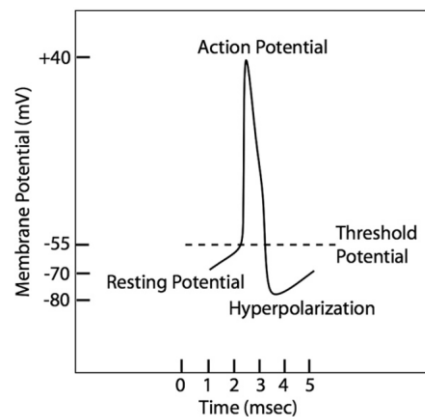


Figure 1. The dynamical phases of a single neural action potential (Buice and Cowan, 2009).

The neuron can follow the cyclic dynamics $q \rightarrow a \rightarrow r \rightarrow q \rightarrow \dots$, but the reverse transition process $r \rightarrow a$ is also allowed. In the last case, one observes the neuron producing a train of spikes due to the transitions $a \rightarrow r \rightarrow a \rightarrow r \rightarrow \dots$, see Fig.2.

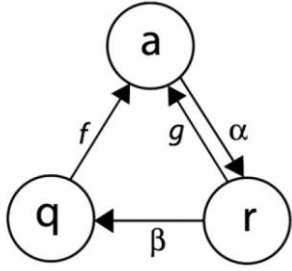


Figure 2. State transitions for a single neuron (Buice and Cowan, 2009).

The corresponding probabilities of the transition processes (per unit of time) are denoted as f , g , α , and β , see Fig.2. Then from a single neuron one can come to the total number of neurons Q , A and R in the quiescent, activated and refractory states, such that $Q + A + R = N$, with N for the total number of cells in the population.

The probabilities to find a certain neuron from the population at the moment t in the states (q), (a) and (r) are: $P(q,t)$, $P(a,t)$ and $P(r,t)$. They satisfy the Buice-Cowan master equations (Buice and Cowan, 2009):

$$\begin{aligned} \frac{dP(q,t)}{dt} &= \beta \cdot P(r,t) - f \cdot P(q,t); \\ \frac{dP(a,t)}{dt} &= f \cdot P(q,t) + g \cdot P(r,t) - \alpha \cdot P(a,t); \\ \frac{dP(r,t)}{dt} &= \alpha \cdot P(a,t) - \beta \cdot P(r,t) - g \cdot P(r,t). \end{aligned} \quad (3)$$

Set (3) has the normalization:

$$P(q,t) + P(a,t) + P(r,t) = 1. \quad (4)$$

In the simplest version of the Buice-Cowan model, the transition probabilities f , g , α , β are constant parameters.

3. New Statistical Model for Small Neuron Population

Our task is to reformulate the Buice-Cowan model adopting it for the excitations of the neuron populations in the small groups rather than the spiking of single cells, in the manner of the Tomanik-Ahmed system (1)-(2).

Let's define three sub-groups of the small neuron population:

1. The lower level of excitation L (virtually not-excited neurons);
2. The high level of the excitation H (excited neurons);
3. The hyper-synchronized part of the population S .

These three sub-groups are functions of time t , but the total number of neurons N in all three phases must be conserved:

$$L + H + S = N. \quad (5)$$

Let's define now the transitions between the sub-populations L , H and S , see Fig.3.

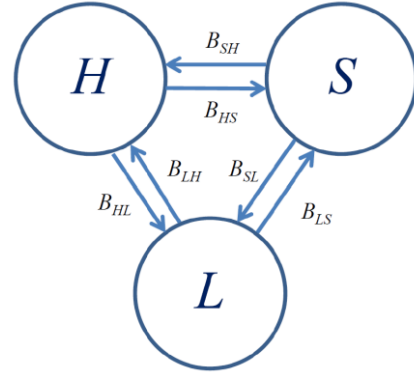


Figure 3. Transitions among different sub-groups L , H , and S in the small neural population.

In Fig.3 the positive parameters B_{ij} stand for the transition coefficients from i to j per unit of time ($i, j = L, H, S$).

The transition processes presented in Fig.3 can be written in the form of the master equation for the population sub-groups:

$$\begin{aligned} \frac{dL}{dt} &= B_{HL} \cdot H - B_{LH} \cdot L + B_{SL} \cdot S - B_{LS} \cdot L; \\ \frac{dH}{dt} &= B_{SH} \cdot S - B_{HS} \cdot H + B_{LH} \cdot L - B_{HL} \cdot H; \\ \frac{dS}{dt} &= B_{HS} \cdot H - B_{SH} \cdot S + B_{LS} \cdot L - B_{SL} \cdot S. \end{aligned} \quad (6)$$

Model (6) satisfies the normalization (5).

In the general case, the coefficients B_{ij} may depend on the time t and on the populations L , H , S as well.

To give an example, we discuss here a particular choice in the form:

$$\begin{aligned} \frac{dL}{dt} &= a \cdot H \cdot L - b \cdot L^2; \\ \frac{dH}{dt} &= b \cdot L^2 - a \cdot H \cdot L + \alpha \cdot H \cdot S - \beta \cdot H^2; \\ \frac{dS}{dt} &= \beta \cdot H^2 - \alpha \cdot H \cdot S. \end{aligned} \quad (7)$$

Model (7) corresponds to the following set of the transition parameters:

$$\begin{aligned} B_{HL} &= a \cdot L; B_{LH} = b \cdot L; B_{SL} = B_{LS} = 0; \\ B_{SH} &= \alpha \cdot H; B_{HS} = \beta \cdot H. \end{aligned} \quad (8)$$

In (8) the probability to make a forward transition $L \rightarrow H \rightarrow S$ and back is proportional to the number of cells in the 'lower' state of excitation. The transitions between states L and S are forbidden.

Numerical simulations for the system (7) are presented in Fig.4.

The total population $N = 100$, and the initial conditions are: $L(0) = 100, H(0) = 0, S(0) = 0$, i.e. the neurons in the system initially are not excited. The transition coefficients are chosen as: $a = b = 1, \alpha = \beta = 0.1$. That means that the transitions between the states L and H are more probable than the transitions between the states H and S .

In Fig.4 one can easily observe the developing of the excited (blue) and hypersynchronized (red) phases from the unexcited (green) phase. For the case (8) the asymptotic dynamics lead to the stabilization of all three phases.

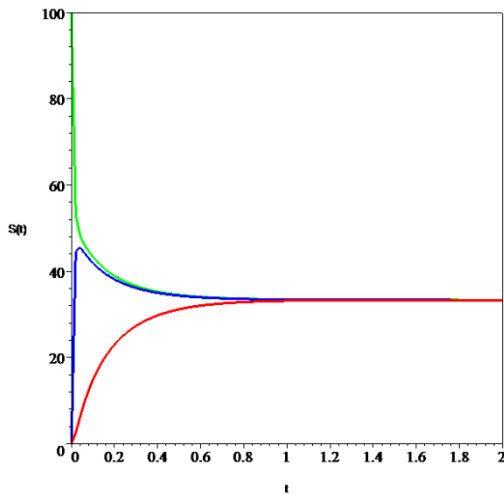


Figure 4. Dynamics in the small neural population: unexcited phase L (green), excited phase H (blue) and hypersynchronized phase S (red) for model (7).

Thus, in model (7) each phase will be stabilized asymptotically as time $t \rightarrow \infty$ at the level:

$$\begin{aligned} L_{\infty} &= \frac{\frac{a}{b}}{\frac{a}{b} + 1 + \frac{\beta}{\alpha}} \cdot N ; \\ H_{\infty} &= \frac{1}{\frac{a}{b} + 1 + \frac{\beta}{\alpha}} \cdot N ; \\ S_{\infty} &= \frac{\frac{\beta}{\alpha}}{\frac{a}{b} + 1 + \frac{\beta}{\alpha}} \cdot N , \end{aligned} \tag{9}$$

i.e. $L_{\infty} = H_{\infty} = S_{\infty} = N/3$ for our particular choice of the transition parameters.

4. Results and Discussion

4.1. Results

We developed an ODE model combining the dynamical equations for different sub-populations (unexcited, excited, and, as our novelty, hypersynchronized). The dynamical system

satisfies the normalization property, and it includes the details of the transitions between different subpopulations of the cells in a small neural cluster.

4.2. Discussion

Our model may serve as a simple but powerful tool to analyze the appearance and development of epileptiform dynamics in artificial neural networks. It can cover different cases of microepilepsy, and also may open the gate for studying drug-resistant epilepsy regime (Kwan et al., 2011).

The dynamical set (6)-(7) can be equipped with the control inputs mimicking the external perturbations of the neural clusters with the electrical (Rattay, 1999) or optogenetic (Joshi et al., 2020) signals. In this case, the set of control algorithms can be applied to detect (Borisenok and Ünal, 2017; Borisenok, 2021) and suppress (Borisenok et al., 2018; Borisenok, 2022) the epileptiform dynamics.

5. Conclusion

The dynamic processes of epilepsy in small neural populations do not demand necessary the development of detailed models for individual neurons. Even the ‘averaged’ dynamical set for the unexcited, excited and hypersynchronized sub-populations can serve as an efficient tool for investigation and numerical simulations of microscopic seizures.

6. Acknowledge

This work was supported by the Abdullah Gül University Foundation, Project “Feedback control of epileptiform behavior in the mathematical models of neuron clusters”.

References

- Ahmed, E. (2020). On a simple mathematical model for epilepsy motivated by networks, *Current Trends on Biostatistics and Biometrics*, 2(4), 247.
- Borisenok, S. (2021). Speed gradient control algorithm for optogenetic modeling, *European Journal of Science and Technology*, 28, 771-774.
- Borisenok, S. (2022). Detection and control of epileptiform regime in the Hodgkin-Huxley artificial neural networks via quantum algorithms, *Cybernetics and Physics*, 11(1), 5-10.
- Borisenok, S., Çatmabacak, Ö., Ünal, Z. (2018). Control of collective bursting in small Hodgkin-Huxley neuron clusters, *Communications Faculty of Sciences University of Ankara Series A2-A3 Physical Sciences and Engineering*, 60(1), 21-30.
- Borisenok, S., Ünal, Z. (2017). Tracking of arbitrary regimes for spiking and bursting in the Hodgkin-Huxley neuron, *MATTER: International Journal of Science and Technology*, 3, 560-576.
- Buice, M. A., Cowan, J. D. (2009). Statistical mechanics of the neocortex, *Progress in Biophysics and Molecular Biology*, 99, 53-86.
- Izhikevich, E. M. (2003). Simple model of spiking neurons, *IEEE Transactions on Neural Networks*, 14(6), 1569-1572
- Joshi, J., Rubart, M., Zhu, W. (2020). Optogenetics: Background, methodological advances and potential applications for cardiovascular research and medicine, *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 7, 466.

- Kesmia, M., Boughaba, S., Jacquir, S. (2020). Control of continuous dynamical systems modeling physiological states, *Chaos, Solitons and Fractals*, 136, 109805.
- Kwan, P., Schachter, S. C., Brodie, M. J. (2011). Drug-resistant epilepsy, *The New England Journal of Medicine*, 365(10), pp. 919-926.
- Namiki, T., Tsuda, I., Tadokoro, S., et al. (2020). Mathematical structures for epilepsy: High-frequency oscillation and interictal epileptic slow (red slow), *Neuroscience Research*, 156, 178-187.
- Rattay, F. (1999). The basic mechanism for the electrical stimulation of the nervous system, *Neuroscience*, 89(2), 335-346.
- Silva, F. H. L. da, Blanes, W., Kalitzin, S. N., Parra, J., Suffczynski, P., Velis, D. N. (2003). Dynamical diseases of brain systems: different routes to epileptic seizures, *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 50(5), 540-548.
- Stefanescu, R. A., Shivakeshavan, R. G., Talathi, S. S. (2012). Computational models of epilepsy, *Seizure*, 21(10), 748-759.
- Tomanik, G. H. (2020). Predicting epileptic seizures using complex networks. Available: <https://lupinepublishers.com/biostatistics-biometrics-journal/pdf/CTBB.MS.ID.000141.pdf>



Mentor-Mentee Platformu

Muammer Akçay^{1*}, Alperen Güntekin²

^{1*} Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Kütahya, Türkiye, (ORCID: 0000-0003-0244-1275), muammer.akcay@dpu.edu.tr

² Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Kütahya, Türkiye (ORCID: 0000-0001-5815-174X), alperenguntekin@hotmail.com

(1st International Conference on Scientific and Academic Research ICSAR 2022, December 10 - 13, 2022)

(DOI: 10.31590/ejosat.)

ATIF/REFERENCE: Akçay, M. & Güntekin, A. (2022). Mentor-Mentee Platformu. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (45), 35-37.

Öz

İş hayatında, akademik kariyerde ve genel olarak hayatın her noktasında mentor veya bir rehber kişilerin hayatını kolaylaştırmıştır. İlgilenilen iş için yol gösterici bir kişinin veya kurumun olması tecrübesiz bireyler için inanılmaz bir fırsattır. Özellikle bu rehberler, profesyonel hayatta staj, iş bulmak için tecrübe aktarımı konusunda birçok fayda sağlamaktadır. Herhangi bir konuda tecrübe sahibi birisinin tecrübesiz bir kişiye tecrübe aktarımı yapması, yol göstermesi müşterek bir ilişki oluşturmaktadır. Bu ortak ilişki, iki taraf için de öğrenme sürecini hızlandırmaktadır. Tecrübeli bir kişi tecrübesini aktarırken iletişim, vizyon, hitabet gibi konularda tecrübe kazanmaya devam ederken, tecrübesiz kişi öngörü, vizyon, sürdürülebilirlik gibi birçok konuda bilgi almaktadır. Günümüzde bu sistem Mentor-Mentee ilişkisi olarak adlandırılmaktadır. Bu noktada çoğu zaman Mentor veya Mentee bulmak kolay değildir. Bu ikili müşterek ilişki için büyük bir ağa ihtiyaç duyulmaktadır. Ancak bu ağı kurmak uzun süreler almakta ve genellikle problemler yaratmaktadır. Oluşturulan platform ile Mentor veya Mentee bulma işini kolaylaştırmak amaçlanmıştır. Bu platform sayesinde rehberlik isteyen kişiler kolayca rehberler bulabilecek, rehberlik etmek isteyen kişiler kolayca tecrübesiz kişilere ulaşabilecek. Şeffaf ve etkili iletişim sayesinde profesyonel, akademik, özel hayat konusunda kolayca ikili müşterek ilişkiler kurulabilecektir. Bu ilişki sadece profesyonel hayat için değil, kişisel gelişim ve özel hayat için de kullanmayı hedefleyen bir platform oluşturulacaktır. Bu platform ile çeşitli yaşam koçları ve kişisel gelişimi hedefleyen kişiler eşleşebilecektir.

Anahtar Kelimeler: Mentor, Mentee, Koçluk, Rehberlik, Tecrübe Aktarımı.

Mentor-Mentee Platform

Abstract

A mentor or a guide has made the life of people easier in business life, academic career and in every aspect of life in general. Having a mentor or institution for the job of interest is an incredible opportunity for inexperienced individuals. In particular, these guides provide many benefits in terms of internship in professional life, transfer of experience to find a job. It is a mutual relationship that someone who has experience in any subject transfers experience to an inexperienced person and guides them. This common relationship accelerates the learning process for both parties. While an experienced person continues to gain experience in subjects such as communication, vision and oratory while conveying his experience, an inexperienced person receives information on many subjects such as foresight, vision and sustainability. Today, this system is called the Mentor-Mentee relationship. At this point it is often not easy to find a Mentor or Mentee. A large network is needed for this bilateral mutual relationship. However, setting up this network takes a long time and often creates problems. With the created platform, it is aimed to facilitate the job of finding a Mentor or Mentee. Thanks to this platform, people who want guidance will be able to find guides easily, and those who want to guide will easily reach inexperienced people. Thanks to transparent and effective communication, mutual mutual relations will be easily established in professional, academic and private life. A platform will be created that aims to use this relationship not only for professional life, but also for personal development and private life. Various life coaches and people aiming for personal development will be able to match with this platform.

Keywords: Mentor, Mentee, Coaching, Guidance, Transfer of Experience.

* Sorumlu Yazar: muammer.akcay@dpu.edu.tr

1. Giriş

Hayat koşluğunu, mentorluğu destekleyen birçok platform ve oluşum bulunmaktadır. Bu platformlar ve oluşumlar genellikle kendi alanında uzman, tecrübeli birisiyle o alana ilgi duyan ancak tecrübesi olmayan bir kişiyi eşleştirmeyi hedeflemektedir. Bu Mentor-Mentee ilişkisi genel olarak kullanıcılara çok iyi fırsatlar sunmaktadır. Sektör hakkında, hayat hakkında ve akla gelebilecek tüm konularda ikiliye farklı bakış açıları kazandırmaktadır. Kişisel gelişim, hitabet, iletişim gibi becerileri iki taraf için de geliştirmektedir. Aynı zamanda bu ikilinin belirli bir plana göre aksatmadan iletişime geçmesi disiplin becerisinin de gelişime katkıda bulunmaktadır. Mentor-Mentee için kullanılan platformlar için kullanıcılar genellikle dikkatli tercihler yapmaya çalışmaktadır. Bir Mentor, emeklerinin boşa gitmeyeceğinden emin olduğu bir Mentee'yi tercih etmekten, Mentee'ler Mentor'lerinin gerçekten aktarabilecekleri bir tecrübesinin olduğunu görmek istemektedir. Bu noktada sadece iş ve akademik hayat için değil, özel hayat için yapılan koçluklar da önem kazanmaktadır. Oluşturulan platformda ise asıl amaçlanan, kullanıcıların gerçekten kendilerine tecrübe katabilecekleri kişileri bulmaları için sade, şeffaf bir ortam oluşturmaktır.

Bu platformda:

Haberler

Yeni Koçlar

Yeni Mentee'ler

Profil düzenleme

gibi özellikler bulunacaktır.

Bu özellikler ise olabildiğince kullanıcı dostu olacaktır. Bu çevrimiçi platform sayesinde kullanıcılar kendi ilgileri doğrultusunda koçlar veya mentee'ler bulabilecek. Kullanıcı hedefli platform sayesinde ekosistem kendi kendini doğal olarak oluşturacak. Profil özellikleri sayesinde iletişime geçilmeden önce o kişi hakkında bir fikir oluşacak ve iletişimde yaşanan problemler en aza indirilecektir [1-5].

2. Materyal ve Metot

2.1. Piyasa Analizi ve Projenin Belirlenmesi

Projenin kesinleşmesinden önce piyasadaki benzer platformlar araştırıldı. Bu platformlar hakkında kullanıcı yorumlarına dikkat edildi ve incelendi. Kullanıcı profili analizi yapıldı. Kullanıcıların beğendiği elementler ve beğenmediği elementler gözden geçirildi.

Benzer platformlar için en popüler olan bu dört platform bulundu;

Pushfar [6]

Mentorcrise [7]

Mentormentee [8]

iCouldBe [9].

Bu platformların piyasadaki en popülerleri olduğu gözlemlendi. Ortak nokta olarak hepsinin asıl amacının iş hayatına odaklı bir şekilde ikili tecrübe aktarımı olduğu gözlemlendi. Aynı zamanda kullanıcıları profillere göre kategorize ederek belirli puan skalaları oluşturdukları fark edildi.

e-ISSN: 2148-2683

Genel olarak kullanıcıların beğendiği özellikler;

Sade ve basit ara yüz

Şeffaf iletişim

Reklamsız

Dil desteği

Genel olarak kullanıcıların beğenmediği özellikler;

Ücretli hesaplar

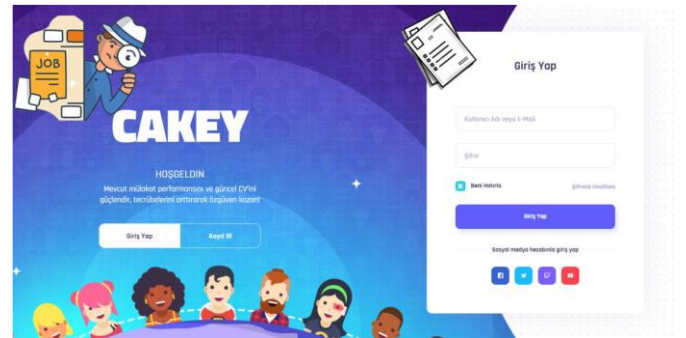
Zayıf alt yapı ve destek

İşlevsiz ve empati eksikliği yaşanması

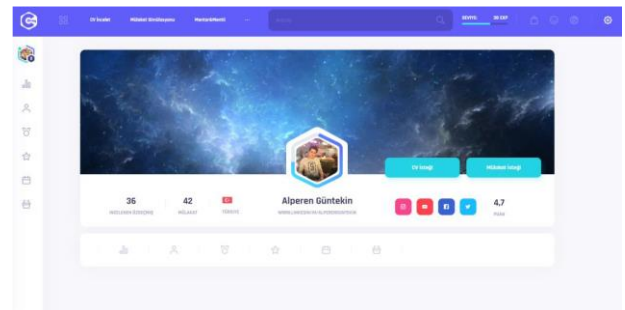
Projenin belirlenmesi noktasında oluşturulacak platformun "Mentor ve Mentee bulmayı kolaylaştırmak" ve "Hayat koçlarına rahatlıkla ulaşabilmek" gibi bir motivasyona sahip olması gerektiğine karar verildi.

2.2. Proje Planlaması

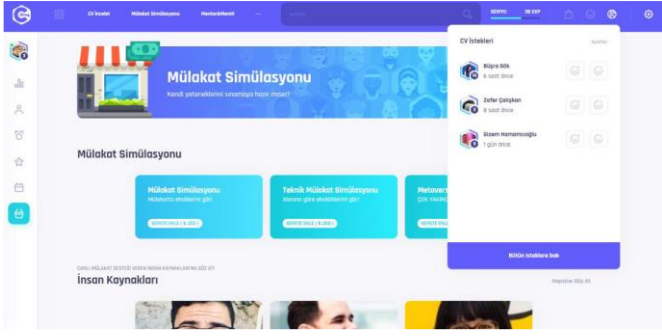
Proje için gerekli adımlar gözden geçirildi. Basit bir şema ve akış programı oluşturuldu. Öğrenilmesi gereken gerekli kaynaklar toplandı ve arşivlendi. Çevrimiçi site için tasarım konusunda renkliliğin ve heyecanlı tasarımların ne kadar önemli olduğu fark edildi. Bu yüzden olabildiğince basit ve sade tasarımlar tercih edildi. Tasarım düzenlemesi ileri bir tarihe "ertelendi. Tasarım için Figma ve Photoshop CS6 kullanıldı. Şekil 1 2 3 te proje giriş ekranı, kullanıcı ekranı ve mülakat ekranı görülmektedir.



Şekil 1 Proje giriş ekranı



Şekil 2 Kullanıcı ekranı



Şekil 3 Mülakat ekranı

2.3. Projenin İçeriğinin Düzenlenmesi

Platformun sahip olması gereken özellikler düşünüldü. Sadece tasarım konusunda değil, ulaşılabilirlik ve işlevsellik konusunda da sadelik tercih edildi. Kullanıcıların olabildiğince direkt ve net sonuçlar alması için bir içerik düzenlendi.

Kullanıcılar:

Profil oluşturma

Mentor veya Koç tercihi yapma

Kişilik testi yapma

Ayın koçu, mentor, menteesi için oylama yapma

Profillere yorum yapma

gibi özelliklere ulaşabilecek.

Bu özelliklerin hepsi ana sayfadan ulaşılabilir ve hangi sayfada olduğunun önemi olmadan tüm sayfalardan diğerlerine geçiş yapılabilir. Gereksiz karmaşıklık oluşturulmayacak ve özgür bir ortam oluşturulacak. Üyelik sistemi sayesinde dışarıdan herhangi bir girdi alınmayacak ve sadece gözlemciler olacak.

2.4. Sitenin Kodlanması

Tasarımların ardından sitenin kodlanmasına başlandı. HTML ile site iskeleti düzenlendi ve hazırlandı. HTML hakkında bilgiler alındı ve öğrenildi. CSS ile sitenin tasarımı tamamlandı. Sitenin sayfaları arasındaki geçişler düzenlendi. Ana sayfa, üye ol, giriş yap, profil, kişilik testi yap sayfaları düzenlendi. Sitenin ana kodları html uzantılı olarak geliştirildi.

3. Bulgular

Bu çalışmada, HTML ve CSS kullanımının bir kısmı araştırıldı ve uygulandı. Sitelerin iskeletleri ve biçimsel düzenlemenin detayları görüldü. Site tasarımlarında UI ve UX değeri görüldü. Sitenin back-end kısmının beklenildiğinden daha zor olduğu fark edildi.

4. Tartışma

Bu çalışmanın sonucunda mentor-mentee yeni bir yaklaşım geliştirildi. Başka alanlarda uygulanması planlandı.[10].

5. Sonuçlar

Bu çalışmada, HTML ve CSS kullanımının bir kısmı uygulandı. Sitelerin iskeletleri ve biçimsel düzenlemenin detayları görüldü. Site tasarımlarında UI ve UX değeri görüldü. Sitenin back-end kısmının beklenildiğinden daha zor olduğu fark edildi.

Bu çalışmada, Mentorlar ve Menteler için iletişim deneyimini geliştirmek amacıyla sade ve kolay kullanılabilir olması gerektiğine karar verildi. Hazırlanan site için Visual Studio Code'un uygun olduğuna ve tüm gereklilikleri karşıladığına karar verildi.

Kaynakça

- [1] W3Schools, sitemizin html ve css kodlarında örnekler başvurulması. <https://www.w3schools.com/>
- [2] Storyset, site içerisinde kullanılan görsel öğelerde buraya başvuruldu. <https://storyset.com/>
- [3] Protopie, site için oluşturulan tasarımlar için buraya başvuruldu. www.protopie.io
- [4] Stackoverflow, genel olarak sitenin yapımında takılan yerlerde buraya başvuruldu. www.stackoverflow.com
- [5] TDK, makale, rapor ve site içerisinde sözlük kullanımında buraya başvuruldu. www.sozluk.gov.tr
- [6] Pushfar, <https://www.pushfar.com/>
- [7] Mentorcruise, <https://mentorcruise.com/>
- [8] Mentormentee, <https://mentormentee.com/>
- [9] iCouldBe, <http://www.icloudbe.com>
- [10] Welch, J. Fundamentals of Mentoring: Three Steps to a Mentee-Driven Relationship. *The Journal of Teaching and Learning Resources (medEdPORTAL)* 12(1). August 2016.a.
- [11] Hadi, M. J. And Rudiyanto, M. Significance of Mentor-Mentee Relationship and Mentor Training for Effective Outcomes. 1st Annual International Conference on Islamic Education (AICIE-2017) on 26th February 2017 in Mataram-West Nusa Tenggara, Indonesia



Çoklu İHA ile Çok Erkinli Sistemler

Muammer Akçay^{1*}

^{1*} Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Kütahya, Türkiye, (ORCID: 0000-0003-0244-1275), muammer.akcay@dpu.edu.tr

(1st International Conference on Scientific and Academic Research ICSAR 2022, December 10 - 13, 2022)

(DOI: 10.31590/ejosat.1216730)

ATIF/REFERENCE: Akçay, M. (2022). Çoklu İHA ile Çok Erkinli Sistemler. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (45), 38-40.

Öz

Bu çalışmada birden fazla insansız hava aracının (İHA) kontrolünde, haberleşmesinde çok erkinli sistem yaklaşımında özetlenecektir. Çoklu İHA sistemleri son yıllarda birçok alanda askeri ve sivil uygulamalarda kullanılmaktadır. Çoklu İHA sistemleri kullanılarak karar vermede çok erkinli sistem yaklaşımı açıklanacaktır. Ortamın haritasının çıkarılması, verilen görevin çoklu İHA kullanılarak çözülmesinde çok erkinli sistem yapısı incelenecektir. Çoklu İHA kullanılarak elde edilen sonuçlar tartışılacaktır.

Anahtar Kelimeler: İHA, Haberleşme, Çok Erkinli Sistemler, Dağıtık sistemler.

Multi UAV with Multi Agent Systems

Abstract

In this study, the control and communication of more than one unmanned aerial vehicle (UAV) will be summarized in a multi agent system approach. Multiple UAV systems have been used in military and civilian applications in many fields in recent years. A multi agent system approach in decision making using multiple UAV systems will be explained. Multi agent system structure will be examined in mapping the environment and solving the given task using multiple UAVs. The results obtained using multiple UAVs will be discussed.

Keywords: UAV, Communication, Multi-Agent Systems, Distributed Systems.

* Sorumlu Yazar: muammer.akcay@dpu.edu.tr

1. Giriş

Son zamanlarda İnsansız Hava Aracı (İHA)'ların kullanımı artmıştır. ABD, Çin, Rusya, İsrail, İngiltere ve Türkiye İHA konusunda ciddi çalışmalar yapmaktadır [1]. İHA ile askeri ve sivil birçok çalışma yapılmaktadır. Bunlar:

Keşif, gözetleme, görüntüleme

Film, tarımsal faaliyet, elektronik harp

Arama kurtarma, mayın tarama

Bomba, hasar değerlendirmesi, hedef tespiti

Anlık hava tahmini

Rota belirleme, yön bulma

Düşman takibi

Gerektiğinde radar/jammer olarak kullanımı

İHA'ların kullanım alanları:

Ticari amaçlı kullanım,

Bilimsel faaliyetlerde,

Arama-kurtarma çalışmalarında,

Kamu güvenliği / düzenini ilgilendiren uygulamalarda,

Meteoroloji – hava durumu çalışmalarında,

Film endüstrisinde,

Çevre-doğa çalışmalarında,

Fotoğrafçılıkta,

Madencilik / jeoloji faaliyetlerinde,

Tarım alanlarındaki kullanımlarda vb. alanlarda

Son zamanlarda sürü İHA kullanımı yaygınlaşmıştır. Sürü İHA kullanım alanları:

Kurtarma

Gözetleme

Hata Tespiti

Veri toplama

İHA kullanımlarının artmasıyla birden çok İHA kullanımı, İHA takımları, İHA sürüleri kullanımı artmaktadır. Tek İHA ile yapılabilecek işlemler çoklu İHA yapılarında karmaşık olacaktır. Çoklu İHA yapılarını yönetmek, problemi paylaşmak, çok erkinli sistem yapıları ile daha kolay olmaktadır [2].

2. Çok Ekinli Sistemler

Ajan tabanlı sistemler (Agent Based Systems) de sistem dışından verilerin alınması (sense), algoritmanın ya da fonksiyonun çalıştırılması (control), sonuçların üretilmesi (act) kısımlarından oluşmaktadır. Bu ajanlardan çok olması ve problemi çözmede kullanılması hedeflenmektedir.

Çoklu İHA haberleşmesinde enerji optimizasyonu sağlamak için çok erkinli sistem yaklaşımı kullanılmıştır [3].

Liteartürde birçok kamyonun birçok noktaya en kısa sürede ulaşması için çok erkin (multi-agent) yaklaşımı kullanılmıştır [4].

Sürü İHA için dinamik ve merkezi olmayan görev planlayıcısı geliştirmek için çok aracı görev yöneticisi geliştirilmiştir. Koordinasyon yapısı, Markov Karar Süreçleri ve Markov oyun temelli dağıtılmış bir müzakere protokolü aracılığıyla tasarlanmıştır. Görev planlamasında ilgili erkinlerin (ajanların) optimum anlaşmasını sağlamak için koordinasyon oyununun resmi bir modeli oluşturulmuştur. Dağıtılmış Stokastik Algoritma, simülasyon ve verimlilik analizleri yapmak için çok etmenli programlanabilir bir modelleme ortamında uygulanan protokolü uygulamak için geliştirilmiştir [5].

Son yıllarda çoklu İHA teorileri ve uygulamaları geliştirme üzerine araştırmalar yoğunlaşmaktadır. Yapay zeka Çoklu İHA beraber karar verme sistemine entegre edilen teknoloji önem kazanmaktadır. Literatürdeki bu çalışmada Çok etmenli bir pekiştirmeli öğrenme algoritması önerilmektedir. Karar vermek için aktör-eleştirmen algoritmasına dayanmaktadır Her İHA, ortamda merkezi olmayan verileri toplayan bir aktör olarak düşünülür. Merkezi bir eleştirmen bu aktörlerin merkezi eğitimi sırasında her eğitim adımı için değerlendirme bilgileri sağlar. İHA'nın e ilgili makul kararlar almasını sağlamak için aktörde bir kapı tekrarlama birimini tanımlanmaktadır: Tarihsel karar bilgisi. Merkezi eleştiriyi tasarlamak için bir dikkat mekanizması kullanılmaktadır. Algoritma eğitilir ve test edilir Çoklu İHA işbirlikçi karar verme problemini çözmek için, çok erkinli bir pekiştirmeli öğrenme tasarlandı [6].

Bu çalışmada ortak araştırma görevleri için çok erkinli teknoloji ve birlikte hareket eden İHA'lara sahip bir prototip sistem önerilmektedir. Prototip, İHA'ları birleşik bir sürüye bağlamayı mümkün kılar, koordineli uçuş planları önerir ve planları uyarlanabilir şekilde yeniden yapılandırır. Dağıtılmış çizelgeleme mekanizmasının etkinliğini değerlendirmek için bir dizi simülasyon deneyi ve birkaç uçuş testi yapılmıştır [7].

Çoklu robot yaklaşımları arasında sürü robotlar, karmaşık görevleri çözmede esneklik, ölçeklenebilirlik ve sağlamlık gibi yönleri vurgulamaktadır. Hassas çiftçilik ve büyük ölçekli tarım uygulamaları için çok uygundur. Çoklu sürü robot araştırmaları hala laboratuvarla sınırlıdır ve sahada sınırlı uygulama mevcuttur. Bu çalışmada yabancı ot kontrolü sorunları alanında sürü robotlarını tarlaya getirmek için bir yol haritası açıklanacaktır. Bu yol haritası, ECHORD++ Avrupa projesi kapsamında kurulan SAGA deneyi içinde somutlaştırılmaktadır. Deney konseptiyle birlikte, bir İHA sürüsü aracılığıyla bir alandaki yabancı otları izleme ve haritalama hedef senaryosu için temel sonuçları sunmaktadırlar [8-9].

3. Sonuç

Bu çalışmada birden fazla insansız hava aracının (İHA) kontrolünde, haberleşmesinde çok erkinli sistem yaklaşımında özetlenmiştir. Çoklu İHA sistemleri son yıllarda birçok alanda askeri ve sivil uygulamalarda kullanılmıştır. Çoklu İHA sistemleri kullanılarak karar vermede çok erkinli sistem yaklaşımı açıklanmıştır. Verilen görevin çoklu İHA kullanılarak çözülmesinde çok erkin sistem yapısı incelenmiştir. Çoklu İHA ile çok erkinli (multi agent) sistem yaklaşımı gelecekte birçok uygulamada kullanılabilir olacaktır.

Kaynakça

[1] İnsansız Hava Araçlarında Elektronik Harp Uygulamaları, Trend Analizi, Nisan 2021.

- [2] Yiğit E., Yazar I., Karakoç T.H., Sürdürülebilir Havacılık Araştırmaları Dergisi (2018), C3-S1, 10-19.
- [3] Oubbati, O S, Atiquzzaman, M., Lakas, A., Baz, A., Alhakami, H., and Alhakami, W., Multi-UAV-enabled AoI-aware WPCN: A Multi-agent Reinforcement Learning Strategy, IEEE INFOCOM WKSHPS: AoI 2021: IEEE INFOCOM Age of Information Workshop
- [4] Leon-Blanco, J. M., Gonzalez-R, P. L., Andrade-Pineda, J. L., Canca, D., Calle, M. A multi-agent approach to the truck multi-drone routing problem. Expert Systems With Applications 195 (2022) 116604
- [5] Pascarella, D., Gigante, G., Luongo, S., Venticinque, S. Autonomous and Dependable Multi-Agent Systems for the Mission Planning of Multi-UAV Surveillance Missions. <https://www.sto.nato.int/publications/STO/Meeting/Proceedings/STO-MP-IST-166%2FMP-IST-166-01.pdf>
- [6] Li, S., Jia, Y., Yang, F., Qin, Q., Gao, H., Zhou, Y., Collaborative Decision-Making Method for Multi-UAV Based on Multiagent Reinforcement Learning. IEEE Access, 2022, Vol 10 pp 91385-91396.
- [7] Skobelev, P., Budaev, D., Gusev, N., Voschuk, G. Designing Multi-Agent Swarm of UAV for Precise Agriculture. J. Bajo et al. (Eds.): PAAMS 2018 Workshops, CCIS 887, pp. 47–59, 2018. https://doi.org/10.1007/978-3-319-94779-2_5
- [8] Trianni, V., IJsselmuiden, J., and Haken, R. The SAGA concept: Swarm Robotics for Agricultural Applications. <http://laral.istc.cnr.it/saga/wp-content/uploads/2016/09/saga-dars2016.pdf>
- [9] SAGA Project, <https://www.istc.cnr.it/it/project/saga-swarm-robotics-agricultural-applications>



Fuzzy Inference Based A Posterior Decision-Making for Multi-Objective Diet Optimization Problem

Cumali Türkmenoğlu^{1*}, A. Şima Etaner-Uyar², Berna Kiraz³

^{1*} Istanbul Technical University, Faculty of Computer and Informatics, Department of Computer Engineering, İstanbul, Turkey, (ORCID: 0000-0002-1026-0725), turkmenogluc@itu.edu.tr

² Fatih Sultan Mehmet Vakıf University, Faculty of Engineering, Department of Software Engineering, İstanbul, Turkey, (ORCID: 0000-0003-1440-3831), asuyar@fsm.edu.tr

³ Fatih Sultan Mehmet Vakıf University, Faculty of Engineering, Department of Software Engineering, İstanbul, Turkey, (ORCID: 0000-0002-8428-3217), bkiraz@fsm.edu.tr

(1st International Conference on Scientific and Academic Research ICSAR 2022, December 10 - 13, 2022)

(DOI: 10.31590/ejosat.1216648)

ATIF/REFERENCE: Türkmenoğlu, C., Etaner-Uyar, A.Ş., & Kiraz, B. (2022). Fuzzy Inference Based A Posterior Decision-Making for Multi-Objective Diet Optimization Problem. *European Journal of Science and Technology*, (45), 41-47.

Abstract

We propose a Mamdani-Type Fuzzy Inference based posterior decision-making approach to multi-objective diet optimization problem. We optimize the multi-objective diet problem with evolutionary algorithms that result in tens/hundreds of non-dominated solutions which is too large to pick one of them by the decision-maker. Even though all the solutions are optimized for all the objectives simultaneously, not all objective functions may be equally important to a user and, also their importance may change for that user over time. Our main goal is to develop an applicable method for representing and incorporating a decision maker's (DM) instant preferences for objectives into decision-making stage. The FIS based decision making can guide users to decide on the most suitable menus. User's instant preferences for each objective form rule sets. Using Mamdani type FIS in the post-decision process of the multi-objective diet problem is a novel contribution. A desirability measure is calculated by using rule sets and membership functions considering the objective values, and based on the desirability measure the most preferred menu(s) are provided to the user. Our method can direct the DM to the region of interest in the search space of the multi-objective diet problem. Thus, the daily menu suggestions become more applicable, practical, and desirable for the users.

Keywords: Fuzzy Sets, Fuzzy Inference Systems, Multi-Objective optimization, Diet Optimization.

Çok Amaçlı Diyet Optimizasyon Problemi İçin Bulanık Çıkarıma Dayalı Sonradan Karar Verme

Öz

Çok amaçlı diyet optimizasyonu problemine Mamdani Tipi Bulanık Çıkarım tabanlı sonradan karar verme yaklaşımı öneriyoruz. Çok amaçlı diyet problemini, onlarca/yüzlerce baskılanamayan çözüm ile sonuçlanan Evrimsel Algoritmalarla optimize ediyoruz. EA'lar ile önerilen günlük menü sayısı, bunlardan birini seçmek için çok fazladır. Tüm çözümler aynı anda tüm amaçlar için optimize edilmiş olsa da, tüm amaç fonksiyonları bir kullanıcı için eşit derecede önemli olmayabilir ve ayrıca zaman içinde o kullanıcı için önemleri değişebilir. Ana hedefimiz, bir karar vericinin hedefler için anlık tercihlerini temsil edebileceği ve çok amaçlı diyet optimizasyon probleminin karar verme aşamasına dahil edebileceği için uygulanabilir bir yöntem geliştirmektir. Bulanık çıkarım tabanlı karar verme, kullanıcılara yüzlerce uygulanabilir çözüm arasından en uygun menüleri seçme konusunda rehberlik edebilir. Her amaç için kullanıcının anlık tercihlerini alarak yeni kural setleri oluştururuz. Mamdani tipi Bulanık Çıkarım Sistemi'nin çok amaçlı diyet probleminin karar sonrası sürecinde kullanılması yeni bir katkıdır. Amaç değerleri dikkate alınarak kural kümeleri ve üyelik fonksiyonları kullanılarak bir tercih edilirlilik ölçüsü hesaplanır ve istenirlik ölçüsüne göre kullanıcıya en çok tercih edilen menü/menüler sunulur. KV'nin sözlü ifadeleriyle, yöntemimiz KV'yi çok amaçlı diyet probleminin optimizasyonu ile oluşturulan çözüm kümesinin arama uzayında ilgili bölgeye yönlendirebilir. Böylece günlük menü önerileri kullanıcılar için daha uygulanabilir, pratik ve arzu edilir hale gelmektedir.

Anahtar Kelimeler: Bulanık Kümeler, Bulanık Çıkarım Sistemleri, Çok Amaçlı Optimizasyon, Diyet Optimizasyonu

* Corresponding Author: turkmenogluc@itu.edu.tr

1. Introduction

Majority of the real-world problems have multiple objectives that need to be optimized simultaneously, which makes them more complicated than single-objective optimization problems. In case of the single-objective optimization problem, the goal is to find the optimal solution for a single criterion. For example, minimizing the cost or environmental effect of the dietary planning problem. Multi-objective optimization (MOO) problems fall under the multi-criteria decision-making branch of mathematical optimization and deal with optimization problems involving two or more objective functions, some of which are to be minimized while others are to be maximized (Deb (2001)). In MOO, the main goal is to determine the optimal input values that will give the desired outputs for all the objective functions. In most cases, the objectives are conflicting with each other, meaning that the improvement in one objective may have a negative impact on another (Deb and Jain (2014), Purshouse and Fleming (2007)). Therefore, all the objectives that specify the optimization system should be considered together. When some objectives conflict, there is generally no single optimal solution, but a pareto set which includes non-dominated solutions, none of which need to be a global optimum for any given objective. Solution approaches for MOO problems generate hundreds of viable solutions while dealing with multiple objectives; this complicates the optimization problem in terms of computational resources. It also makes it hard for the Decision Maker (DM usually a human who is an expert in the domain) to pick the most desired solutions among the large number of multi-criteria non-dominated final solution sets. Therefore, in most cases, the main goal of solving a MOO problem must include an approach to help the DM in finding the most preferred solution among the feasible solution set based on his/her preferences (Miettinen (2012)). This can be done by considering the DM's preference for each objective in the problem. These preferences can be in the form of coefficients or importance specifying verbal expressions.

MOO Approaches can be grouped into three main categories based on DM's intervention, namely a priori, a posteriori and interactive methods. A priori methods usually focus on solving MOO problems by converting the original problems with multiple objectives into single-objective optimization problems. A priori methods require adequate preference information before the optimization process (Miettinen (2012), Miettinen et al. (2008)). In an interactive approach, the DM continuously interacts with the optimization process while it iteratively searches for the most preferred solution Miettinen (2012). The DM is part of the optimization process as the optimization algorithm iteratively searches for the most preferred solution. In each iteration of the optimization process, pareto optimal solutions are presented to the DM to give his/her preferences that indicate how the solutions can be improved. Interactive approaches require continuous intervention of domain expert DM, which is hard to supply. On the other hand, a posteriori approaches aim to produce numerous pareto optimal solutions and attempt to expand the search space as much as possible. Following the conclusion of the search procedure, desired solutions are chosen by the DM.

A Fuzzy Inference System (FIS) based interactive/aggregating decision-making approach for MOEAs was proposed by Balci (Balci (2018)). He reduced four objectives into two using fuzzy rule sets predefined by the DM. This gave him the ability to solve MOO problems as reduced search spaces by interactively

aggregating objectives during the optimization process. Another advantage of this approach is that the algorithm does not require a continuous DM interference. The DM only declares his/her preferences for objectives once then based on these preferences his FIS based decision-making approach aggregates all objectives but one into a new objective called desirability.

Aggregating and interactive approaches have various drawbacks in handling MOO problems, such as local optimization, information loss, additional constraints, single solution output, effectiveness on non-convex problems etc. (Deb (2001)). Therefore, solving problems with multi/many objectives as MOO problems and optimizing all objectives simultaneously is an important field of research. These kinds of algorithms try to overcome the problem of computational bottlenecks that arise due to the large objective space. Despite difficulties they can reach higher optimization levels. Therefore, post-decision making is the most effective approach for MOO problems (Deb (2001)).

Multi-objective evolutionary algorithms (MOEAs) are a special form of Evolutionary Algorithms (EAs) which have proven to be quite effective in locating well-converged, well-diversified, non-dominated solutions for optimization problems involving more than two objectives (Deb and Jain (2014)). The fundamental advantage of MOEAs is to generate solution sets and enable the estimation of the entire Pareto front when solving MOO problems. The main disadvantage of MOEAs is low speed due to high computations needed for multidimensional problems. Unfortunately, MOEA's results in hundreds/thousands of optimal solutions which is not feasible for DMs in real life, especially when the number of objectives is high. In such scenarios, the search space for the DM is too big, and it needs to be narrowed through the region of interest where the user's preferences are satisfied best.

To address this problem, in this work, we add a FIS based posterior decision-making step to a multi-objective dietary planning problem with three objectives which was proposed by Turkmenoglu in their work (Turkmenoglu et al. (2021)) in which they added "preference" and "preparation time" objectives to the classical diet problem to transform it into a multi-objective healthy eating problem. The first objective of the diet problem is to minimize the cost of a recommended daily menu. The second objective is to maximize the average preference which reflects personal taste for food items included in the recommended daily menu. The last objective is to minimize the preparation time spent for preparation and cooking. The cost and preparation time objectives represent the resources spent for diet optimization problem that need to be minimized while preference objective represents the profit which needs to be maximized. To address the many-objective dietary optimization problem, this method involved applying a well-known many-objective evolutionary algorithm: the Non-dominated Sorting Genetic Algorithm III (NSGA-III) (Deb and Jain (2014)). NSGAIII performs well in most of the popular multi/many-objective problems.

Results show that our FIS based posterior decision-making method can help DM to choose the best menu(s) among tens/hundreds of non-dominated solutions in the pareto set based on their instant preferences for objectives.

2. Materials and Method

2.1. Fuzzy Inference Systems

Fuzzy logic emerged in the context of the theory of fuzzy sets proposed by Lotfi Zadeh in 1965 (Zadeh (1965)). However, fuzzy logic has been investigated as infinite-valued logic since the early 20th century.

Fuzzy logic is based on the idea that people make decisions based on imperfect and non-numerical information. The term "fuzzy" refers to mathematical representations of ambiguity and imprecise data that are used to depict logical inference from ambiguous or imprecise assertions. This tries to emulate how people think about issues and make judgments, relying on ambiguous or inaccurate values rather than absolute truth or untruth. Fuzzy logic is a kind of many-valued logic in which the truth value of any real number between 0 and 1 may be used. When compared to the truth values of variables in Boolean logic, which can only be the integer values 0 (False) or 1 (True), it is used to deal with the concept of partial truth, where the truth value may be halfway between true and false (Pelletier (2000)).

From control theory to artificial intelligence, fuzzy logic has been used in various fields. Fuzzy inference systems can be used for decision-making processes of multi-objective optimization problems where a set of non-dominated solutions are presented to DMs, who are usually human.

2.2. Decision-Making in Multi-objective Optimization Problems

MOEAs produce a set of non-dominated solutions in the Pareto set. When a Pareto estimate is determined for a 2 or 3 objectives problem, the DM is usually expected to choose a single solution that best fits the expectations. Sometimes it is possible to visually inspect the Pareto front and choose the most interesting one. Unfortunately, this is not the case with problems that have more objectives where visualizing and examining the Pareto front is often difficult, if not impossible.

Selecting a single or several elements from a Pareto set has been discussed in various articles in the literature (Deb (2001)). A simple method is, considering that all objective functions are positive, taking the solution closest to the origin of the Cartesian coordinate system based on all objective values. Another way of choosing one or more solutions from the Pareto front is ordering the Pareto set based on some metrics. A metric can be obtained by a FIS which considers the user preferences in the search space. This approach can have an instant effect rather than general objective directions.

The fuzzy inference method was initially developed as a way to build a control system by combining a set of language control rules that were derived from experienced human operators. After defining fuzzy sets and the membership functions that go with them, these sets can be given linguistic labels. This method enables the conversion of linguistic reasoning in humans into mathematics. FIS uses previously created rule sets to produce outputs based on input values from the system. Fuzzy inference systems are composed of three main subsystems:

- Fuzzification: Translate input into truth values
- Rule Evaluation (inference): Compute output truth values
- Defuzzification: Transfer truth values into output

2.3. Fuzzification and Membership Functions

The fuzzification phase is to map crisp inputs (real-world data) from sensors to values between 0 and 1 using a set of membership functions.

Input membership functions can represent vague verbal categorizations concepts (linguistic variables) such as "long"- "short" or "like"- "don't like" or "expensive"- "cheap" where the definition of "long" and "short" may differ for each input. These concepts, their ranges and their numbers need to be defined by an expert or by using a systematic approach such as clustering. In this study, we used type-1 membership functions and defined their boundaries according to the general perception widely used in the literature. Input membership functions need to be designed for each input and output variable. There are different membership functions offered in the literature. Triangular, trapezoidal, and Gaussian membership functions are a few common and well-known types of membership functions. A set of membership values derived from the input values using input membership functions is created from the input values (Zadeh (1965)). Figure 1 shows an example as to how different membership functions divide the same universe of discourse.

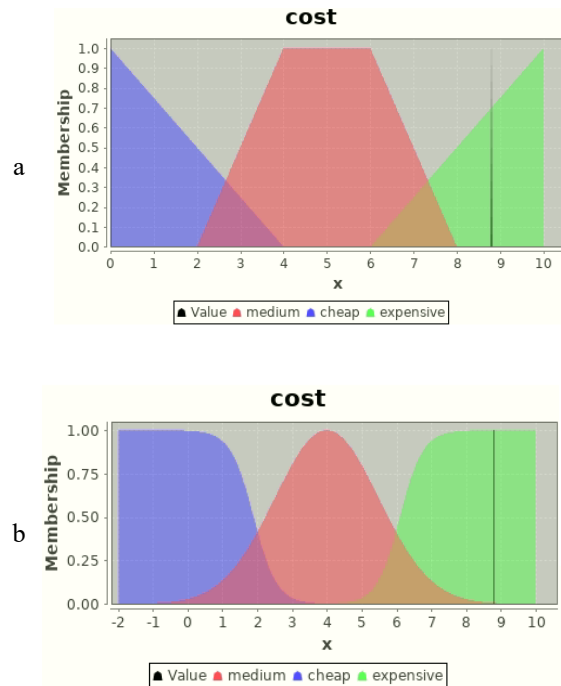


Fig. 1 Example trapezoidal (a), and Gaussian (b) membership functions for a Cost objective = 8.9.

2.4. Rule Evaluation and Rule sets

Fuzzy rules are a collection of linguistic expressions that define how FIS should classify an input or control an output according to input firing strengths and membership functions.

Fuzzy inference rules are in the following form:

$$IF \ x \text{ is } A \text{ AND } y \text{ is } B \text{ THEN } z \text{ is } C \quad eq. 1$$

Fuzzy rule inference has two main steps; determining the firing strength (activation level) of a rule and determining the geometric interpretation of the activation level in the output membership functions. Fuzzified inputs need to be combined according to the fuzzy rule set to establish a rule strength (firing strength). Input membership values create the section before "THEN" part of the form. Then the consequence of the rule needs to be determined as the last part of the rule form by combining the rule strength and the output membership function. These components are then combined and implemented as an AND or OR rule-based fuzzy set intersection. The term "T-norms" can also refer to fuzzy combinations. "AND", "OR" and "NOT" are interpreted as min function, max function and negation respectively in Mamdani-type FIS rules.

Once the firing power of a rule has been calculated, the resulting fuzzy set should be shaped using application functions properly. The way we implement functions has a huge impact on how FIS works. One of the most popular membership function types is the Mamdani-type. In this type, the area below the cropped output membership function is taken.

2.5. Problem Definition and Representation

The goal of the basic diet problem is to determine a set of food items, to be consumed by a person per day, which satisfies all nutrient requirements while minimizing the total cost. In this work, the classic cost-minimizing diet problem was modeled as a multi-objective optimization problem and formulated as a Multi-Objective Multidimensional Knapsack problem (MOMKP) (Kellerer et al. (2004), Lust and Teghem (2012)). Given a set of food items, the goal is to select a subset of food items which lead to all the objectives being optimized simultaneously while knapsack capacities are not exceeded. Here the knapsack capacities are daily nutrient limits based on a user’s specifications such as gender, age, weight etc. (USDA (2022)). The three-objective diet problem has “preference”, “cost” and “preparation time” objectives and it can be formulated as given in Eq. 2.

$$\begin{aligned} \max Q_k(x) &= \sum_{i=1}^n c_k^i x_i \quad k = 1,2,3, \dots, p \\ \text{Subject to} & \sum_{i=1}^n w_j^i x_i \quad j = 1,2,3, \dots, m \\ & x_j \in \{0,1\} \quad j = 1,2,3, \dots, n \end{aligned} \quad \text{Eq.2}$$

where n is the number of items, m is the number of attributes, p is the number of objectives. The variable $x_i = 1$ means that the item i is selected to be in the knapsack and all coefficients c_k^i , w_j^i and, W_j are assumed to be non-negative. All objectives are assumed to be maximized.

2.6. Data set

The daily menus are generated as breakfast+{lunch+dinner} where breakfast and the lunch+dinner parts include only certain food groups. The main data set used in this study is a food data set including 405 unique food items from varying food groups, 24 different nutrients and the quantity of these nutritions in each food based on 100 grams. Dietary Reference Intakes (DRI) Dataset contains nutritional requirements for a person per day. DRI includes upper and lower

bounds of each nutrient based on personal properties such as age, body index, gender, activity level, pregnancy, lactation etc. For each nutrient, upper and lower limits are needed to be the boundaries of the constraints for the diet problem. These limits are obtained from USDA

DRI documents which are based on (USDA (2022)). Food dataset includes preferences given by users based on their taste, food prices for 100gr and preparation time (preparing + cooking time). These values are used in objective function calculation. Further details of the modeling aspects of the multi-objective diet problem can be found in the article by Turkmenoglu et.al. (Turkmenoglu et. Al (2021)).

2.7. Experiments

In the case of multi-objective diet optimization, none of the solutions on the Pareto front is the best, but at an equally desirable level according to the user's expectations of an ideal diet menu. FIS can play a key role in deciding the perfect menus among the Pareto set based on the user's current preferences. Users may be loyal to default objective orientations and choose the solutions at the elbow of the Pareto graph (solutions closest to the origin of the Cartesian coordinates system for the problem when all objectives are being minimized) or may change their objective orientation (maximization, minimization or neutrality) depending on their current mood, time management and money. For example, a user can set the cost as the only main objective depending on the current amount of money they have, or redefine the cost objective to be maximized (or neutral/disregard) for suggested menus in the pareto set if they are holding a dinner party. Based on these new preferences, FIS rules are created and then, based on these rule sets, the proper menu(s) are provided to the user. A user determines her/his current preferences towards the problem's objectives using one of 4 expressions: High, Medium, Low, Don't care. Depending on the optimization orientation (maximization /minimization) those expressions can have different meanings. Although we are minimizing cost and preparation time but maximizing preference, all objectives have the same interpretation of the Cartesian coordinate system: values between 0 (most desired) and 10 (least desired). Therefore, the menu which has a preference value of 0 is one of the most proffered ones. High, Medium, Low expressions have the following meanings for different objectives (Table 1). In other words, for interpretation simplicity, preference objective is regarded as minimization.

Table 1: Interpretations of verbal expressions/preferences for different objectives

Expression	Cost	Prep. Time	Preference
Low	Expensive	Long	don't like
Medium	Medium	Medium	neutral
High	Cheap	Short	Like

We selected two among many possible rule sets and applied Trapezoid and Gaussian Membership Functions to show how different rule sets result in different Pareto front orderings and show the effect of the FIS in decision-making on the proposed

Pareto front. Since the preparation time has a large scale it has 4 membership functions in the rule sets: very long, long, medium and short. Using the rule sets, a desirability measure is calculated taking into account the objectives and then, based on the desirability measure, the most preferred menu(s) are provided to the user. The desirability variable is named as “ideal” and it has 3 membership functions: optimal, non-optimal and sub-optimal. To be compatible with MOEAs and easy interpretation all objectives are minimized. Preference is transformed into minimization by using it as (10-preference).

Rule sets

We defined two distinct rule sets to imitate two distinct user preferences towards 3 objectives (Table 2).

Table 2. Rule sets used in the experiments

A: The user is loyal to general objective orientations: Cost ↓, Prep. Time ↓, Preference ↑	
1	IF preparationtime IS short AND cost IS cheap AND preference IS like THEN ideal IS optimal
2	IF preparationtime IS medium OR preparationtime IS long AND cost IS medium AND preference IS medium THEN ideal IS suboptimal
3	IF preparationtime IS verylong AND cost IS expensive AND preference IS dontlike THEN ideal IS nonoptimal
B: The user wants to choose expensive menus among those already optimized menus: Cost ↑, Prep. Time ↓, Preference ↑	
1	IF preparationtime IS short AND cost IS expensive AND preference IS like THEN ideal IS optimal
2	IF preparationtime IS medium OR preparationTime IS long AND IS suboptimal
3	IF preparationtime IS verylong AND cost IS cheap AND preference IS dontlike THEN ideal IS nonoptimal

3. Results

Using rule set A and rule set B, we applied posterior decision making to the pareto set produced by a 3-objective diet problem solved by NSGAIII. The Pareto set includes ~100 optimized, non-dominated solutions. Applying rule sets with Trapezoid and Gaussian membership functions, we want to show the easy applicability of FIS based posterior decision making to multi/many-objective problems (results shown in Figure 3) and observe the difference between Trapezoid and Gaussian membership functions on the decision-making process (results shown in Figure 4).

In all the graphs in Figure 3 and Figure 4, most ideal solutions (menus) have been chosen using a threshold on the “ideal” objective dimension. The user can just pick the menu with the highest “ideal” value or pick several of them and easily choose

the best fitting one. Here, we select and color several of them with red on the graphs to show the general results of FIS.

In rule set A, the DM desires to find solutions which represent daily menus with short preparation time, high palatability, and low price. On the other hand, in rule set B, the DM desires to find solutions which represent daily menus that are quickly prepared, palatable and expensive.

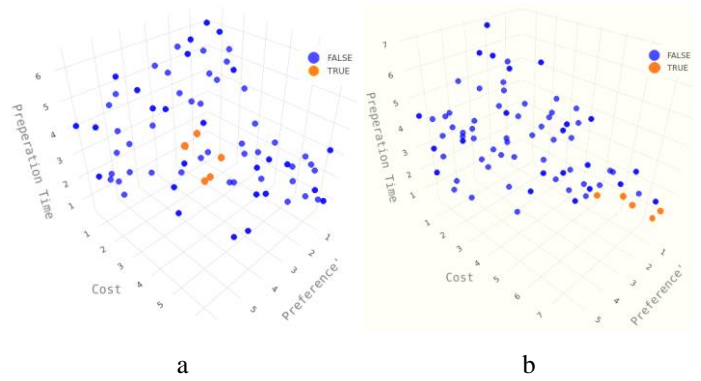


Fig. 2 Most desired menu(s) selected from the pareto set by rule set A (a) and rule set B (b) by Trapezoid membership functions in 3D.

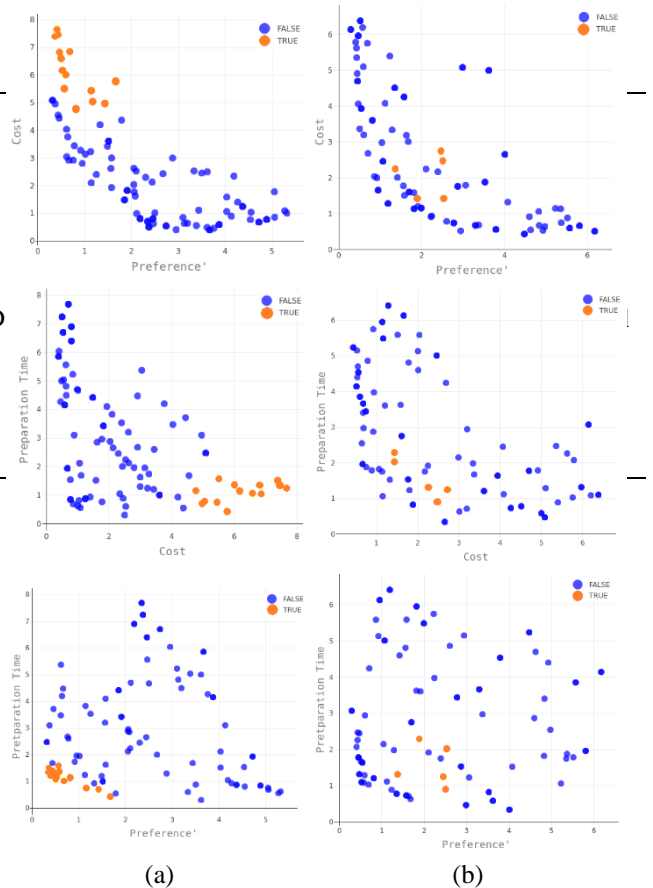


Fig. 3 Most desired menu(s) selected from pareto set by rule set A (a) and rule B (b) using Trapezoid membership function shown (objective pairs).

As can be seen Fig. 3 (a), rule set A aims to select one or more desired solutions among already optimized pareto set which are usually going to be solutions at the elbow of the Pareto graph

(solutions closest to the origin of the Cartesian coordinates system for the problem when all objectives are being minimized).

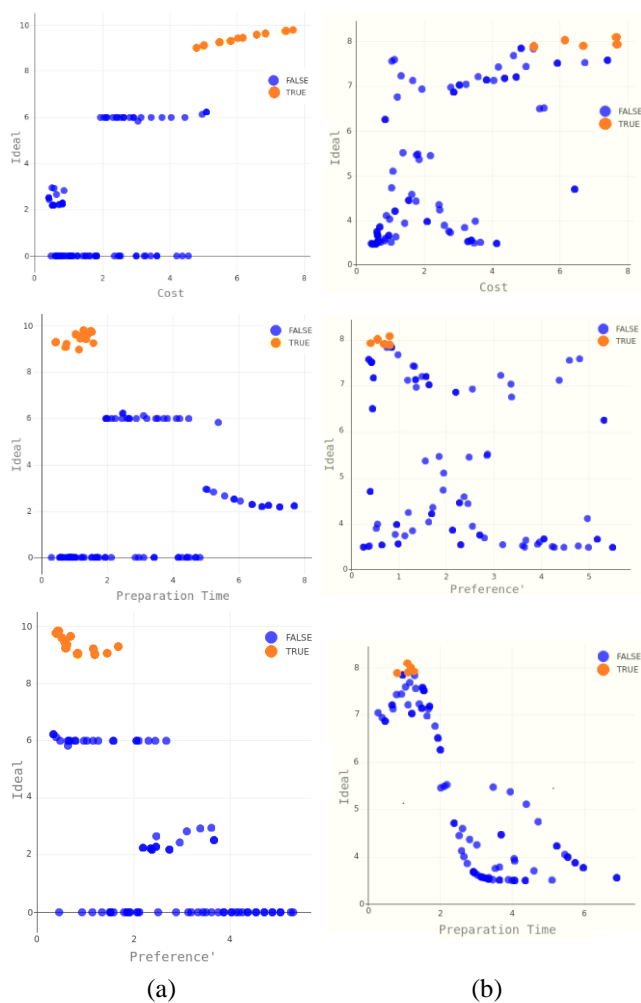


Fig. 4 Most desired menu(s) selected from the pareto set by Rule set B using Trapezoid and Gaussian membership functions.

4. Discussion

As seen in the FIS experiment, the Gaussian membership function results in a more evenly distributed solution-set on the “ideal” dimension than the Trapezoid membership function. In the Trapezoid membership function case, most of the solutions could not be categorized or categorized and stacked on the very same value. Therefore, there is no smoothly distributed solution-set in this case (see Figure 4). The result graphs show that the DM is given the most desirable solutions representing daily menus based on his/her verbal expressions which are represented by fuzzy rule sets. Each rule set guided the DM to the region of interest based on DM’s instant preferences towards objectives.

5. Conclusion

Healthy eating continues to be a problem that affects a large part of the world’s population. Therefore, diets and nutritional habits have become increasingly important, especially with the devastating consequences of the Coronavirus Disease (Covid-19) (WHO (2022)). A user-oriented, realistic, and long-term diet plan can assist us to adopt a healthy eating habit by fulfilling the

majority of the nutritional criteria without enforcing any restrictions.

In this study, we aim to optimize multiple objectives simultaneously while satisfying all constraints. Maximizing preferences, minimizing cost and preparation time were our objectives to be optimized. Nevertheless, considering a healthy and environment friendly diet (Abejón (2020)), more objectives can be included such as minimizing carbon footprint, maximizing availability of ingredients and rating, etc (Turkmenoglu et al. (2021)). The many-objective diet problem was solved using a well-known multi-objective evolutionary algorithm, NSGA-III. Since there are conflicting objectives in our problem, the Pareto set obtained by the NSGA-III consists of more than one optimized candidate menus. This leads us to a decision-making problem. To cope with this problem, we used a FIS based decision-making approach, which can lead the user to the region of interest in the search space of recommended menus. The FIS-based decision-making approach allows us to have control over the other objectives as well as the preference objective.

Our main goal is to create a practical way to represent and include DM’s instant preferences for objectives into the decision-making step of the multi-objective diet optimization problem. The desirability functions that map the objective space to the desirability metric produce good results regarding the DM’s instant preferences. Applying Mamdani type FIS for the posterior decision-making process of multi-objective diet problem is a novel contribution. Our method can lead the DM to the region of interest in the search space of the solution set produced by optimization of multi-objective diet problem by using the provided verbal expressions by the DM. As a result, the provided daily menu recommendations become more practical, convenient, and feasible for users.

Aknowldage

This study was supported by The Scientific and Technological Research Council of Türkiye (TÜBİTAK) Scientist Support Programs Presidency within the scope of 2214 International Doctorate Research Scholarship Program.

References

1. Zadeh, L.A. (1965). Fuzzy sets, Information and control, 8(3), 338–353.
2. Deb, K. (2001). Multi-objective optimization using evolutionary algorithms, volume 16, John Wiley & Sons.
3. Deb, K. and Jain, H. (2014). An evolutionary many-objective optimization algorithm using reference-point-based nondominated sorting approach, part I: Solving problems with box constraints., IEEE Trans. Evolutionary Computation, 18(4), 577–601.
4. Purshouse, R.C. and Fleming, P.J. (2007). On the evolutionary optimization of many conflicting objectives, IEEE Transactions on Evolutionary Computation, 11(6), 770–784.
5. Miettinen, K. (2012). Nonlinear multiobjective optimization, volume 12, Springer Science & Business Media.
6. Miettinen, K., Ruiz, F. and Wierzbicki, A.P., (2008). Introduction to Multiobjective Optimization: Interactive Approaches, Springer Berlin Heidelberg, Berlin,

- Heidelberg, pp.27–57, https://doi.org/10.1007/978-3-540-88908-3_2.
7. Balcı O. (2018), Master Thesis, Dietary planning using multi objective evolutionary algorithm with fuzzy preference integration, Istanbul Technical University, https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=T07x9CRE7ridOc2HWTZTFg&no=SOYxMo2sV_Lfc2lWbt5nsg
 8. Türkmenoğlu, C., Etaner Uyar, A. Ş., & Kiraz, B. (2021). Recommending healthy meal plans by optimising nature-inspired many-objective diet problem. *Health Informatics Journal*, 27(1), 1460458220976719.
 9. Pelletier, F.J. (2000). Metamathematics of Fuzzy Logic, *Bulletin of Symbolic Logic*, 6(3), 342–346.
 10. Kellerer, H., Pferschy, U. and Pisinger, D., (2004). Introduction to NP-Completeness of knapsack problems, *Knapsack problems*, Springer, pp.483–493.
 11. Lust, T. and Teghem, J. (2012). The multiobjective multidimensional knapsack problem: a survey and a new approach, *International Transactions in Operational Research*, 19(4), 495–520.
 12. USDA (US Department of Agriculture) National Nutrient Database for Standard Reference Release 28. <https://www.nal.usda.gov/fnic/dri-tables-and-application-reports> (accessed: 20.05.2022)
 13. WHO (2022). Weekly epidemiological update on COVID-19 - 29 June 2022, Technical Report, <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/situation-reports>.
 14. Abejón R, Batlle-Bayer L, Laso J, Bala A, Vazquez-Rowe I, Larrea-Gallegos G, Margallo M, Cristobal J, Puig R, Fullana-Palmer P, Aldaco R. (2020). Multi-Objective Optimization of Nutritional, Environmental and Economic Aspects of Diets Applied to the Spanish Context. *Foods*. ; 9(11):1677.



Öz nitelik seviyesinde Füzyon Yaklaşımının Kuruyemiş Tür Sınıflandırılmasında Performans Değerlendirmesi

Furkan Atban^{1*}, Hamza Osman İlhan²

^{1*} Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Sakarya, Türkiye, (ORCID: 0000-0002-1712-5155), furkanatban@subu.edu.tr

² Yıldız Teknik Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye (ORCID: 0000-0002-1753-2703), hoilhan@yildiz.edu.tr

(1st International Conference on Scientific and Academic Research ICSAR 2022, December 10 - 13, 2022)

(DOI: 10.31590/ejosat.1217629)

ATIF/REFERENCE: Atban, F., & İlhan, H. O. (2022). Öz nitelik seviyesinde Füzyon Yaklaşımının Kuruyemiş Tür Sınıflandırılmasında Performans Değerlendirmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (45), 48-52.

Öz

Önerilen çalışma, derin öğrenme ağ mimarilerinden ResNet50 ve DenseNet201 ağlarının öğrenme aktarımı kapsamında 11 sınıflı kuruyemiş görüntülerinden oluşan veri setinden anlamlı özelliklerin çıkarılmasında kullanılmasını ve elde edilen özellik kümeleri üzerinden karar destek makineleri ile ürünlerin yüksek doğrulukta sınıflandırılmasını araştırmaktadır. Ayrıca çalışma kapsamında özellik seviyesi füzyonu yaklaşımıyla, iki farklı ön eğitilmiş ağdan elde edilen özelliklerin birleştirilmesi ile oluşturulan yeni özellik veri kümesinin, sınıflandırılma performansına olan etkisi de incelenmiştir. Sonuçların validasyonu için deneyler 5 katlı çapraz doğrulama tekniği kapsamında gerçekleştirilmiştir. Sınıflandırma sonuçları incelendiğinde, ResNet50 ve DenseNet201, Füzyon mimarileri kullanılarak çıkarılan özelliklerin doğrusal çekirdekli karar destek makineleri ile sınıflandırılması neticesinde sırasıyla %97,86, %98,09 ve %98,68 sınıflandırma doğrulukları elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kuruyemiş, Sınıflandırma, DenseNet201, ResNet50, Özellik Çıkarımı.

Performance Evaluation of the Decision Level Fusion in Dried-Nut Species Classification

Abstract

The proposed study investigates the use of ResNet50 and DenseNet201 networks, which are deep learning network architectures, to feature extraction from the dataset consisting of 11-class dried-nuts images within the scope of transfer learning and to classify products with high accuracy with support vector machines over the obtained feature sets. In addition, the effect of the new feature dataset created by combining the features obtained from two different pre-trained networks with the feature-level fusion approach on the classification performance was also examined within the scope of the study. For the validation of the results, the experiments were carried out under the 5-fold cross-validation technique. When the classification results are examined, classification accuracies of 97.86%, 98.09% and 98.68% were obtained, respectively, as a result of the classification of the extracted features using the ResNet50, DenseNet201 and Fusion architectures with linear core support vector machines. When the feature-level fusion approach was applied, it was observed that the classification accuracy increased to 98.68%.

Keywords: Dried-Nuts, Classification, DenseNet201, ResNet50, Feature Extraction.

* Corresponding Author: furkanatban@subu.edu.tr

1. Giriş

Bilgisayar destekli ürün tanıma sistemlerinin geliştirilmesi, üretimi gerçekleştiren firmalarının sektörel bazlı faaliyetlerini ve tüketicilerin günlük yaşantılarını kolaylaştırmakta ve ihtiyaçların giderilmesi noktasında önemli bir yer tutmaktadır. Derin öğrenme ağlarının zaman içerisindeki gelişimi sayesinde ürün tanıma sistemlerinin ürün tespit ve sınıflandırma çıktıları yüksek doğrulukta elde edilebilmektedir [1]. Bu ağlar kullanılarak farklı çözümler için çalışmalar yapılmış ve birçok sektörde alınan başarılı performans çıktılarının nihai ürün olarak entegrasyonu sağlanmıştır. Yiyeceklerin bilgisayar destekli sınıflandırılması da perakende sektörüne getireceği hız, zaman, maliyet ve güvenilirlik açısından önemli bir ihtiyaçtır. Ayrıca tüketiciler için de günlük hayatlarındaki ürün tedarik sürecini kolaylaştırması açısından faydalı bir hizmet sunmaktadır. Bu anlamda, yiyeceklerin sınıflandırılması özelinde literatür de yapılmış farklı çalışmalar mevcuttur.

Vidyarthi, S. K. vd. yaptıkları çalışmada derin Evrişimli Sinir Ağlarını (ESA) kullanarak kaju çekirdeklerini, beş farklı sınıf etiketi üzerinden sınıflandırmayı önermişlerdir. Kendi önerdikleri özel ESA modelleri dışında, üç farklı transfer öğrenme ağını kullanarak elde ettikleri başarı çıktılarına bakıldığında, Inceptionv3 ve ResNet50 ağlarının %98,4'lük sınıflandırma doğruluğuna ulaştığı raporlanmıştır [2]. Dheir, I. M. vd. ise yaptıkları çalışmada geniş bir kuruyemiş yelpazesini barındıran veri kümesi ile çalışmışlardır. Sınıflandırma için geliştirdikleri özel ESA kullanarak, 2868 görüntü ve 5 sınıftan oluşan veri kümelerinde %98'lik doğruluk değeri elde etmişlerdir [3]. Costa, L. vd. yaptıkları çalışma ile cevizler üzerinde kabuk ve alan tahmininin yapılabilmesi için Mask-RCNN algoritmasını kullanarak nesne tespiti ve semantik segmentasyonu sağlamışlardır. Çalışma sonucundan kullanılan ağ ile modeller üzerinde %95,3 F1 skoru elde edilmiştir [4]. Wang, B. vd. ise yaptıkları çalışmada kültür tahmini yapabilmek için soya fasulyesi bitkilerinin farklı bölümlerinden elde edilen derin öğrenme özelliklerini mesafe ve sınıflandırıcı füzyonu olmak üzere iki yöntem ile birleştirmişlerdir. Daha sonra bu özellikler ile eğitilen SVM sınıflandırıcı, sağladığı %83,55'lik doğruluk değeri ile yöntemin uygulanabilirliğini göstermiştir [5]. Jan, R. vd. dört farklı kuru meyve sınıfından oluşan, görüntü işleme adımları ile gürültüden arındırılmış ve ilgili bölgelerin belirlendiği görüntüleri içeren veri kümesi üzerinde önerdikleri ESA modeli ile %94 doğruluk çıktısı elde etmişlerdir [6]. Villacres, J. F. vd. çalışmalarında kiraz mahsulü tahminini gerçekleştirmişlerdir. Manuel olarak yapılan tahminlerdeki hatayı azaltmak için taşınabilir yapay bir görme sistemi ile derin sinirsel tabanlı bir yaklaşım önermişlerdir. Önerdikleri yaklaşım ile %85'e kadar ürün sınıflandırma da doğruluk değeri raporlamışlardır [7].

Bir diğer çalışmada Mao, S. vd. bir salatalık bölgesi algılama yöntemi önermişlerdir. Önerdikleri yöntem, renk bileşeni seçimi ve destek vektör makineleri ile çok yönlü evrişimli sinir ağına dayalı bir yaklaşım olarak gösterilmiştir. Çalışmada ilgili özelliklerin ağırlık bilgileri I-Relief kullanılarak analiz edilmiştir. Sonuçlar analiz edildiğinde önerilen yöntemin %90'dan fazla doğrulukla sınıflandırma işlemini gerçekleştirdiği raporlanmıştır [8]. Han, Y. vd. yaptıkları çalışma ile kuruyemiş kalitesinin hızlı bir şekilde değerlendirilmesini sağlamayı amaçlamışlardır. Üç farklı ESA modeli ile sınıflandırma işlemini gerçekleştirerek %93,48'lik doğruluk değeri raporlamışlardır.

Aynı zamanda çalışmada en iyi sonucu veren model üzerinde temel bileşen analizi uygulamışlardır [9]. Wang, Z. vd. yaptıkları çalışma ile meyvelerin paketlenme işlemleri sırasındaki konumunun belirlenmesi için meyve sapı ve pozisyonuna dayalı bir yaklaşım önermişlerdir. Elmanın sapının gerçek zamanlı olarak belirlenmesi için Yolo-v5 algoritmasını kullanmışlardır. Çalışmada %93,89 doğruluk değeri elde edilmiştir [10]. Bir başka özellik çıkarımı için ağ kullanımı üzerine yapılan çalışmada, Varshni, D vd. transfer öğrenme yaklaşımlarının anlamlı özelliklerin çıkarılmasındaki başarısını ortaya koydukları görülmektedir. DenseNet ve ResNet mimarileri üzerine kurulu çalışmalarında, çıkarılan özelliklerin karar destek makineleri ile ardışık kullanımı sonucunda başarı çıktıları elde edilmiştir. Alınan %77,49 (ResNet50) ve %80,02 (DenseNet201) doğruluk değerleri, çalışmanın sonucu olarak raporlanmıştır [11].

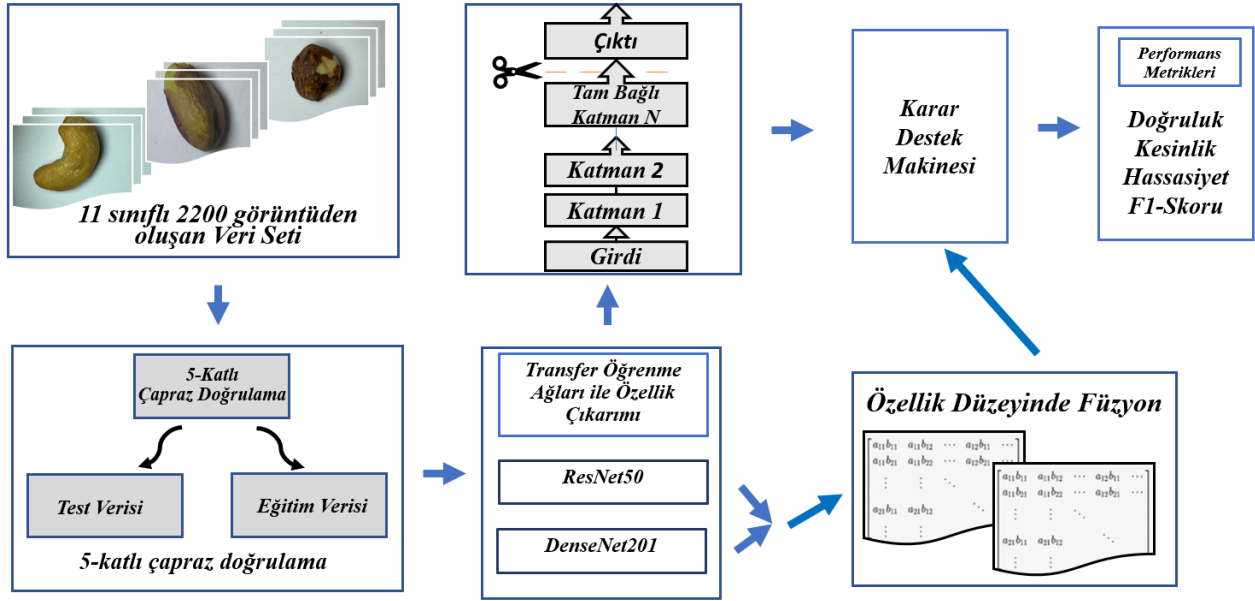
Literatür incelendiğinde, ResNet50 ve DenseNet201 mimarileri ürün tanıma ve sınıflandırma kapsamında başarılı sonuçlar veren transfer öğrenme ağları olduğu gözlemlenmiş ve sunulan çalışmada bu nedenle tercih edilmişlerdir. Ayrıca literatür araştırmasında da belirtildiği üzere pek çok farklı ürün tanıma problemlerinde derin öğrenme ağlarının özellik çıkarımı noktasında kullanıldığı görülmektedir. Önerilen çalışmada, özelliklerin çıkarımı bu ağların kullanımıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın akışı sırasıyla, bölüm II' materyal ve yöntem, deneysel sonuçlar, tartışma ve sonuçlar şeklinde oluşturulmuştur.

2. Materyal ve Metot

Günümüzde, perakende sektörü ve sosyal yaşamımızda, yiyeceklerin otomatik tanıma ihtiyacı giderek artmaktadır. Manuel tanı aşamasında ortaya çıkabilecek problemlerin önüne geçilebilmesi için farklı derin öğrenme yaklaşımları literatürde mevcuttur. Bu çalışmalar, başarılı doğruluk çıktıları verse de çalışmalarda kullanılan veri setinin dengesiz dağılımı, modellerin aşırı öğrenme, hız, maliyet gibi problemleri ve düşük boyutlu veri kümeleri ile elde edilen başarı çıktıları, çalışmaların uygulanabilirliği noktasında karşılaşılan problemler olarak ortaya çıkmaktadır. Önerilen çalışmada, geniş bir kuruyemiş yelpazesine sahip veri setinin sınıflandırılmasında, ön eğitilmiş ağların sağladığı anlamlı özelliklerin çıkarılması avantajından yararlanarak, özellik seviyesi füzyonu ile yüksek doğrulukta sonuçların elde edilmesi hedeflenmektedir. Çalışmanın akış şeması Şekil 1'de gösterilmiştir.

2.1. Veri Seti Bilgisi

Çalışmada, her biri 200 adet görüntü içeren toplam 11 sınıflı açık kaynaklı kuruyemiş veri seti kullanılmıştır. Veri seti An, R. vd. tarafından yapılan çalışma için oluşturulmuştur [12]. Veri seti oluşturulurken her bir sınıf için 10 numune kuruyemiş alınmış, 20 farklı açıdan görüntü elde edilerek bir sınıf etiketi için toplamda 200 görüntü elde edilmiştir. Veri kümesindeki her bir sınıf, kuruyemiş tipine göre adlandırılmıştır. Sınıf bazında örnek görüntüler Şekil 2'de verilmiştir.



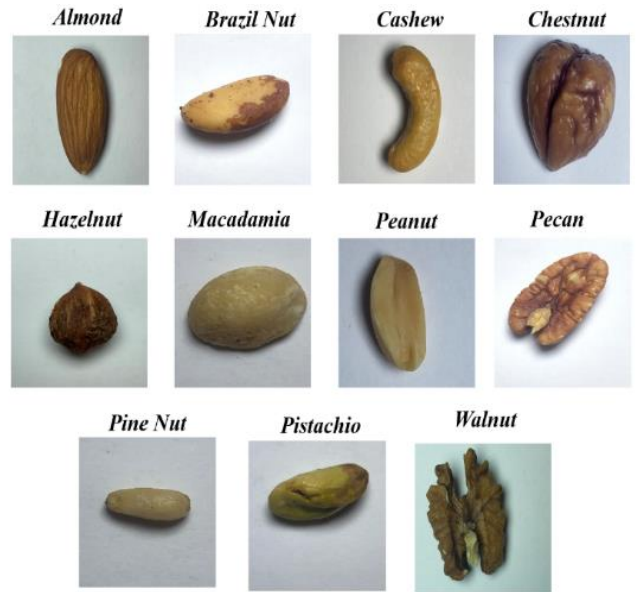
Şekil 1. Önerilen çalışmanın akış diyagramı.

2.2. Önerilen Yaklaşım

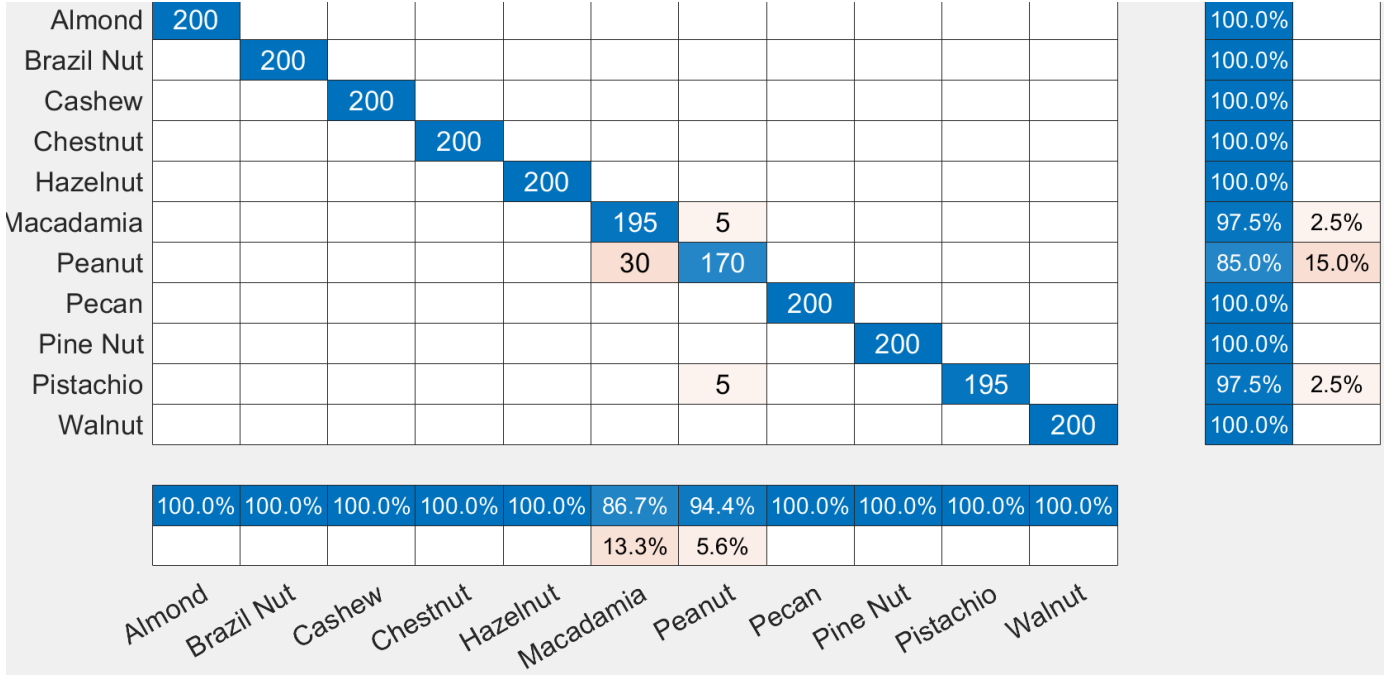
Sunulan çalışmada, performans metrikleri kapsamında yüksek başarımlı kuruyemiş ürünlerinin sınıflandırılmasını sağlayacak derin öğrenme tabanlı yaklaşımların kıyaslamalarının yapılması hedeflenmiştir. Ön eğitilmiş ağlar, belirli bir problemin çözümü için bir veri kümesi üzerinde eğitilerek başarımlı kanıtlanmış ağ mimarileridir. Bu kapsamda, ResNet50 ve DenseNet201 ön eğitilmiş ağları, anlamlı özelliklerin çıkarılması için sunulan çalışmada kullanılmıştır. Anlamlı özelliklerin çıkarılması, var olan görüntülerin farklı yöntemlerle işlenebilmesi için sayısal özelliklerin elde edilmesini sağlar. Bu sayede sınıflandırma işlemlerinde gerekli olan iş yükü azaltılabilir. Özellik çıkarma işlemi, transfer öğrenme ağlarının uzamsal ve frekans alanları hesaplamaları yapması sonucunda başarılı bir çıktı sunar [13].

Aşırı öğrenme, derin öğrenme yaklaşımlarında sıklıkla karşılaşılan bir problemdir. Modelin eğitim verisini ezberlemesi ile ortaya çıkan problemin çözümü için, veri kümesinin boyutunun artırılması önemli bir çözüm oluşturmaktadır. Bu noktada bir diğer çözüm ise model eğitimlerinin K-Katlamalı Çapraz Doğrulama (K-Fold Cross Validation) tekniği ile gerçekleştirilmesidir. Böylece modelin görmediği veriler üzerinde de performansı test edilir. Bu noktada en önemli çözümlerden birisi de ön eğitilmiş ağların özellik çıkarmında kullanılmasıdır. Çalışmada ilk olarak, veri seti 5 katlama mimarisine uygun hale getirilerek, katlama bazında farklı test setleri oluşturulmuş, böylelikle modellerin bütün örnekler üzerindeki performansının değerlendirilmesi sağlanmıştır. Ardından, ResNet50 ve DenseNet201 mimarileri özellik çıkarmı için kullanılarak, ham verilerden anlamlı özelliklerin elde edilmesi sağlanmıştır. Bu sayede klasik özellik çıkarmı yöntemlerine göre daha anlamlı özelliklerin elde edilmesi amaçlanmıştır. Çıkarılan özellikler ile lineer çekirdekli destek vektör makineleri (Linear SVM) beslenerek eğitimler gerçekleştirilmiş ve sınıflandırma başarımlı ölçülmüştür.

Karar destek makineleri sınıflandırma görevleri için tercih edilen çekirdek fonksiyonlarını kullanarak doğrusal olmayan sınıflandırma görevlerinde de başarılı çıktılar veren gözetimli bir makine öğrenmesi algoritmasıdır. Çalışmanın bir diğer analizinde farklı iki ağ tarafından çıkarılan öznelikler, özellik düzeyinde füzyon yaklaşımı ile tek öznelik matrisi olarak birleştirilmiştir. Bu aşamadaki amaç, farklı algoritmalar tarafından ortaya çıkarılan sayısal özellik değerlerinin bir bütün olarak saptanması ve böylece tanıma doğruluğunu arttıracak yoğun bir özellik kümesinin elde edilmesidir. Özellik düzeyinde füzyon ile birleştirilen özneliklerin, K katlamalı çapraz doğrulama yapısına bağlı kalarak, lineer çekirdekli karar destek makinesini beslemesi ile sınıflandırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen tüm sonuçlar farklı performans metrikleri ile değerlendirilmiştir.



Şekil 2. Sınıflara ait örnek görüntüler



Şekil 3. Özellik seviyesi füzyonu ve karar destek makinesinin ardışık kullanımı ile elde edilen karmaşıklık matrisi.

3. Deneysel Sonuçlar

Önerilen çalışmada, kuruyemiş tabanlı ürünlerin tanınması noktasında kullanılabilir, derin öğrenme tabanlı bir sınıflandırma yöntemi sunulmaktadır. Çalışmada, 11 farklı kuruyemişten alınan 10 adet mahsulün 20 farklı açıdan çekimleri ile elde edilen her bir sınıfa ait 220 görüntüyü barındıran kuruyemiş veri seti kullanılmıştır. Literatürde yer alan iki farklı popüler evrişimsel sinir ağı mimarisi seçilerek, bu mimarilerin özellik çıkarımı için kullanılması çalışmanın ana çıkış noktası olmuştur. Her bir görüntü ön işleme kapsamında ağların girdi boyutu olan 224x224x3 boyutuna getirilmiştir.

Çalışmanın ilk aşamasında ResNet50 ve DenseNet201 mimarileri, katmanlı yapıları incelenerek, tam bağlı katmanlarından kesilmiş ve özellik çıkarımı için kullanılmıştır. Özellik çıkarımı ile her bir ağ için 1000 adet özellik elde edilmiş ve model eğitimi aşamasında 5 katlama mimarisine uygun şekilde, %80 eğitim ve %20 test veri ayırımı gerçekleştirilmiştir. Böylece, her bir katlama için eğitim verisi 1760x1000 ve test verisi 440x1000 boyutunda olmuştur. Çalışmada 5 katlı çapraz doğrulama tekniği ile her bir örneğin test edilmesi ve aşırı öğrenme probleminin önüne geçilmesi hedeflenmiştir. Özellik çıkarımı neticesinde, her bir ağdan çıkarılan özelliklerin lineer çekirdekli karar destek makinelerine beslenmesi ile sınıflandırma performansları elde edilmiştir. ResNet ve DenseNet mimarileri için elde edilen doğruluk değerleri sırası ile %97,86 ve %98,09 olarak ölçülmüştür. Çalışmada uygulanan yöntemler sonucunda, her bir katlama için alınan doğruluk değerleri Tablo 1'de gösterilmiştir. Çalışmanın bir diğer aşamasında ise özelliklerin birleştirilmesi mantığı ile füzyon model oluşturulması sağlanmıştır. Özellik düzeyinde füzyon ile her bir ağdan elde edilen özellikler tek bir özellik matrisi olarak tanımlanmıştır. Bu işlemin ardından elde edilen 2000 özelliği barındıran yeni matrisin, ardışık olarak lineer çekirdekli karar destek makinesini beslemesi ile sınıflandırma işlemi gerçekleştirilmiştir.

Bu yöntemle, elde edilen %98,68 doğruluk değeri yöntemin uygulanabilirliğini göstermiştir. Çalışmadan füzyon yaklaşımı ile elde edilen karmaşıklık matrisi Şekil 3'te gösterilmiştir. Şekil 3'de x eksenini hassasiyet değerlerini, y eksenini ise kesinlik değerlerini ifade etmektedir.

Tablo 1. Sınıflandırma doğruluk değerleri.

Katlama	Doğruluk %		
	ResNet50	DenseNet201	Füzyon Model
1	96.59	97.50	98.86
2	99.09	98.41	99.09
3	99.55	99.09	99.77
4	97.73	98.18	97.95
5	96,36	97.27	97.73
Ort.	97,86	98,09	98,68

4. Tartışma

Her geçen gün derin öğrenme ağlarının gelişimi ile otomatik tanı sistemlerine olan ihtiyaç birçok sektörde artmaktadır. Günlük hayatta en çok karşılaşılan problemlerden biri de ürünlerin hızlı ve doğru sınıflandırılma ihtiyacıdır.

Bu ihtiyaç özellikle perakende sektöründe ve bireysel tedarik süreçlerinin takibinde yiyeceklerin sınıflandırılması önemli bir yer tutmaktadır. Bu doğrultuda literatürde yapılan çalışmaların, düşük boyutlu veri kümelerinin kullanılması, aşırı öğrenme problemi, hız ve zaman verimliliği açısından eksik yönleri tespit edilmiştir.

Yapılan çalışma ile ön eğitilmiş ağların kullanımı ve füzyon yapısının oluşturulması ile başarılı performans çıktıları elde edilmiştir. Alınan sonuçlar, çalışmanın sektörel bazı sorunların çözümünde ve tüketicilerin ürün tedarik süreçlerinde kullanılabilecek bir çözüm üretebileceğini göstermektedir. Perakende sektöründe, artan işlem hacmi ve artan kameralı tartı platformu entegrasyonları otomatik tanıyı gerekli kılmaktadır. Poşetli ve toplu halde bulunan ürünlerin tespiti de perakende sektörüne hız, zaman ve güvenilirlik açısından önemli derecede katkı sağlayacaktır. Sunulan çalışma gelecekte yapılacak bu tarz yaklaşımlar için fikrin uygulanabilirliğini göstermiştir.

Gelecek çalışmalarda, şeffaf poşetli yiyeceklerin sınıflandırılması üzerine yöntemin denenmesi ve daha geniş sınıflı veri yelpazesine sahip veri setinin oluşturularak, yöntemlerin bu veri setlerinde test edilmesi amaçlanmaktadır.

5. Sonuçlar

Sunulan çalışma ile kuruyemiş sınıflandırması için yüksek doğruluk değerine sahip başarı çıktıları elde edilmiştir. Çalışmada uygulanan, özellik vektörü birleştirme yaklaşımının başarıyı arttırdığı gözlemlenmiştir. Füzyon yaklaşımı ile elde edilen %98,68'lik doğruluk değeri incelendiğinde, yaklaşımın Cashew (Kaju), Chestnut (Kestane), Pecan (Pekan Cevizi), Pine Nut (Çam Fıstığı) için hatasız tahmin yaptığını diğer sınıflarda ise hatasız yakın sonuçlar verdiğini göstermiştir. Çalışmadan çıkarılan bu sonuçlar, kullanılan yöntemin farklı problemlerin çözümü için de katkı sağlayacağına işaret etmektedir.

Kaynakça

- [1] Ecemiş, İ. N., & İlhan, H. O. (2023). The performance comparison of pre-trained networks with the proposed lightweight convolutional neural network for disease detection in tomato leaves. *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 38(2), 693-705.
- [2] Vidyarthi, S. K., Singh, S. K., Tiwari, R., Xiao, H. W., & Rai, R. (2020). Classification of first quality fancy cashew kernels using four deep convolutional neural network models. *Journal of Food Process Engineering*, 43(12), e13552.
- [3] Dheir, I. M., Mettleq, A. S. A., Elsharif, A. A., & Abu-Naser, S. S. (2020). Classifying nuts types using convolutional neural network. *International Journal of Academic Information Systems Research (IJASIR)*, 3(12).
- [4] Costa, L., Ampatzidis, Y., Rohla, C., Maness, N., Cheary, B., & Zhang, L. (2021). Measuring pecan nut growth utilizing machine vision and deep learning for the better understanding of the fruit growth curve. *Computers and Electronics in Agriculture*, 181, 105964.
- [5] Wang, B., Li, H., You, J., Chen, X., Yuan, X., & Feng, X. (2022). Fusing deep learning features of triplet leaf image patterns to boost soybean cultivar identification. *Computers and Electronics in Agriculture*, 197, 106914.
- [6] Jan, R., Kour, H., Manhas, J., & Sharma, V. Recognition of Dry Fruits using Deep Convolutional Neural Network.
- [7] Villacrés, J. F., & Auat Cheein, F. (2020). Detection and characterization of cherries: A deep learning usability case study in Chile. *Agronomy*, 10(6), 835.

- [8] Mao, S., Li, Y., Ma, Y., Zhang, B., Zhou, J., & Wang, K. (2020). Automatic cucumber recognition algorithm for harvesting robots in the natural environment using deep learning and multi-feature fusion. *Computers and Electronics in Agriculture*, 170, 105254.
- [9] Han, Y., Liu, Z., Khoshelham, K., & Bai, S. H. (2021). Quality estimation of nuts using deep learning classification of hyperspectral imagery. *Computers and Electronics in Agriculture*, 180, 105868.
- [10] Wang, Z., Jin, L., Wang, S., & Xu, H. (2022). Apple stem/calyx real-time recognition using YOLO-v5 algorithm for fruit automatic loading system. *Postharvest Biology and Technology*, 185, 111808.
- [11] Varshni, D., Thakral, K., Agarwal, L., Nijhawan, R., & Mittal, A. (2019, February). Pneumonia detection using CNN based feature extraction. In *2019 IEEE international conference on electrical, computer and communication technologies (ICECCT)* (pp. 1-7). IEEE.
- [12] An, R., Perez-Cruet, J., & Wang, J. (2022). We got nuts! use deep neural networks to classify images of common edible nuts. *Nutrition and Health*, 02601060221113928.
- [13] Özkaya, U., Öztürk, Ş., & Barstugan, M. (2020). Coronavirus (COVID-19) classification using deep features fusion and ranking technique. In *Big Data Analytics and Artificial Intelligence Against COVID-19: Innovation Vision and Approach* (pp. 281-295). Springer, Cham.



Coğrafi Bilgi Sistemlerinden Yararlanılarak Toprak Haritalarının Sayısallaştırılması: Konuklar Tarım İşletmesi

Yakup Kenan Koca^{1*}, Yavuz Şahin Turgut²

^{1*} Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Adana, Türkiye, (ORCID: 0000-0001-9285-1416), ykkoca@cu.edu.tr

² Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Adana, Türkiye (ORCID: 0000-0002-8566-6375), ysturgut@cu.edu.tr

(1st International Conference on Scientific and Academic Research ICSAR 2022, December 10 - 13, 2022)

(DOI: 10.31590/ejosat.1219454)

ATIF/REFERENCE: Koca, YK. & Şahin, YS. (2022). Coğrafi Bilgi Sistemlerinden Yararlanılarak Toprak Haritalarının Sayısallaştırılması:Konuklar Tarım İşletmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (45), 53-59.

Öz

Tarım ve tarıma dayalı sanayi için tohumluk, damızlık ve hammadde üretmek, gen kaynaklarını koruma misyonu ile faaliyet gösteren Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü'ne bağlı olarak işletilmekte olan Konuklar tarım işletmesi toprakları bu çalışmanın temelini oluşturmaktadır. Bu çalışma ile işletme arazisi topraklarının coğrafi bilgi sistemlerinde sayısallaştırılmış ve çeşitli tematik haritalar üretilmiştir. İşletmede birbirinden farklı topraklar bulunmaktadır. İşletmede tanımlanmış olan Beşgöz ve Ladik serileri Entisol, Sarayönü, Karatepe, Dingil, Kap, Gözlu, Laleboğazi, Konuklar ve Sarıtaş serileri Inceptisol ve Kökez serisi ise Vertisol olarak sınıflandırılmıştır. CBS ortamında elde edilen verilere göre Gözlu ve Sarayönü serileri en fazla yer kaplamaktadır. İşletme topraklarının tarımsal üretim düzeyleri genellikle yüksek olup, işletmede drenaj ve toprak derinliği ile ilgili kısmen sorunlar bulunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Tarım işletmesi, Konuklar, Toprak haritası, Coğrafi bilgi sistemleri.

Digitizing Soil Maps by Using Geographical Information Systems: Konuklar Agricultural Enterprise

Abstract

Konuklar agricultural enterprise, which are operated under the General Directorate of Agricultural Enterprises, which operates with the mission of producing seeds, breeding stock and raw materials for agriculture and agriculture-based industry, and protecting gene resources, form the basis of this study. With this study, some thematic maps were produced and digitized in the geographic information systems of the soil of the enterprise land. There are different soils in the enterprise. Beşgöz and Ladik series as classified Entisol, Sarayönü, Karatepe, Dingil, Kap, Gözlu, Laleboğazi, Konuk and Sarıtaş series classified Inceptisol and Kökez series as classified Vertisol according to soil taxonomy. According to the data obtained in the GIS, the Gözlu and Sarayönü series show a great spread in the area. The agricultural production levels of the farm lands are generally high, but there are some problems with drainage and soil depth in the farm.

Keywords: Agricultural enterprise, Konuklar, Soil maps, Geographical information system.

* Sorumlu Yazar: ykkoca@cu.edu.tr

1. Giriş

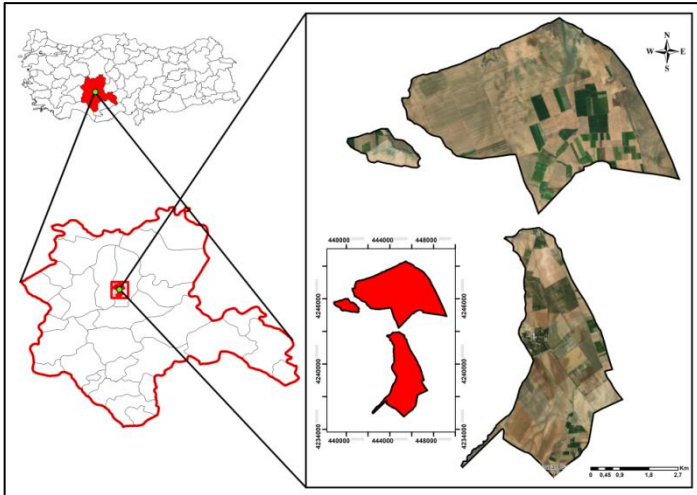
Tarım ve tarıma dayalı sanayi için tohumluk, damızlık ve hammadde üretmek, gen kaynaklarını koruma misyonu ile faaliyet gösteren Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü (TİGEM)'ne bağlı 37 işletmenin 17 tanesi TİGEM'in kullanımında işletilmekte iken, 20 tanesi uzun süreli kiralama yolu ile özel firmalar tarafından işletilmektedir. İç Anadolu Bölgesinde bulunan 8 tarım işletmesinden biri olan Konuklar tarım işletmesi bu çalışmanın temelini oluşturmaktadır. İşletmede en önemli tarımsal faaliyet tarla tarımıdır. Bahçe tarımı ve hayvancılık ise işletmenin diğer tarımsal faaliyetleridir.

Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü tarafından TİGEM işletmelerinin toprak etüdleri 2000 yılı öncesinde tamamlanmıştır. Dönemin elverdiği imkanlar ve teknolojisine göre altlık materyal olarak kimi zaman topoğrafik harita, kimi zaman hava fotoğrafı, kimi zamanda düşük çözünürlüklü uydu görüntüleri kullanılmıştır. Ancak bu çalışmaların hemen hemen tamamı basılı haritalar şeklindedir. Bilgisayar teknolojisindeki gelişmeler ve coğrafi bilgi sistemlerinin (CBS) toprak biliminde kullanılmaya başlanması ve bu olanakların artması ile basılı halde bulunan bu haritaların sayısal ortama aktarılmasını zaruri kılmıştır. Bu çalışma ile, basılı halde bulunan Konuklar tarım işletmesine ait toprak haritası sayısallaştırılmış ve veri tabanının coğrafi bilgi sistemlerinde değerlendirilmesi ile çeşitli tematik haritalar üretilmiştir.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

Çalışma alanı olan Konuklar tarım işletmesi Konya İli Sarayönü İlçesinde, İl Merkezine 57 km uzaklıktadır. İşletmenin Sarayönü ilçe merkezinin kuzeyinde yer almaktadır. İşletmenin doğusunda Yenicekaya, Bayramlı, Karahisarlı ve Kökez, batısında Karatepe, kuzeyinde ise Gözülü beldeleri bulunmaktadır. Coğrafik olarak 38.391423o-38.261647o enlem ve 32.289383o-32.427787o boylamları arasında kalan işletme yaklaşık 45.000 da araziye sahiptir (Şekil 1).



Şekil 1. İşletme arazisi lokasyon haritası

İşletme alanı iklim verileri Konya ili ile kısmen farklılıklar göstermektedir. Meteoroloji Genel Müdürlüğü verilerine göre (MGM, 2022) Konya ili yıllık ortalama sıcaklığı 11.7oC, yıllık ortalama yağış miktarı 329 mm'dir. Kış aylarında ortalama sıcaklık Aralık, Ocak, Şubat ve Mart aylarında sıfırın altına düşmekte ve ortalama en düşük sıcaklık Ocak ayında -4.2 oC olarak belirlenmiştir. Karakurt (2007) tarafından yapılan çalışmada ise Sarayönü ilçesinde meteoroloji istasyonunu bulunmadığından dolayı en yakın istasyona ait veriler kullanılmıştır. Söz konusu çalışmada yıllık sıcaklık 10,9oC ve yıllık yağış 438,4 mm. olarak belirlenmiştir.

Toprak taksonomisi açısından 50 cm derinliğinde toprak sıcaklıklarının değerlendirildiği çalışmada (Başayığıt ve ark., 2004). yıllık ortalama toprak sıcaklığı 13.82°C, en düşük toprak sıcaklığı 3.32 °C ve en yüksek toprak sıcaklığı 25.03 °C olarak belirlenmiştir. Çalışma alanı toprak nem rejimi Xeric ve toprak sıcaklık rejimi Mesic olarak tanımlanmıştır (Soil Survey Staff, 1975).

İşletme arazisi Konya kapalı havzasının bir bölümünü oluşturmaktadır. Konya Ovasında paleozoik şistler, mesozoik kalkerler ve volkanik materyaller bulunmaktadır. Bunlar üzerinde kalker, kil, marn ve killi kumlu neojen formasyonları, mesozoik kalkerler ve volkanik topraklar bulunmaktadır. İşletme arazisinde 3. Zamana ait neojen kalker ve marn ve 4. Zamanın çakıl, kum ve killerden meydana gelen genç oluşumlar yer almaktadır (Anonim, 2003).

İşletme arazilerinin önemli bir kısmı tarımda kullanılmakta iken, bir kısmı da hayvan barınakları ve işletme binaları olarak kullanılmaktadır. Tarımsal kullanımların yaklaşık %86'sını tarla tarımı, %8'ini yem bitkileri, %3'ünü mera ve %3'ünü de bahçe tarımı oluşturmaktadır. Tarım dışı olarak tanımlanan araziler ise işletmenin %20'sini oluşturmaktadır (Anonim, 2022). Yıllar itibari ile değişmekle birlikte işletmede 1.500-2.500 ton buğday, 1.500-3.000 ton arpa, 350-900 ton fiğ, 13-37 ton yonca ve 1.900-3.600 ton silajlık mısır üretimi yapılmaktadır. İşletmede üretilen buğday ve arpanın bir kısmı çiftçilere sertifikalı olarak dağıtılmaktadır. İşletmede hayvancılık da diğer bir tarımsal faaliyet olup, 2020 yılı itibari ile 681 baş besi hayvanı bulunmaktadır. İşletmede hayvancılık düzeyi kimi çalışmalara da konu olmuştur (Özbeyaz ve ark., 1999; Aktaş ve Bakır, 2011; Şahin, 2015) İşletmede 1388 KW gücünde 18 adet traktör bulunmaktadır (Anonim, 2021).

2.2. Metot

Çalışmada daha önceden hazırlanmış olan detaylı toprak etüdlerinin sonuç raporlarından yararlanılmıştır. Söz konusu rapor ekinde bulunan detaylı toprak haritası scannerda taratıldıktan sonra ArcGIS programından yararlanılarak coğrafik düzeltmesi yapılmıştır. Bu aşamada Google Earth Pro yazılımından da yararlanılmıştır. Coğrafik düzeltmesi yapılan toprak haritasında yer alan haritalama birimleri polygon olarak sayısallaştırılmış ve her arazi/toprak özelliğine ait veri tabanı oluşturulmuştur. Çalışmada değerlendirmeye alınan her toprak/arazi özelliğine ait tematik haritalar hazırlanmıştır

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Toplam 45614 da araziye sahip olan Konuklar Tarım İşletmesi topraklarına ait toprak haritası, CBS ortamında sayısal hale getirildikten sonra aşağıda yer alan veriler elde edilmiştir.

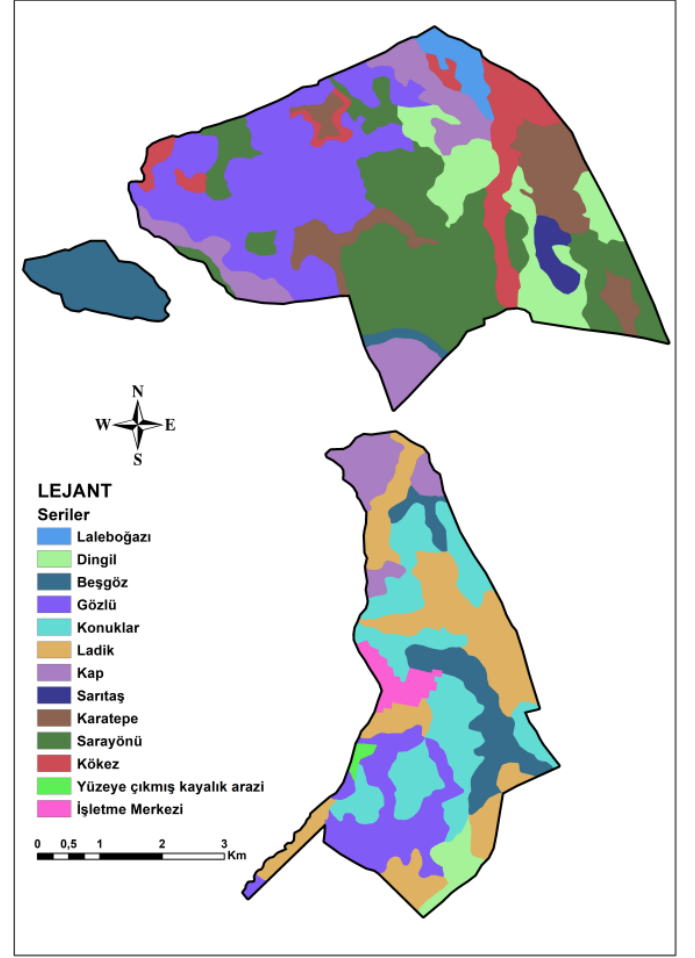
3.1. İşletmede Tanımlanan Toprak Serileri

Çalışma alanı farklı özellik gösteren topraklara sahiptir. Bu topraklar 11 seri altında haritalanmıştır (Anonim, 2003). Bu 11 seri dışında yer yer yüzey çıkmış kayalık arazi (ÇA) 103 da., işletme merkezi (İM)'de 599 da alan kaplamaktadır. İşletmede en fazla yer kaplayan seri Gözlu olarak tanımlanmıştır. Seri toprakları işletmenin %21'inde görülmekte olup, toplam yayılım alanı 9511 da.'dır. Bu seri toprakları çalışma alanının en yüksek kısımdaki alanlarda yer almakta olup, çalışma alanı sınırında yeralan dereden etkilenmemiştir. Ana materyali neojen kökenli yaşlı göl terasıdır. Profil boyunca toprak kireçli olup, 43 cm den sonra petrocalcic horizonu sahiptir. Yüzeyle %9 kireç içeren seri topraklarında alt horizonlarda kireç %26 dolaylarındadır. Seri toprakları Ap-Bw-BC-Ckm horizonlarına sahiptir. Ckm olarak tanımlanmış horizonlardan örnekleme yapılamamıştır. Seri topraklarında organik madde yüzeyde %2,03 iken alt horizonlarda 1,13'e düşmektedir. Profil boyunca tekstürleri killi tın'dır.

İşletmede en fazla yayılım alanına sahip topraklar ise Sarayönü serisine aittir. Sözkonusu seri toprakları işletmenin %18'inde yayılım göstermekte olup, toplam 8194 da alana sahiptir. Bu seri toprakları da Gözlu serisi gibi marn-marnokalker ana materyal üzerinde oluşmuştur. Yine Gözlu serisine benzer şekilde profil boyunca killi tın tektüre sahiptir. Ancak Sarayönü serisi ile Gözlu serisi arasındaki büyük fark, Sarayönü serisi topraklarında petrocalcic (Ckm) horizon bulunmasıdır. Seri topraklarında horizon dizilimi Ap-Bw-Ck şeklindedir. Seri topraklarında yüzeyde %2,36 olan organik madde düzeyi, alt horizonlara doğru düzenli bir azalış göstermekte olup %0,42'ye kadar düşmektedir. Oldukça derin topraklara sahip seride pH değerleri alt horizonlarda 8'in üzerine çıkmaktadır. CBS ortamında oluşturulmuş serilerin kapladıkları alanlar Çizelge 1'de, seri haritası ise Şekil 2'de verilmektedir.

Seri Adı	Alan (da)	Alan (%)
Laleboğazı	663	1
Dingil	3401	7
Beşgöz	3892	9
Gözlu	9511	21
Konuklar	4751	10
Ladik	4824	11
Kap	3941	9
Sarıtaş	512	1
Karatepe	2911	6
Sarayönü	8194	18
Kökez	2312	5
Yer yer yüzeye çıkmış kayalık arazi	103	0
İşletme Merkezi	599	1
TOPLAM	45614	100

Çizelge 1. İşletmede yeralan seriler ve dağılımları



Şekil 2. Çalışma alanında yeralan serilerin dağılım haritası

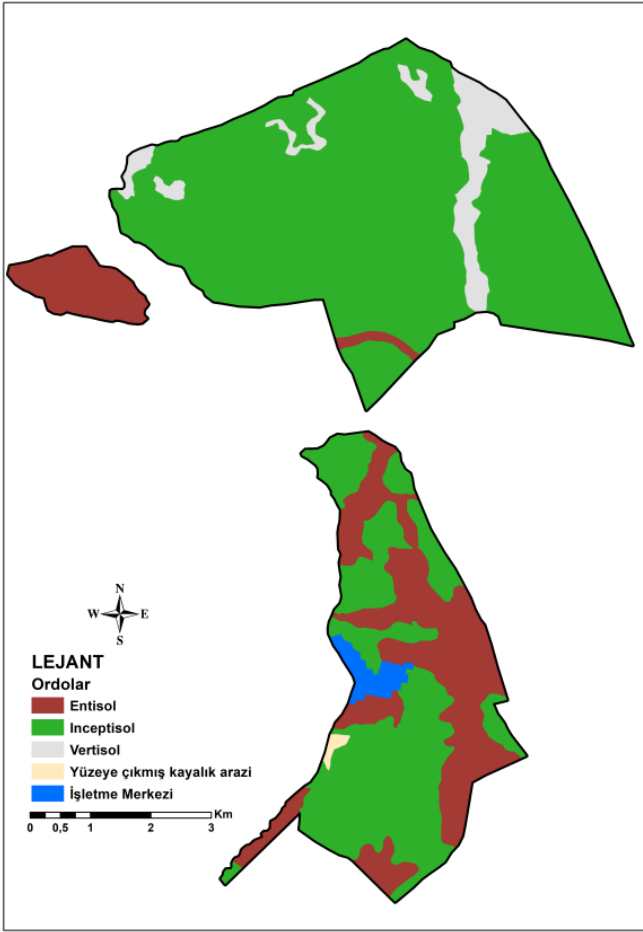
3.2. İşletme Topraklarının Orda Düzeyinde Dağılımları

İşletmede yeralan seriler Soil Survey Staff (1999)'a göre 3 ordo düzeyinde sınıflandırılmışlardır. Beşgöz ve Ladik serileri Entisol, Sarayönü, Karatepe, Dingil, Kap, Gözlu, Laleboğazı, Konuklar ve Sarıtaş serileri Inceptisol olarak sınıflandırılmışlardır. İşletmede yeralan Kökez serisi ise yüksek kil içeriği ve profildeki parlak kayma yüzeylerinin varlığı sebebiyle Vertisol olarak sınıflandırılmıştır.

CBS ortamında yapılan sorgulamalarda işletmede en fazla Inceptisol ordosu topraklarının yayılım gösterdiği belirlenmiştir. İşletme arazisinin %74'ünde Inceptisol ordosuna dahil edilmiş topraklar bulunmaktadır (Çizelge 2). Bu topraklarda genellikle B horizonu da bulunmaktadır ve orta/ileri düzeyde toprak oluşumları görülmektedir. İşletme arazisinde en fazla yayılıma sahip olan Gözlu ve Sarayönü serilerinin Inceptisol olması, en fazla yayılım kaplayan ordonun da Inceptisol olmasına etkindir. Entisol ordosunda sınıflandırılan topraklar ise işletmenin %19'unda dağılım göstermektedir. Vertisol olarak tanımlanmış olan Kökez serisi ise, işletmenin yalnızca %5'inde yer almaktadır. CBS ile üretilen ordo dağılım haritası Şekil 3'de yer almaktadır.

Ordo	Alan (da)	Alan (%)
Entisol	8716	19
Inceptisol	33884	74
Vertisol	2312	5
Yer yer yüzeye çıkmış kayalık arazi	103	0
İşletme Merkezi	599	1
TOPLAM	45614	100

Çizelge 2. İşletme arazileri topraklarının ordo düzeyinde dağılımları



Şekil 3. Çalışma alanında yer alan toprak ordolarının dağılım haritası

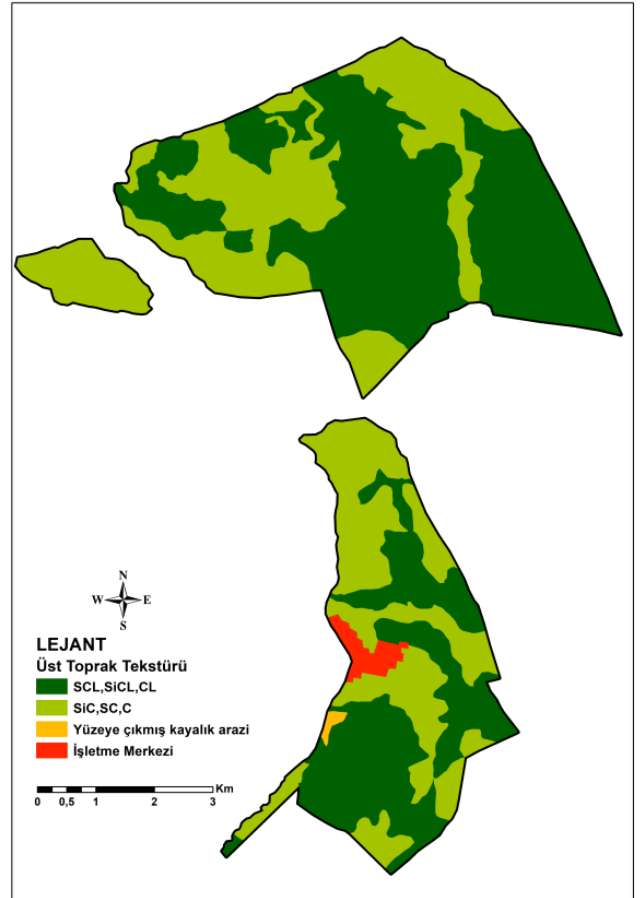
3.3. İşletme Topraklarının Yüzey Tekstürü

Tarımsal üretim için vazgeçilmez önemi olan topraklarda hem yüzey hem de yüzey altı özellikler önemlidir. Üretimde en önemli toprak özelliklerinden birisi de toprak tekstürüdür. Yüzey toprak tekstürü ise tarımsal üretimde tohumun ekilmesi, yapılan sulamanın en etkili olması, sürüm yapılması, havalanmanın ve mikrobiyolojik aktivitenin üst düzeyde olması bakımından oldukça önemlidir. Bu bakımdan işletme topraklarının yüzey tekstürleri CBS ortamında ayrı bir şekilde ele alınmıştır. İşletme topraklarının veri tabanına göre işletmede 2 farklı üst toprak tekstürü bulunmaktadır (Çizelge 3). Bunlardan 1. grup orta tekstürlü olup kumlu killi tın, siltli killi tın ve killi tın olarak

gruplandırılmışlardır. İşletmenin %56'sı (25436 da) bu tekstüre sahiptir. Gözlü ve Sarayönü topraklarının önemli bir kısmı bu tekstüre sahiptir. Orta düzeyde tekstür tarımsal üretim bakımından oldukça değerlidir. Bu tekstür sınıfının su tutma kapasiteleri ve havalanma kapasiteleri genellikle optimum düzeydedir. İşletmede yer alan diğer bir üst toprak tekstürü sınıfı ise siltli kil kumlu kil ve kil olarak sınıflandırılmışlardır. Bu gruba ait topraklar da işletmede 19476 da (işletmenin %43'ü) alan kaplamaktadır. İşletmede tanımlanmış olan Konuklar ve Ladik serilerinin önemli bir kısmı bu tekstüre sahiptir. Hem üst toprağı hem de profil boyunda kil tekstüre sahip Konuklar serisinde istenmeyen bir özellik olan pulluk altı katmanı bulunmaktadır. Kil tekstüre sahip bu topraklarda sürümün uygun alet makinalarla ve uygun dönemde işlenmesi sonucu çeşitli olumsuzluklar meydana gelebilmektedir. Bundan dolayı veri tabanında ve oluşturulan üst toprak tekstürü dağılım haritasında (Şekil 4) bu alanların işlenmesinde daha dikkatli olunmalıdır.

Üst Toprak Tekstürü	Alan (da)	Alan (%)
Kumlu killi tın, Siltli killi tın, Killi tın	25436	56
Siltli kil, Kumlu kil, Kil	19476	43
Yer yer yüzeye çıkmış kayalık arazi	103	0
İşletme Merkezi	599	1
TOPLAM	45614	100

Çizelge 3. İşletmede yer alan üst toprak tekstürü ve dağılımları



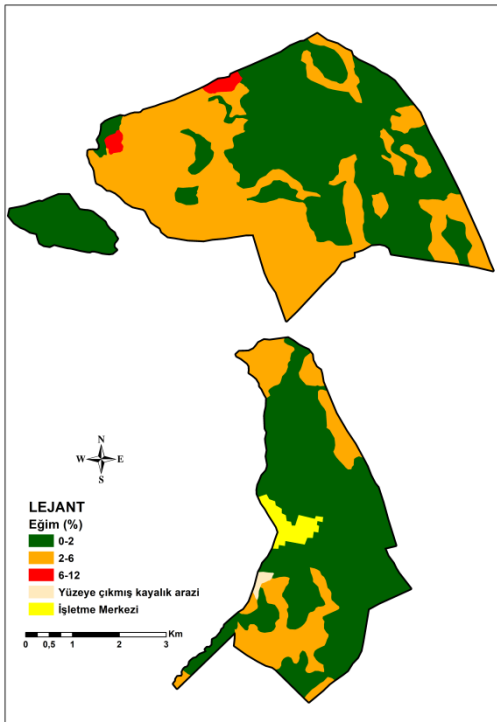
Şekil 4. Çalışma alanında toprakları üst toprak tekstürü dağılım haritası

3.4. İşletme Arazilerinde Eğim

İşletmedeki araziler A (%0-2), B (%2-6) ve C (%6-12) eğime sahip olarak sınıflandırılmıştır. CBS ortamında elde edilen verilere göre, işletme daha çok düz/düze yakın arazilere sahiptir. İşletme arazisinin %59'u düz-düze yakın olan A eğimine sahip arazilerden oluşmuştur. Bu eğime sahip araziler işletmede 27123 da. alan kaplamaktadır (Çizelge 4). İkinci en fazla yayılım alanına sahip araziler ise hafif eğime sahip olan B eğiminde olan arazilerdir. İşletmenin %38'inde görülen bu eğime sahip araziler, işletmede 17441 da. alan kaplamaktadır. İşletmede en az alan kaplayan C eğimine sahip araziler ise işletmede yalnızca 348 da alanda yayılım göstermektedir. Bu eğim sınıfına sahip araziler işletmenin kuzeybatısında çok küçük bir alanı kaplamaktadır. İşletme arazilerinde eğim genellikle düz/düze yakın olup, eğim yönünden herhangi bir problem bulunmamaktadır. Ancak burada dikkat edilmesi gereken en önemli husus çalışma alanının iklimidir. İşletme arazilerinde genel iklim Konya ile aynı özelliğe sahip olup, İç Anadolu Karasal İklim hakimdir. Yağışın düşük, buharlaşmanın yüksek olduğu dönemlerde düz düze yakın arazilerde rüzgar erozyonu riski daha yüksektir. Mevcut durumda olmasa da, yaşanabilecek iklim değişikliği ile rüzgar erozyonunun etkili olabileceği alanlar işletmede bulunmaktadır. İşletme arazilerine ait eğim haritası Şekil 5'te yer almaktadır.

Eğim Sınıfı	Alan (da)	Alan (%)
A eğimli (%0-2)	27123	59
B eğimli (%2-6)	17441	38
C eğimli (%6-12)	348	1
Yer yer yüzeye çıkmış kayalık arazi	103	0
İşletme Merkezi	599	1
TOPLAM	45614	100

Çizelge 4. İşletme arazilerinde eğim sınıfları ve dağılımları



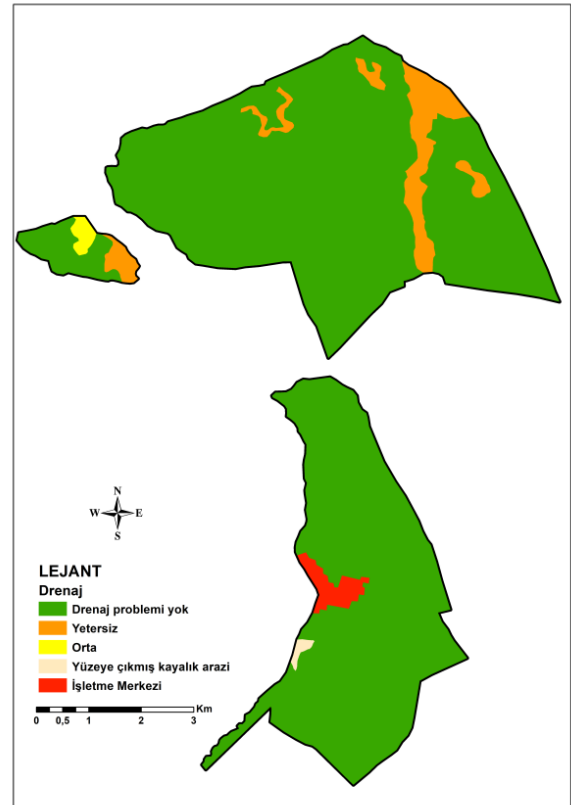
Şekil 5. İşletme arazisi eğim haritası

3.5. İşletme Arazilerinde Drenaj

Taban suyu seviyesinin yüzeye yakın oluşu, tarımsal üretim için istenmeyen bir arazi/toprak özelliğidir. Özellikle iyi düzeyde havalanma isteyen derin köklü bitkiler için yüzeye yakın taban suyu bitkisel üretimi kısıtlayıcı faktörlerden birisidir. En iyi taban suyu seviyesi olarak 120 cm. den daha derinde olması istenmektedir. İşletme arazilerinde CBS ortamında elde edilen veriler ve haritalar değerlendirildiğinde, işletmede önemli bir drenaj probleminin olmadığı görülmektedir (Çizelge 5, Şekil 6). İşletmenin %92'sinde (42189 da) drenaj problemi bulunmamaktadır. Buna karşın işletmede 2492 da alanda yetersiz, 231 da alanda ise orta düzeyde drenaj problemi bulunmaktadır. Bu iki sınıf işletme alanının %6'sına karşılık gelmektedir. İşletmede tanımlanmış olan Beşgöz ve Kökez serilerinin düz-düze yakın alanlarda yer yer drenaj problemi olduğu belirlenmiştir. İşletmenin kuzeyinde yeralan kimi arazilerde bulunan drenaj sorunu uydu görüntüsüne de yansımaktadır (Şekil 7.) Bu alanlarda tekstüre bağlı olarak da zamanla tuzluluk ve alkalilik riski de bulunmaktadır.

Drenaj Sınıfı	Alan (da)	Alan (%)
Drenaj problemi yok	42189	92
Yetersiz drenaj	2492	5
Orta drenaj	231	1
Yer yer yüzeye çıkmış kayalık arazi	103	0
İşletme Merkezi	599	1
TOPLAM	45614	100

Çizelge 5. İşletme arazilerinde drenaj sınıfları ve dağılımları



Şekil 6. İşletme arazisi drenaj haritası



Şekil 7. Uydu görüntüsüne yansıyan drenaj problemi

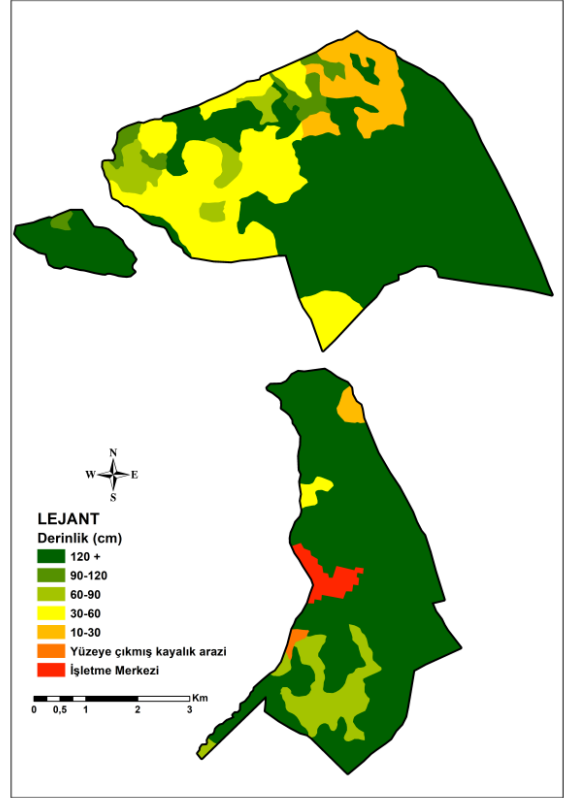
3.6. İşletme Arazilerinde Toprak Derinliği

Tarımsal üretimi etkileyen en önemli hususlardan birisi de toprak derinliğidir. Toprak sağlığı yada toprak derinliğinin yetersiz oluşu arazi kullanımının yanısıra arazinin yetenek sınıfını da etkileyen en önemli toprak özelliklerinden birisidir. İyi bir üretim için toprak derinliğinin 120 cm. veya daha derin olması beklenmektedir. Toprak derinliğinin az oluşu, üretimi yapılacak bitki türünü etkileyeceği gibi, üründen beklenen verim üzerine de etkili olmaktadır.

İşletme veri tabanının CBS ortamında değerlendirmesi sonucu Çizelge 6'da yeralan sonuçlar elde edilmiştir. İşletme toprakları genellikle 120 cm.'den daha derindir. Çalışma alanında yeralan toprakların %69'u (31592 da) 120 cm den daha derin bir profile sahiptir. Buna karşın işletme topraklarının %7'si 60-90 cm., %15'i ise 30-60 cm., %5'i de 30 cm.'den daha sığ toprak derinliğine sahiptir. İşletme arazisinde tanımlanmış olan Kap, Gözlü ve Laleboğazı serilerinin bir kısmı orta ve sığ topraklara sahiptir. Kimi serilerde tanımlanmış olan petrocalcic (Ckm) horizonu da toprak sağlığının bu kadar yüksek oluşuna etkindir. İşletme arazilerinde toprak sağlığı haritası değerlendirildiğinde ise, orta ve sığ derinliğe sahip toprakların işletmenin kuzey batısında daha fazla yayılım alanına sahip olduğu görülmektedir (Şekil 8).

Toprak Derinliği	Alan (da)	Alan (%)
120 cm. den daha derin	31592	69
90-120 cm	1040	2
60-90 cm	3207	7
30-60 cm	6680	15
10-30 cm	2393	5
Yer yer yüzeye çıkmış kayalık arazi	103	0
İşletme Merkezi	599	1
TOPLAM	45614	100

Çizelge 6. İşletme arazilerinde eğim sınıfları ve dağılımları



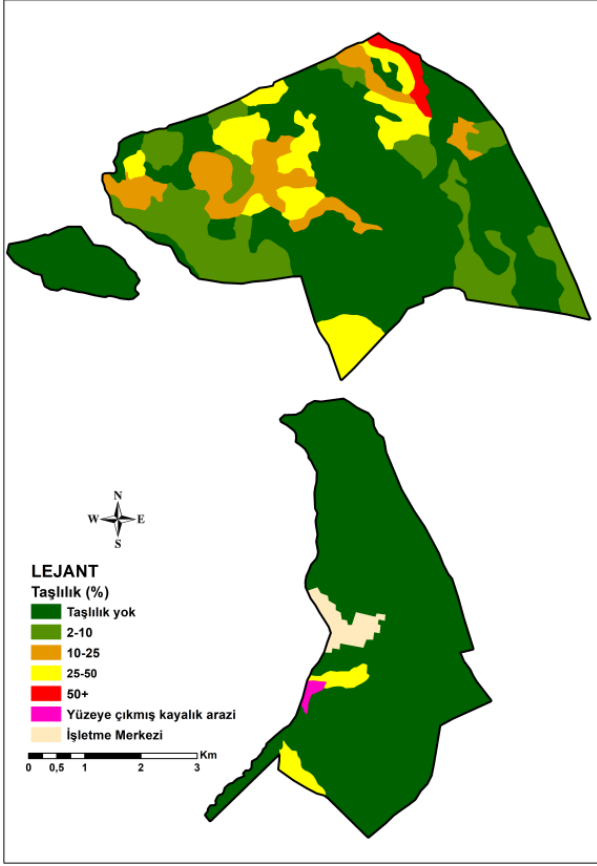
Şekil 8. İşletme arazisi toprak derinlik dağılım haritası

3.7. İşletme Arazilerinde Taşlılık

Tarımsal üretimi etkileyen en önemli hususlardan birisi de toprak Yüzey taşlılığı, arazinin makinalı tarımına elverişliliğini etkileyen önemli toprak fazlarından birisidir. Yüksek taşlılığa sahip arazilerde makinalı tarım yapmak kısmen zor olmaktadır. Bu bakımdan işletme arazilerinde önemli bir kısmında problem bulunmamakla birlikte, yer yer çeşitli düzeylerde yüzey taşlılığı sorunu olan alanlar da bulunmaktadır. CBS ortamında yapılan sorgulamalarda, işletmenin 31764 da.'nda (%70) taşlılık problemi bulunmamaktadır (Çizelge 7). Buna karşın %2-10 arası taşlılık içeren araziler 5911 da., %10-25 taşlılık içeren araziler 2933 da., %25-50 taşlılık içeren araziler 3941 da ve %50'den daha fazla taşlılık içeren araziler ise 363 da alan kaplamaktadır. Çeşitli düzeyde taşlılık problemi bulunan araziler işletmenin %29'una dağılmış bulunmaktadır. CBS ortamında hazırlanan dağılım haritası (Şekil 9) incelendiğinde ise taşlılığın işletmenin kuzeyinde yeralan arazilerde daha fazla olduğu görülmektedir.

Taşlılık Sınıfı	Alan (da)	Alan (%)
Taşlılık yok	31764	70
%2-10 taşlılık	5911	13
%10-25 taşlılık	2933	6
%25-50 taşlılık	3941	9
%50den daha fazla taşlılık	363	1
Yer yer yüzeye çıkmış kayalık arazi	103	0
İşletme Merkezi	599	1
TOPLAM	45614	100

Çizelge 7. İşletme arazilerinde taşlılık sınıfları ve dağılımları



Şekil 9. İşletme topraklarında yüzey taşlılık dağılım haritası

4. Sonuç

İşletmeye ait önceden yapılmış olan toprak etüd sonuçlarının CBS ortamında değerlendirilmesi ile elde edilen sayısal verilerin ve haritaların değerlendirildiği bu çalışmada, kimi arazi/toprak özellikleri ele alınmıştır. İşletmede birbirinden farklı topraklar bulunması işletme arazilerine değer katmaktadır. İşletmede yer yer tarımsal üretimi engelleyecek sorunlar bulunsa da, işletme genellikle seçkin tarım arazilerinden oluşmaktadır. Her ne kadar verimli topraklara sahip olsa da, iklim özellikleri sebebiyle işletme topraklarında tuzluluk, drenaj ve rüzgâr erozyonu sorununa dikkat edilmelidir. CBS ortamında elde edilen tematik haritalar renklendirilerek, kullanıcılara ve karar vericilere kolaylık sağlamaktadır. Ancak bu bilgilerin etüdün yapıldığı döneme ait olduğu, revizyon etüdüleri ile birlikte arazi/toprak özelliklerinin yeniden ele alınması gerektiği, değişen özelliklerin olumsuz olması halinde ivedi bir şekilde önlem alınması gerekliliği bulunmaktadır.

Kaynakça

- Aktaş, T. ve Bakır, G., (2011). Konuklar tarım işletmesinde yetiştirilen esmer sığırların döl verim özellikleri. *Journal of Agricultural Faculty of Atatürk Univ.*, 42 (1), 19-26,
- Anonim, (2003). Konuklar tarım işletmesi topraklarının detaylı toprak etüdü ve haritalanması. Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü. Sayı:30.

- Anonim, (2021). Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü, 2021 yılı İdare Faaliyet Raporu.
- Anonim, (2022). Konuklar Tarım İşletmesi Müdürlüğü. Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü. Erişim tarihi: 14.11.2022, <https://www.tigem.gov.tr/Sayfalar/Detay/83e87570-d97b-4cad-905d-3907bdb6ad84>
- Başayığıt, L., Akça, E., Şenol, S., Kapur, S. ve Dinç, U., (2004). Konuklar Tarım İşletmesi Yaşlı Nehir Terasları Üzerinde Yer Alan Toprakların Fiziksel, Kimyasal, Mineralojik Özellikleri ve Oluşumu. *S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(33), 59-67.
- Karakurt, M. (2007). Sarayönü (Konya) İlçesi'nin coğrafi etüdü. Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ortaöğretim Sosyal Alanlar Eğitimi AnaBilim Dalı, Coğrafya Öğretmenliği Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- MGM, (2022). Konya ili uzun yıllar iklim verileri. Meteoroloji Genel Müdürlüğü resmi internet sayfası. Erişim adresi: <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=KONYA>
- Özbeyaz, C., Yıldız, M.A. ve Çamdeviren, H., (1999). Türkiye'de yetiştirilen çeşitli sığır ırkları arasındaki genetik ilişkiler. *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 39 (1), 17 - 32
- Soil Survey Staff., (1975). Soil Taxonomy: A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys. Agric. Handb. USDA. Washington, USA.
- Şahin, Ş., (2015). Sanayi ve tarım işletmelerinin bölgesel ekonomiye katkıları: Konya ili Sarayönü ilçesi örneği. *Dicle Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 5(9), 81-95.



A Note on the Theory of Gamma and Beta Functions

Nihal Özdoğan^{1*}

^{1*} Bursa Technical University, Faculty of Science and Engineering, Department of Mathematics, Bursa, Turkey, (ORCID: 0000-0002-7551-1636),
nihal.ozdogan@btu.edu.tr

(1st International Conference on Scientific and Academic Research ICSAR 2022, December 10 - 13, 2022)

(DOI: 10.31590/ejosat.1219501)

ATIF/REFERENCE: Özdoğan, N. (2022). A Note on the Theory of Gamma and Beta Functions. *European Journal of Science and Technology*, (45), 60-63.

Abstract

Physics and engineering problems require a detailed knowledge of applied mathematics and an understanding of special functions such as gamma and beta functions. The topic of special functions is very important and it is constantly expanding with the existence of new problems in the applied sciences. In this article, we describe the basic theory of gamma and beta functions, their connections with each other and their applicability to engineering problems.

Keywords: Beta Function, Gamma Function, Applied Mathematics, Engineering.

Gamma ve Beta Fonksiyonlarının Teorisi Üzerine Bir Not

Öz

Fizik ve mühendislik problemleri detaylı bir uygulamalı matematik bilgisini ve gamma ve beta fonksiyonları gibi özel fonksiyonların anlaşılmasını gerektirir. Özel fonksiyonlar konusu çok önemlidir ve uygulamalı bilimlerdeki yeni problemlerin varlığı ile sürekli genişlemektedir. Biz bu makalede, gamma ve beta fonksiyonlarının temel teorisini, birbirleriyle olan bağlantılarını ve mühendislik problemlerine uygulanabilirliklerini açıklıyoruz.

Anahtar Kelimeler: Beta Fonksiyonu, Gamma Fonksiyonu, Uygulamalı Matematik, Mühendislik.

* Corresponding Author: nihal.ozdogan@btu.edu.tr

1. Introduction

This research includes the definition and the theory of classical special functions. Euler, Gauss, Fourier, Bessel, Legendre spent much time on this topic (Jaabar and Hussain, 2021). Besides applied fields such as fluid dynamics, mathematical physics, engineering and other applied sciences special functions have been a wide range of application areas in pure mathematics. Knowledge of the properties of gamma and beta functions, which are among the simplest and most important functions, is essential for understanding of many other functions, especially hypergeometric functions. In recent years, there have been important studies on the extensions of those functions (Naresh et al., 2021; Rahul et al. 2022; Chaudry et al., 1997).

2. The Gamma Function

Definition 2.1:

The gamma function is defined as follows:

$$\Gamma(a) = \int_0^{\infty} x^{a-1} e^{-x} dx \quad (1)$$

where $Re(a) > 0$ and $a \in \mathbb{C}$. This formula was found by Euler (Euler, 1729) and the notation $\Gamma(a)$ was introduced by Legendre (Legendre, 1814). The literature on the gamma function consists of thousands of pages and includes almost 300 years of researches in English, Latin, German and other languages (Ricardo, 2021).

The gamma function provides

$$\Gamma(a + 1) = a \int_0^{\infty} e^{-x} x^{a-1} dx = a\Gamma(a) \quad (2)$$

the recurrence relation. This relation is called the Euler's functional equation, discovered by Euler in 1729 (Euler, 1729) and this equality gives us the basic property of factorial.

From equation (2) we can write

$$\Gamma(a + 1) = a(a - 1)\Gamma(a - 1),$$

$$\Gamma(a + 1) = a(a - 1)(a - 2)\Gamma(a - 2),$$

If we continue in this way, from $\Gamma(1) = 1$ then we reach the following result:

$$\Gamma(a + 1) = a! \quad (3)$$

This result is called the Euler's functional equation, which was discovered by Euler in 1729 (Euler, 1729).

However, the gamma function we have defined for positive values of a can also be defined for negative values of a .

$(-1 < a < 0)$ $\Gamma(a)$ can be found since $\Gamma(a + 1)$ is known.

$$\Gamma(a) = \frac{\Gamma(a + 1)}{a} \quad (0 < a + 1 < 1)$$

$(-2 < a < -1)$ $\Gamma(a)$ can be found since $\Gamma(a + 2)$ is known.

$$\Gamma(a) = \frac{\Gamma(a + 2)}{a(a + 1)} \quad (0 < a + 2 < 1)$$

$(-3 < a < -2)$ $\Gamma(a)$ can be found since $\Gamma(a + 3)$ is known.

$$\Gamma(a) = \frac{\Gamma(a + 3)}{a(a + 1)(a + 2)} \quad (0 < a + 3 < 1)$$

Similarly, for $-n < a < -n + 1$, $\Gamma(a)$ can be found since $\Gamma(a + n)$ is known.

$$\Gamma(a) = \frac{\Gamma(a + n)}{a(a + 1)(a + 2) \dots (a + n - 1)} \quad (0 < a + n < 1)$$

The above equations show that gamma function is unbounded for zero and negative integers and it is finite for all other values of a .

Theorem 2.1:

$$\Gamma\left(\frac{1}{2}\right) = \sqrt{\pi}. \quad (4)$$

This property of the gamma function was found by Euler (Euler, 1729) and discussed by Luke (Luke, 1969) and Bell (Bell, 1968).

Theorem 2.2:

$$\Gamma(a)\Gamma(1 - a) = \frac{\pi}{\sin(\pi z)}, \quad (5)$$

where $Re(a) > 0$ and $a \in \mathbb{C}$. This formula is called Euler's completion formula (Euler, 1771).

Theorem 2.3:

$$\Gamma(2a) \Gamma\left(\frac{1}{2}\right) = 2^{2a-1} \Gamma(a) \Gamma\left(a + \frac{1}{2}\right), \quad (6)$$

where $a \in \mathbb{C} \setminus Z_0^-$. This formula is called Legendre's duplication formula (Legendre, 1814).

Theorem 2.4:

If $Re(a) > 0$, $Re(b) > 0$ and $a \in \mathbb{C}$ and $b \in \mathbb{C}$ then we write

$$\int_0^{\pi/2} \cos^{a-1} t \sin^{b-1} t dt = \frac{1}{2} \frac{\Gamma\left(\frac{a}{2}\right)\Gamma\left(\frac{b}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{a+b}{2}\right)}. \quad (7)$$

This property was first defined by Whittaker (Whittaker, 1902).

3. The Pochhammer symbol

Definition 3.1:

If $z \in \mathbb{R}$ or $z \in \mathbb{C}$ and r is zero or a positive integer then we write

$$(z)_r = z(z + 1)(z + 2) \cdots (z + r - 1). \tag{8}$$

The above expression is known as the Pochhammer symbol and it was first defined by Pochhammer (Pochhammer, 1870).

From the known properties of gamma function, the following features of Pochhammer symbol can be written (Temme, 2011).

$$\Gamma(z + r) = (z + r - 1)\Gamma(z + r - 1)$$

$$\Gamma(z + r) = (z + r - 1)(z + r - 2)\Gamma(z + r - 2)$$

...

$$\Gamma(z + r) = (z + r - 1)(z + r - 2) \dots (z + 1)z \Gamma(z)$$

$$\Gamma(z + r) = (z)_r \Gamma(z),$$

$$(z)_r = \frac{\Gamma(z+r)}{\Gamma(z)}, \tag{9}$$

and

$$(z)_{r+1} = \frac{\Gamma(z+r+1)}{\Gamma(z)} = \frac{z\Gamma(z+r+1)}{z\Gamma(z)} = z \frac{\Gamma((z+1)+r)}{\Gamma(z+1)} = z(z + 1)_r. \tag{10}$$

Specially, if we take $r = 0$ in equation (9), it is seen that

$$(z)_0 = 1.$$

4. The Beta function

Definition 4.1:

The Beta function is defined as follows:

$$B(a, b) = \int_0^1 x^{a-1}(1 - x)^{b-1} dx, \tag{11}$$

where $Re(a) > 0, Re(b) > 0$. This formula was found by Euler (Euler, 1771) and by Legendre (Legendre, 1814).

5. Conclusion

In this paper, we introduced some important and fundamental properties and the theory of Gamma function, Pochhammer symbols, Beta function and we discussed the relation with other

If we define a new integration variable $x = k/(1 + k)$, then (11) becomes

$$B(a, b) = \int_0^\infty \frac{k^{a-1}}{(1+k)^{a+b}} dk. \tag{12}$$

The expression of beta function in terms of the gamma function is as follows:

$$B(a, b) = \frac{\Gamma(a)\Gamma(b)}{\Gamma(a+b)}. \tag{13}$$

If we choose $a + b = 1$ in equation (12), then

$$B(a, 1 - a) = \int_0^\infty \frac{k^{a-1}}{1 + k} dk = \frac{\pi}{\sin \pi a}. \quad 0 < a < 1$$

Using the above property, we can see that $\Gamma\left(\frac{1}{2}\right) = \sqrt{\pi}$ such that for $a = \frac{1}{2}$,

$$B\left(\frac{1}{2}, 1 - \frac{1}{2}\right) = B\left(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}\right) = \frac{\Gamma\left(\frac{1}{2}\right)\Gamma\left(\frac{1}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{1}{2} + \frac{1}{2}\right)} = \frac{\left[\Gamma\left(\frac{1}{2}\right)\right]^2}{\Gamma(1)} = \frac{\pi}{\sin \frac{\pi}{2}} = \pi,$$

$$\left[\Gamma\left(\frac{1}{2}\right)\right]^2 = \pi, \quad \Gamma\left(\frac{1}{2}\right) = \sqrt{\pi}.$$

Also, beta function is symmetric to its variables (Temme, 2011):

$$B(a, b) = \frac{\Gamma(a)\Gamma(b)}{\Gamma(a+b)} = \frac{\Gamma(b)\Gamma(a)}{\Gamma(b+a)} = B(b, a). \tag{14}$$

Theorem 4.1:

$$B(a, b) = \int_0^\infty x^{a-1}(1 + x)^{-(a+b)} dx$$

and

$$B(a, b) = B(a + 1, b) + B(a, b + 1).$$

This results were found by Watson and Whittaker (Whittaker et al. 1927).

definitions. We believe that these analyzes will be useful for researchers to understand the theory of gamma and beta functions.

References

- Bell, W.W. (1968). *Special Functions for Scientists and Engineers*. Courier Corporation, D. Van Nostrand Company, London.
- Chaudry, M.A., Qadir A., Rafique, M., & Zubair, S.M. (1997). Extension of Euler's beta function. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 78, 19-32.
- Euler, L. (1729). Letter to Goldbach, Oct. 13. *Correspondence math. et phys. de quelques celebres geometres du 18e siecle, publiee par Fuss*, vol. 1 (St. Petersburg, 1843).
- Euler, L. (1729). De progressionibus transcendentibus seu quarum termini generales algebrae dari nequeunt, (1738). *Commentarii academiae scientiarum Petropolitanae*, 5, 36-57, presented to the St. Petersburg Academy on November 28.
- Euler, L. (1771). Evolutio formulae integralis $\int x^{f-1} dx$ ($x^{m/n}$) integration a valore $x=0$ ad $x=1$ extensa. *Novi Commentarii Academiae Scientiarum Petropolitanae*, 16, 91-139.
- Jaabar, S. M., & Hussain, A. H. (2021). Special Functions and Their Applications. *International Journal of Engineering and Information Systems*, Volume 5, 18-21.
- Legendre, A.M. (1814). *Exercices de calcul integral*. 2 vols. Courcier, Paris.
- Luke, Y.L. (1969). *Special functions and their approximations*. Vol. 1, Academic press.
- Naresh, D., & Umar, M.A. (2021). A further Extension of Gamma and Beta Functions involving Generalized Mittag-Leffler Function and its Applications. *Journal of Physical Sciences*, Volume 26, 61-71.
- Pochhammer, L. (1870). Ueber Hypergeometrischen Funktionen Hoheren Ordnungen. *Journal für die Reine und Angewandte Mathematik*, 71(216).
- Rahul, G., Praveen A., Georgia, I.O., & Shilpi, J. (2022). Extended Beta and Gamma Matrix Functions via 2-Parameter Mittag-Leffler Matrix Function. *Mathematics*, 10, 892.
- Ricardo, Perez-Marco. (2021). On the Definition of Euler Gamma Function.
- Temme, N. M. (2011). *Special functions: An introduction to the classical functions of mathematical physics*. John Wiley & Sons.
- Whittaker, E.T. (1902). *A Course of Modern Analysis: An Introduction to the General Theory of Infinite Series and of Analytic Functions, with an Account of the Principal Transcendental Functions*. University Press.
- Whittaker, E. T., & Watson, G. N. (1927). *A course of modern analysis*. Cambridge university press; Reprinted by Cambridge university press in 1927.



Metaverse Üzerine Kapsamlı bir Araştırma

Çiğdem Bakır^{1*}

^{1*} Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Yazılım Mühendisliği Bölümü, Kütahya, Türkiye, (ORCID: 0000-0001-8482-2412), cigdem.bakir@dpu.edu.tr

(1st International Conference on Engineering, Natural and Social Sciences ICENSOS 2022, December 20 - 23, 2022)

(DOI: 10.31590/ejosat.1220168)

ATIF/REFERENCE: Bakır, Ç. (2021). Metaverse Üzerine Kapsamlı bir Araştırma. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (45), 64-73.

Öz

Metaverse insanlar için sanal dünya ile gerçek dünyayı bir araya getirir. Kullanıcıların avaturları ve hologramları kullanarak gerçek ve simüle edilmiş ortamlarda sorunsuz bir şekilde etkileşim kurmasını sağlar ve artırılmış ve sanal gerçeklik teknolojilerini kullanarak fiziksel dünyayı genişletme potansiyeline sahiptir. Sanal ortamlar ve sürükleyici oyunlar (Second Life, Fortnite, Roblox ve VRChat gibi) meta verinin öncülleri olarak tanımlanır ve kullanıcılarına tam, işlevsel ve kalıcı bir platform sunar. Eski bir kavram olmasına rağmen günümüzde yeni yeni kullanılmaya başlanmıştır. Bu çalışma kapsamında literatürde fazla örnekleri olmayan, yeni bir çalışma konusu olan metaverse terimi üzerinde durulmuştur. Metaverse'nin tanımı, kullanım alanları, önemi, faydaları ve zorlukları anlatılmış ve ileride bu teknolojiyle ilgili neler yapılabileceği ile alakalı bilgiler verilmiştir. Bu teknoloji tanıtılarak ileride yapılacak çalışmalar için literatüre katkı sağlanması amaçlanmıştır. Ayrıca Metaverse'de kullanılan teknolojiler tanıtılmıştır ve konu detaylı bir şekilde ele alınmıştır. Bu çalışma bu alanda çalışmaya başlayacak araştırmacılar için örnek teşkil edecektir.

Anahtar Kelimeler: Metaverse, Sanal Gerçeklik, Artırılmış gerçeklik, Karma Gerçeklik, Yapay Zeka, Blokzincir.

Comprehensive Study of the Metaverse

Abstract

Metaverse brings the virtual world and the real world together for human beings. has the potential to extend the physical world using augmented and virtual reality technologies allowing users to seamlessly interact within real and simulated environments using avatars and holograms. Virtual environments and immersive games (such as, Second Life, Fortnite, Roblox and VRChat) are described as antecedents of the metaverse and offer their users a complete, functional and persistent platform. Although it is an old concept, it has recently started to be used. Within the scope of this study, the term metaverse is addresses, which is a new research subject and does not have many examples in the literature. The definition, usage areas, importance, benefits and difficulties of Metaverse were described and information about how to use this technology in the future was given. By introducing this technology, the aim is to contribute to the literature for future studies. In addition, the technologies used in Metaverse were introduced and the subject was discussed in detail. This study will serve as an example for researchers who will work in this field.

Keywords: Metaverse, Virtual reality, Augmented reality, Mixed reality, Artificial intelligence, Blockchain.

* Sorumlu Yazar: cigdem.bakir@dpu.edu.tr

1. Giriş

Metaverse kavramı Neal Stephenson tarafından yazılan Snow Crash adlı bilim kurguda 30 yıl önce önerildi. Metaverse blokzincir, nesnelerin interneti (IoT), yapay zekâ, bulut hesaplama teknolojilerinden dolayı endüstride ve akademide çok popüler kavramlardan biri olmuştur (Sparkes, 2021). İlk olarak Neal Stevenson'ın 1992'de yayınlanan "Kar Kazası" adlı bilimkurgu kitabında ortaya çıktı. Bu kavram bilgisayar grafiklerinden oluşturulan bir sanal evreni ve paralel bir sanal gerçeklik evrenini temsil eder ve bu sanal evrene dünyanın her yerinden kullanıcıların gözlük ve kulaklıklar yardımıyla erişebilir. Metaverse kelimesinin temelini analog kavram olan bilgi otoyolunda farklı sanal komşular ve yerlerden oluşan ve "Street" adıyla bilinen bir protokol oluşturur. Kullanıcılar, avatar denilen dijital cisimler ile bazı düzenlemeleri gerçekleştirirler. Stevenson'ın Metaverse'i dijital ve sentetik olsa da, deneyimlerin fiziksel benlik üzerinde gerçek bir etkisi olabilir. Bilimin öncülerinden William Gibson'ın 1984 bilim kurgu romanında Matrix olarak söylenen VR'nin siber alanını oluşturur (Chapman ve ark., 2022; Anderson ve Rainie, 2022).

Metaverse, fiziksel gerçekliği dijital sanallıkla birleştiren sürekli ve kalıcı çok kullanıcı bir ortam olan gerçeklik sonrası evrendir. Bu kavram, Sanal Gerçeklik (Virtual Reality-VR) ve Artırılmış Gerçeklik (Augmented Reality- AR) gibi dijital nesnelere, insanlar, sanal ortamlar ile çoklu sensörlerin etkileşimlerini yerine getiren teknolojidir (Buhalis ve Karatay, 2022). Çeşitli yeni teknolojileri entegre eden yeni bir internet uygulaması ve sosyal form türüdür. Çoklu teknoloji, sosyallik ve hiper uzay-zamansallık özelliklerine sahiptir. Ağ altyapısı, yönetim teknolojisi, temel ortak teknoloji, sanal gerçeklik nesne bağlantısı ve sanal gerçeklik yakınsaması gibi beş perspektiften oluşur (Mystakidis, 2022). Artırılmış gerçeklik teknolojisine dayalı sürükleyici bir deneyim sağlar, dijital ikiz teknolojisine dayalı gerçek dünyanın ayna görüntüsünü oluşturur, blok zincir teknolojisine dayalı bir ekonomik sistem kurar ve sanal dünya ile gerçek dünyayı ekonomik sisteme sıkı bir şekilde entegre eder. Metaverse hala sürekli gelişen bir kavramdır ve farklı katılımcılar anlamını kendi yöntemleriyle zenginleştirmektedir (Ning ve ark., 2021).

Metaverse, dünyada son yıllarda yeni trend olan yeni bir kavramdır. Bu alanda yapılan çalışmalar kısıtlı olmakla beraber literatürde yapılan güncel çalışmalar Tablo 1'de verilmiştir:

Tablo 1. Literatürde yapılan güncel çalışmalar

Kaynak	Kullanılan Metot
Lee ve ark., 2022	7-12 yaş arası otizmliler çocukların sosyal etkileşim yeteneklerini geliştirmeye yönelik metaverse temelli bir çocuk sosyal beceri eğitim programı geliştirmeyi ve uygulamayı amaçlamışlardır. Stresli durumlarda otizmliler çocuklarda duygusal değişiklikleri değerlendirmek için metaverse tabanlı sosyal beceri eğitim programını uygularken giyilebilir cihazlar aracılığıyla toplanan biyometrik bilgiler karşılaştırılmıştır ve analiz edilmiştir.
Park ve ark., 2022	Metaverse'de yüksek bilgi işlem gücü ve diğer ilgili kaynakların yükünü azaltıp kişisel bir sanal alan oluşturmak için cep telefonu işlevlerini ve verilerini kullanan bir yöntem geliştirilmiştir. Akıllı telefon verileri kullanılarak sezgisel olarak kişisel bir sanal alan oluşturulmuştur. Bir akıllı telefona kaydedilen fotoğraf verilerini kullanarak yeni bir tür meta veri deposu uygulamasının geliştirilmiştir.
Huh, 2022	Bu çalışmada metaverse'nin ortaya tıp eğitiminde ortaya çıkışı ve bu alanda bilgisayar tabanlı test uygulaması ve tıp eğitimindeki dergi ölçümleri ile istatistikleri üzerinde durulmuştur.

Tablo 1. Literatürde yapılan güncel çalışmalar

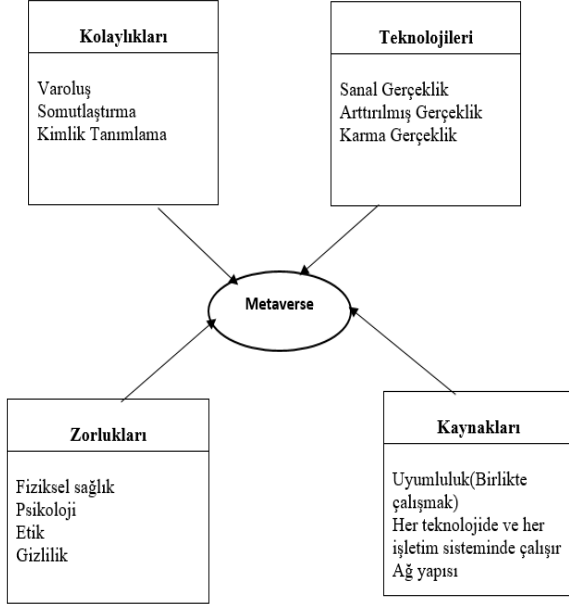
Kaynak	Kullanılan Metot
<i>Dwivedi ve ark., 2022</i>	Bu çalışmada metaverse kavramı tanıtılmıştır. Ayrıca yaşanan zorluklar, önceden yapılan çalışmalar ve fırsatlar üzerinde durulmuştur.
<i>Wang ve ark., 2022</i>	Bu araştırma, dijital yerli nesil için metaverse uygulamasını kullanarak duygusal zekâyı analiz etmeye yönelik bir çalışma sunmaktadır. İnsanların duygusal zekâsı, Covid 19 ile yeni normal duruma hızlı adaptasyondan duyulan memnuniyetsizlik nedeniyle azalmıştır. Bu nedenle, bu araştırma insanların yeni normal hayata bağlı olduklarında duygusal zekânın psikolojik yan etkilerini hafifletmek için bir analiz ortaya koymaktadır.
<i>Lin ve ark., 2022</i>	Bu çalışma metaverse analizi için blokzincir tabanlı güvenilir işbirliğine dayalı bir yönetim sistemi önermişlerdir. Ayrıca geleneksel imalat endüstrilerini geliştirmek, dönüştürmek ve canlandırmak için yeni meta veri deposu konseptinin nasıl doğrulanabileceğini, uygulanabileceğini ve ölçeklendirilebileceğini göstermiştir.
<i>Arpacı ve ark., 2022</i>	Bu çalışmada metaverse'nin sosyal sürdürülebilirliğini anlamak için hibrit bir yöntem olan SEM-ANN yaklaşımı kullanılmıştır. Bu yöntem, Metaverse'in sosyal sürdürülebilirliğini anlamak için UTAUT2 yapılarını ve beş büyük kişilik özelliğini entegre ederek geliştirilmiştir. Model, hibrit kovaryans tabanlı bir yöntem kullanılarak test edilmiştir.
<i>Dinçelli ve Yayla, 2022</i>	Bu çalışma bilgi sistemleri için sanal gerçekliğin gelecek araştırmacılar ve organizasyonlar için zorlukları ve sunmuş oldukları fırsatlar ele alınmıştır. Önceki araştırmacıların yapmış oldukları çalışmalara ek olarak, sanal gerçekliğin düzenleme, etkileşim, gezilebilirlik, duyu yeteneği ve yaratma yeteneği olmak üzere 5 farklı yönü değerlendirilmiştir. Çalışma 151 öğrenci baz alınarak yapılmıştır.

Tablo 1. Literatürde yapılan güncel çalışmalar

Kaynak	Kullanılan Metot
<i>Yung ve ark., 2022</i>	COVID kaynaklı sanal olayların artan önemine rağmen, sanal olaylar arasındaki sınırlar ve farklı sanal olay türleri arasındaki terminoloji net olarak tanımlanmamıştır. Sanal gerçekliğin ve mevcut sanal olayların turizm, konaklama ve etkinlik sektörlerine yayılmakla beraber kavramsal benzerlikler ya da farklılıklar arasında bazı çelişkiler olmaktadır. Bu çalışmada bu alandaki çelişkileri ortadan kaldırmak için yapılmıştır. Çevrenin sanallığını bütünleştirmek, konum ve SPEL küpü gibi sosyal mevcudiyetin üç boyutunu kavramsal bir model olarak sunulur.
<i>Tlili ve ark., 2022</i>	Bu çalışma eğitimde metaversenin önemini, sanal dünya ile Y ve Z kuşağının eğitim-öğretimdeki başarısı gösterilmiştir. Ayrıca gençlerin bu kavramla beraber öğrenme kaynakları, mobil öğrenme, hibrit öğrenme ve mikro öğrenmeye ilgisinin artışı sunulmuştur. Egelli öğrenciler çalışma alanlarının geliştirilmesi ve dünya çapında eğitimde benimsenerek öğrenme üzerinde etkisi karşılaştırılmıştır.
<i>Bibri ve ark., 2022</i>	Bu çalışma, veri odaklı akıllı şehirleri etkinleştiren ve yönlendiren temel ortaya çıkan eğilimleri analiz etmekte ve sonucu, veri odaklı akıllı şehirlerin sanal bir formu olarak metaverse'in altında yatan dijital ve bilgi işlem süreçleri için yeni bir çerçeve tasarlamak için kullanmaktadır. Ayrıca, Metaverse'in risklerini ve etkilerini incelemiştir. COVID-19 krizi ve bunu takip eden sosyal düzenin kendiliğinden olmayan normalliği, kurumsal liderliğindeki teknokratik yönetim, yönetimsellik, gizlilik, güvenlik ve veri yönetimi gibi kavramlar tartışılmıştır. Ayrıca dijital enstrümantasyon, dijital hiper bağlantı, verileştirme, algoritmalaştırma ve platformlaştırma ile akıllı şehirlerle ilgili bilgi işlem sürecini tanımlamışlardır. Metaverse'in potansiyel olarak sanal şehirlere doğru işleyişini sağlamak için açık sinerjilerin göz önüne alındığını ve bunların yapılandırılma, entegre edilme biçimini ifade etmişlerdir.
<i>Schumacher, 2022</i>	Bu çalışmada metaverse mimarlık ve toplum için tasarım sürücülere, çekirdek yeterlilikleri üzerinde durulmuştur. Üç boyutlu sanal dünyanın tasarımı üzerinde yapılan çalışmalar ele alınmıştır.
<i>Shen, 2022</i>	Üç boyutlu etkileşim şeklinde bir VR dünyası yaratmak için geleneksel kültür zaman ve mekan sınırlarının aşılması Çin kültürü anlayışının derinlemesine ele alınmasını sağlayabilir. Bu sebeple bu çalışmada Nash dengesini uygulayarak yüklem probleminin görevini gerçekleştirecek optimal çözümü elde etmek için iki aşamalı bir görev yüklem algoritması tasarlanmıştır. Bu da uç bilgi işlem teknolojisinin sanal gerçeklik bilgi işlem görevlerinin uç sunuculara yüklenmesi, ortalama gecikme süresini azaltabilir ve kullanıcı deneyimini iyileştirebilir.

2. Materyal ve Metot

Metaverse yeni bir kavram olmamakla beraber günümüzde şimdilerde yaygınlaşan bir kavramdır. Metaverse'nin tüm boyutları Şekil 1'de gösterilmiştir (Buhalis ve Karatay, 2022).



Şekil 1. Metaverse boyutları

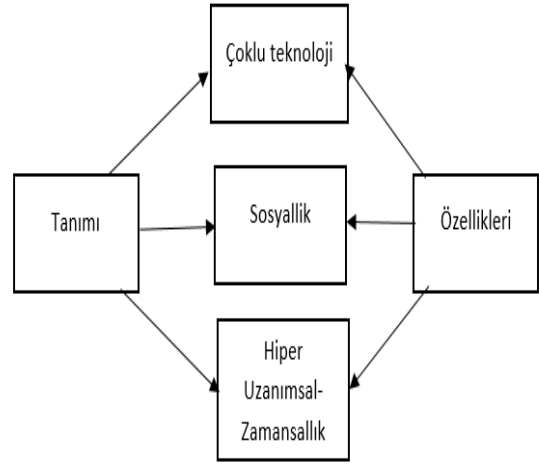
Karma Gerçeklik (Mixed Reality-MR), VR ve AR teknolojilerinin benzersiz olanakları ile sosyal medyanın bağlantıları arasında köprü kurar. Aralarındaki etkileşim yaratıcı bir şekilde serbest bırakıldığında, çevrimiçi eğitimin uzaklıkları arasında mesafe olan birçok endüstri sektörünü dönüştürür. Meta-eğitimin yeni modelleri, Metaverse destekli çevrimiçi eğitim, zengin, çevrimiçi 3D sanal kampüslerde melez örgün ve yaygın öğrenme deneyimlerine izin vermek için ortaya çıkabilir. Sanal gerçeklik teknolojisini kullanarak makinelerin uzaktan yönetilmesi, avatar beden dili ve yüz ifadesi doğruluğu, sanal katılımın eşit derecede etkili olmasını sağlayacaktır. Ek olarak, Metaverse'deki sosyal karma gerçeklik, harmanlanmış aktif pedagojiler daha derin ve kalıcı bilgiyi mümkün kılabilir. Daha da önemlisi, eğitimde demokratikleştirici bir faktör haline gelebilir ve dünya çapında eşit koşullarda katılım gerçekleştirilir.

Yeni bir Internet uygulaması olan Metaverse, çeşitli yeni teknolojileri entegre eder ve çoklu teknoloji özelliklerine sahiptir; yeni bir toplumsal biçim olarak Metaverse, toplumsallık özelliklerine sahiptir, sanal dünya ile paralel ve yakından ilişkilidir ve hiper uzay-zamansallık özelliklerine sahiptir. Şekil 2'de bu teknolojinin karakteristik özellikleri verilmiştir (Mystakidis, 2022; Sriram, 2022).

Çoklu Teknoloji: Çeşitli yeni teknolojileri entegre eder. Artırılmış gerçeklik teknolojisine dayalı sürükleyici bir deneyim sağlar, dijital ikiz teknolojisine dayalı gerçek dünyanın ayna görüntüsünü oluşturur ve blok zincir teknolojisine dayalı ekonomik bir sistem kurar.

Sosyallik: Metaverse yeni bir sosyal form türüdür. Gerçeklikle yakından ilişkili ancak kendine has özellikleri olan ekonomik, kültürel ve hukuk sistemlerini içerir.

Hiper Uzanımsal-Zamansallık: Bu özellik, gerçek dünyaya paralel bir sanal dünya olan Metaverse atıfta bulunur. Zaman ve mekan sınırlarını aşar ve kullanıcılara açık, özgür ve sürükleyici bir deneyim sunar.



Şekil 2. Metaverse karakteristik özellikleri

2.1. Metaverse Teknolojisi

Metaverse, yeni bir Internet uygulaması ve sosyal form oluşturmak için çeşitli yeni teknolojilerin entegrasyonunu gerektiren gerçek ve sanal dünyaların sıkı entegrasyonu, etkileşimi ve iç içe geçmesidir. Şekil 3'de Metaverse'de yer alan teknolojiler, ağ altyapısı, yönetim teknoloji, temel ortak teknoloji, sanal gerçeklik nesne bağlantısı ve sanal gerçeklik yakınsaması gibi Metaverse'de yer alan teknolojiler gösterilmiştir. İster büyük ölçekli bilgi işlem görevlerini uzaktan gerçekleştiririn, ister büyük veritabanlarına ya da kullanıcılar arasında paylaşılan verilere erişin. Buradaki tüm teknolojiler ağlara ve iletişime bağlıdır (Lee ve ark., 2021).

Beşinci nesil (5G) ve altıncı nesil (6G), Metaverse'in iletişim temelidir. 5G, Metaverse'i gerçekleştirmeyi mümkün kılan yüksek hız, düşük gecikme, her yerden erişilebilen ağ, düşük güç tüketimi ve her şeyin ara bağlantısı gibi avantajlara sahiptir. 6G, zamanın ve sanal gerçekliğin sınırlarını kırar. Fiziksel dünyadaki insanlardan, makinelerden hizmet nesnelerine sanal dünyanın çevresine genişletir. Metaverse için ağ temelini sağlayan sanal dünya ile fiziksel dünyayı birbirine bağlayarak insanlar-makineler-nesneler-çevre arasındaki işbirliğini gerçekleştirir (Tang ve ark., 2022). 5G ve 6G ağ ortamında, kuantum haberleşme Metaverse'de iletişim güvenliğini sağlar. Kuantum iletişimi kubitlerin süperpozisyon özelliklerinden dolayı genel güvenliği iyileştirir. Ayrıca, nesnelerin interneti (IoT), Metaverse'in ağ altyapısında hayati bir rol oynar. IoT algılama, kullanıcılara Metaverse ile gerçek dünya arasında köprü kuran tamamen gerçek, kalıcı ve sorunsuz bir fırsat sunar. Metaverse'i oluşturmak, güçlü bir bilgi işlem sistemi gerektirir. Şu anki mevcut bilgi işlem mimarileri, metaverse'in düşük eşik ve

deneyim açısından yoğun gereksinimlerini karşılama sorunlar yaratıyor. Bu durumda bulut bilişim, uç bilişim ve diğer bilgi işlem paradigmaları, bilgi işlem gücünün gelişimini arttırmada önemli rol oynar (Zeng ve ark., 2022).

Metaverse'in yönetim teknolojileri, başta enerji yönetimi, kaynak yönetimi, oturma yönetimi olmak üzere sanal dünya ve gerçek dünyanın bağlantısı ve yakınsaması için gerekli ortamı oluşturur (Narin, 2021). Enerji yönetimi teknolojisindeki ilk husus, Metaverse mimarisi ve tesisleri tarafından tüketilen elektrik enerjisidir. Ayrıca Metaverse'in çözmesi gereken en önemli unsur yönetim teknolojisinde, kaynakların nasıl etkin bir şekilde keşfedileceği, bölüştürüleceği ve adresleneceğidir.

Oturum yönetimi, heterojen ağlarda her yerde bulunan kaynaklar ve kaynak kullanıcıları arasındaki etkileşimin yönetimidir (Ning ve Liu, 2015). Metaverse ortamında, özellikle birden çok kaynak kullanıcısı olan oturumlar için dinamiklerle kalıcı etkileşimleri yönetmek önemlidir. Ayrıca, oturumun gerçek zamanlı doğası, kullanıcının deneyimini artırmak için kullanılabilir.

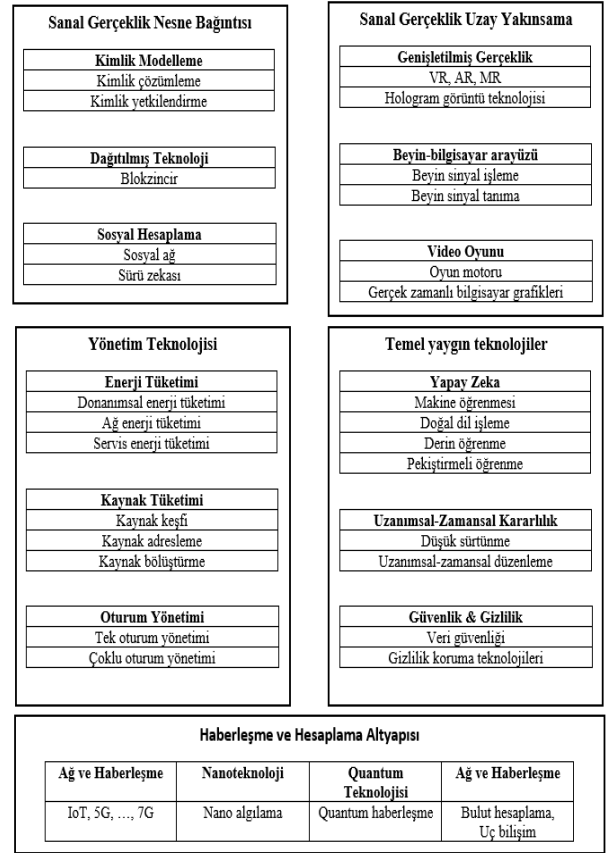
Metaverse'in temel ortak teknolojileri, yapay zekâ, uzanımsal-zamansal tutarlılık, güvenlik ve gizlilik vb. unsurlarını kapsar (Hwang ve Chien, 2022). Yapay zekâ algoritmaları (yani makine öğrenimi, derin öğrenme, pekiştirmeli öğrenme vb.) sanal dünya ile gerçek dünyayı birbirine bağlayan "anahtar"dır. Yapay zekâ, Metaverse'in kurulması ve geliştirilmesi için önemli rol oynayan veri, algoritma ve bilgi işlem gücü olma üzere üç unsurdan oluşur. Yapay zekâ teknikleri kullanarak, Metaverse gerçek dünyanın sınırlarını aşan sosyal ve ekonomik faaliyetlere güvenli ve özgürce katılabilir. Bilgisayarlı görü, ses tanıma, doğal dil işleme gibi teknikler kullanarak, kullanıcılar gerçek dünyadakine benzer hatta aynı işitsel sesler ve görsel görüntüler görürler. Gerçek dünyadakine benzer hisler yaşarlar (Zvarikova ve ark., 2022).

Kullanıcı verilerinin güvenliği ve gizliliği, gerçek dünyadaki en büyük sorunlardan biridir. Metaverse'in ortaya çıkmasıyla, toplanan kişisel verilerin miktarı ve zenginliğinin benzeri görülmemiştir (Wang ve ark., 2022). Metaverse'in gizliliğini ve güvenliğini sağlayacak bir veya daha fazla Metaverse oluşturmak için gelecekte birlikte çalışacak, koordine olacak, farklı Metaverse'ler arasındaki verilerin etkileşime gireceği çok sayıda şirket olma ihtimali oldukça yüksektir.

Metaverse kimlik modelleme, dağıtılmış teknoloji ve sosyal hesaplama fiziksel ve dijital dünyalar arasındaki bağlantılar için köprü görevi görür (Ning ve ark., 2020). Metaverse gerçeğe paralel bir ağ dünyası olarak tanımlanabilir. Bu nedenle, gerçek dünyada olduğu gibi, meta veri deposuna giren bireyler için gerçek kimlikle ilgili olup olmadığına bakılmaksızın kimlik belgesi, kimlik modelleme teknolojisi ihtiyaçlarını karşılar. Kimlik modelleme ve kimlik adresleme, gerçek dünya ile Metaverse arasındaki köprüdür ve bir Metaverse çağında çok önemli bir araştırma alanını oluşturur (Ryskeldiev ve ark., 2018).

Metaverse'de yaşayan kullanıcılar sosyal bilgi işlem olmadan yaşayamazlar. Metaverse'in ortaya çıkışı, gerçek sosyal ilişkiler ile sanal olan ilişkilerin yerini değiştirmez (Tayal ve ark., 2022). Ancak entegre çevrimiçi ve çevrimdışı ilişkileri oluşturan yeni farklı bir sosyal ilişki türleri getirir. Sosyal hesaplama, insan davranışını ve sosyal çevreyi inceleyerek operasyon yasasını ve geleceği tahmin eder. Ayrıca Metaverse ortamında konum, yaş, tercihler ve diğer bilgileri toplamak daha kolaydır. Metaverse'in her parçası, güvenliğini sağlamak için dağıtılmış teknolojilere

ihtiyaç duyar. Merkezi olmayan teknoloji, blok zinciri, dağıtılmış depolama, dağıtılmış bilgi işlem vb. ve en çok kullanılan merkezi teknolojilerdir (Wang, 2022).



Şekil 3. Metaverse teknolojisi

Metaverse, sanal gerçekliğin entegrasyonu yoluyla mevcut toplum organizasyonunu ve işleyişini derinden değiştirebilir. Sanal ve gerçek dünyanın yakınsamasını anlamak için, artırılmış gerçeklik, beyin-bilgisayar arayüzü ve video oyun teknolojilerinin gerekliliği zorunludur (Shi ve Yu, 2022). AR/VR/MR teknolojisi, Metaverse yapısındaki teknik şartlardan biridir. Artırılmış gerçeklik (AR), cihaz tanıma ve değerlendirme yoluyla tespit edilen nesneye dayalı (iki boyutlu, üç boyutlu, GPS, yüz ve diğer algılanan nesnelere) verileri cihazın ekranında görüntüleyerek sanal bilgileri gerçek zamanlı olarak bir konumda kaplar (Ko ve Rogers, 2021). Sanal Gerçeklik (VR), kullanıcılara tamamen sürükleyici bir deneyim yaşatır ve onlara gerçek dünyada olduklarını hissettirir. Karma Gerçeklik (MR) gerçek ve sanal dünyaları birleştiren yeni bir görselleştirir. Yeni görselleştirmede çevre, fiziksel ve dijital nesne bir arada var olur ve gerçek zamanlı olarak etkileşime girer. Bu VR/AR/MR arasındaki sınır gelecekte bulanıklaşacak ve bir füzyon ürünü haline gelecektir. Şimdiler ise, Metaverse kullanıcılar için etkileşimli sanal dünya oluşturmak için eşsiz bir teknoloji sunar (Wang ve ark., 2022).

Holografik görüntü, optik yollarla bir nesnenin gerçek üç boyutlu görüntüsünü sunan bir kayıt ve yeniden üretim teknolojisi (Xu ve ark., 2022). Bilgisayar teknolojisi ve elektronik görüntüleme teknolojisinin birleşimiyle oluşturur.

Genlik bilgisini ve faz bilgisini kaydetmek için tutarlı ışık girişimini kullanır ve ışık dalgasının şekil ve boyut dahil olmak üzere nesnenin tüm bilgilerini elde eder. Holografik görüntü gerçek üç boyutlu bir görüntüdür. Kullanıcılar uyumlu gözlükler kullanmadan farklı açılardan çıplak gözle görüntüleri görüntüleyebilir (Gupta ve ark., 2022).

Beyin-bilgisayar arayüzü, kullanıcılar tarafından oyun oynamak, yazmak vb. gibi kullanılacak beyin sinyallerini tanımlamak ve doğru analiz etmek için süreçteki beyin sinyallerini kodlar ve çözer (Erazo ve Sulbarán, 2022). Bu arayüz, bireysel beyin sinyallerini kodlayarak bilgi işlem cihazları tarafından tanınan komutlar yardımıyla insan sinir sistemini birbirine dış fiziksel dünya ile birbirine bağlar.

Video oyunu teknolojisi, Metaverse'i sunmanın en sezgisel yoludur (Bardzell ve Shankar, 2007). Bu teknoloji, Metaverse için yalnızca yaratıcı bir platform sağlamakla kalmaz, aynı zamanda etkileşimli içerik ve sosyal sahnelerin toplanmasını da gerçekleştirir. Bazı derlenmiş düzenlenebilir öğelerin temel bileşenlerini veya bilgisayar oyun sistemleri ile bazı gerçek zamanlı etkileşimli görüntü uygulamalarını ifade eden oyun motoru video oyun teknolojisinin merkezidir (Nevelsteen, 2018).

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Genişletilmiş gerçeklik oyunları ve sosyal alanlar onlarca yıldır varlığını sürdürürken, 2020'lerin başında COVID-19 salgınının getirdiği teknolojik gelişmeler ve toplumsal dönüşümler on milyarlarca dolara ilham vererek Metaverse gelişimini ön plana çıkardı (Jeon ve ark., 2022). Genişletilmiş gerçeklik taraftarları ve daha gelişmiş ve sürükleyici 3D, çevrimiçi dünyaların gelişimi eğitim, sağlık, oyun ve eğlence, sanat, sosyal ve sivil yaşam vb. faaliyetler evrimin hızla gelişmesine katkıda bulunur. Hatta yapay zekâ, Metaverse için teknolojinin hızla gelişimine yeni alanlar ve deneyimler ile zenginleştirebilir ve genişletebilir. Metaverse günümüzde geniş bir uygulama alanına sahiptir. İşletmelerden eğlenceye kadar birçok sektörde kullanılabilir. En yaygın kullanımı, sosyal medya platformlarında etkileşim kurmak içindir. Metaverse'nin kullanım alanları aşağıda sıralanmıştır (Veeraiah ve ark., 2022):

Ticari Amaç: Yeni teknolojik olanaklar için işletmelere de yardımcı olabilir. Sosyal daha sürükleyici bir ortam sağlayarak ürün ve hizmetlerini tanıtmaya yaklaşımı, pazarlama materyalleri, reklamlar, sanal mağazalar ve son derece etkileşimli katılım ve müşteri hizmetleri ile dijital pazarlama ve reklamcılık Metaverse ile hızla gelişebilir (Jenkins, 2022).

Eğitim Sektörü: Video konferans sistemleri ve çevrimiçi öğrenme için kullanılan eşzamansız kurslar diğer öğretim yaklaşımlarından daha aktif eğilimdedir (Collins, 2008).

Eğlence: Sanal gerçeklik tema parklarına ve eğlence parklarına uygulanabilir. Onları daha mükemmel hale getirebilir (Kim ve Yoo, 2021).

Sosyal Etkileşim: Facebook ve Twitter, yalnızca kullanıcıların ekrandan ekrana iletişim kurmasına izin verdikleri için iki boyutludur. Yüz yüze iletişim gerçek zamanlıdır ve dijital içerik sanal dünyada gerçekçi bir şekilde üretilebilir veya keşfedilebilir (Hazan, 2010).

Metaverse, temeldeki AR ve VR teknolojileri ile ilgili bir takım zorluklarla karşı karşıya kalır. Her iki teknoloji de güçlüdür ve kullanıcıların bilişlerini, duygularını ve davranışlarını etkileyebilir. Yüksek ekipman maliyeti, beklenen kitlesel

benimsemenin önünde bir engeldir. AR ile ilgili riskler dört kategoride sınıflandırılabilir (Smaili ve Raymond, 2022).

- Fiziksel refah, sağlık ve güvenlik
- Psikoloji
- Ahlak ve etik
- Veri gizliliği

Fiziksel düzeyde, konum tabanlı AR uygulamalarında kullanıcıların dikkatlerinin dağılması, zararlı kazalara yol açmıştır (Dick, 2021). Bilgi yüklemesi psikolojik bir durumdur. Bilgi yüklemesi engellenmesi gereken psikolojik bir durumdur. Ahlaki sorunlar yetkisiz çoğalmayı içerir. Veri toplama ve diğer taraflarla toplanan verileri paylaşma mahremiyet açısından oldukça riskli sonuçları doğurur. Buna ek olarak, veri katmanı olası bir siber güvenlik tehdidi olarak ortaya çıkabilir. Hacimsel yakalama ve uzanımsal olarak Internette bilgileri ifşa etme gizlilik ihlallerine yol açabilir. Daha da önemlisi, Metaverse oyuncuları kullanıcı verilerinin duygularına dayalı olarak onların biyometrik psikografisini derleyebilir. Bu profiller algoritmik önyargıyı besleyen istenmeyen davranışsal çıkarımlar için ileride kullanılabilir.

VR ile ilgili olarak araba tutması, mide bulantısı ve baş dönmesi en sık görülen sağlık sorunları arasındadır (Ifdil ve ark., 2022). VR kulaklıkların ağırlığı nedeniyle baş ve boyun yorgunluğu da daha uzun kullanımı sınırlandırır. Genişletilmiş VR kullanımı bağımlılığa yol açabilir, sosyal gerçek, fiziksel yaşamdan izolasyon ve yoksunluk gibi sıkıntılara sebep olur. Açık sosyal dünyaların başka bir dezavantajları da, siber zorbalık ile taciz, yüksek kaliteli sanal gerçeklik ortamları ve şiddet içeren temsiller, kötü niyetli antisosyal davranışlar ve travmatik deneyimlerdir. Veri etiği ile ilgili, VR derin sahte avatarları ve kimlik hırsızlığı oluşturmak için yapay zekâ algoritmalar ve derin öğrenme teknikleri kullanılabilir.

Sanal-sosyal platformlarda sürekli büyüyen geniş bir yelpazeyi kapsayan bir "metaverse" terimi artık medya endüstrisinde ve akademide de oldukça popüler kullanılmaktadır. Metaverse Y ve Z kuşağının sanal ortamdaki etkinliklerinden sosyal olarak yararlanmasını sağlayarak gençlerin bu alanda deneyimledikleri sosyal mevcudiyet ile destekleyici faaliyetlere katılmalarını kolaylaştırmıştır. Metaverse ile gençler sosyal hayatlarındaki yalnızlığın önlenmesi, sosyal özyeterliliği, destekleyici etkileşimi sağlayarak aralarında sosyal ilişkilerin geliştirilmesini sağlarlar (Oh ve ark., 2022).

Metaverse ile fiziksel alanda olmadan sanal gerçeklik ile birçok uygulama yapılabilir. Eğitim, alışveriş, ticaret ve birçok alanda bu uygulamalar yürütülebilmektedir. Örnek verecek olursak, kişiler herhangi bir markete ya da pazara gitmeden sanal gerçeklik ile sanal alışveriş yapabilecektir. Aldıkları ürünlerin ücretlerini dijital paralarla ödeyebileceklerdir. Metaverse ile yeni iş alanları oluşabilecektir. Birçok yazılım ile artırılmış gerçeklik teknolojisi değer kazanabilecektir. Ayrıca bu kavram ile diğer alanlarda görüldüğü gibi medya sektörü de etkilenecektir. Televizyon, radyo, dergi ve sinema gibi birçok alan sanal ortama taşınabilecektir. Ancak tüm bu olumlu durumlara karşın gerek dijital paralar ile olsun gerekse kişilerin hassas ve değerli verilerinin sanal ortama taşınması birtakım güvenlik ile mahremiyet sorunlarını da ortaya çıkmasına sebep olacaktır. Bu olumsuzluklar karşısında yaşanabilecekler gelecekte daha detaylı bir şekilde görülecektir.

4. Sonuçlar

Metaverse bir dizi son teknolojiyi bünyesinde barındıran en son bir uygulama türüdür. Doğası gereği multiteknolojik, sosyal ve hiper-uzay-zamansaldır. Metaverse kavramı ortam, arayüz, etkileşim ve sosyal değer olmak üzere dört unsur içerir. Gerçeğe benzerlik, dünyayı ayırt eden sınıflandırmaların temsili bir örneğidir. Metaverse ortamları gerçekçi, gerçekçi olmayan ve kaynaşmış ortamlardan oluşur. Kaynaşmış ortam gerçekçi bir ortama dayalı gerçekçi olmayan unsurları içinde barındırır. Arayüz, gerçek ortamın yansıtılacağı 3D, sürükleyici ve fiziksel dünyayı içerir. Etkileşim ağ oluşturma, işbirliği ve kişisel diyalog olarak sınıflandırılır. Sosyal değer ise, Metaverse'nin toplum içinde yeni bir değer olup olmamasıdır. Sürdürülebilirlik ve disiplinler arası çalışma önemlidir. Sosyal değerlerin sağlanmasında ve sağlam bir meta veri deposunun sürdürülmesinde bu faktörler oldukça önemlidir.

Birçok önde gelen teknoloji firması metaverse trendine geçiyor. Bunların başında Nvidia Omniverse, Facebook Horizon, Microsoft geliyor. Metaverse, 5G, bulut bilişim, bilgisayarla görme, blok zinciri, yapay zekâ vb. gibi en gelişmiş teknolojileri bütünleştirir ve video oyunları, sanat ve iş gibi birçok alanda uygulamalar içermektedir. Ayrıca Metaverse'in ortaya çıkışı, topluma faydası ile potansiyel geri dönüşümü hakkında akademik tartışma ve münazara ortamını arttırmıştır. Bu kavramla sanal dünyaya yeni ve heyecan verici etkileşim seviyeleri sunar, toplumsal düzeyi etkiler. Metaverse kavramı sanal evren olarak adlandırılır. Bu evren yaşadığımız dünyadan farklı, farklı bir dünya oluşturmaktadır. Metaverse kısaca Z kuşağı için tasarladığı ürünü kendisi için deneyimleyen; eğlenceden spora birçok faaliyette sanal ortama geçerek onlara farklı fikirler sunarak katkılar sağlayabilecektir.

Metaverse fiziksel dünyalar, yeni fırsatlar ve potansiyel iş modellerinin yaygın olarak benimsenmesi sebebiyle yönetim, etik, emniyet ve güvenlik ile ilgili, kabul edilebilir davranışlar, mahremiyet ve erişim için gerekli altyapıya erişemeyen nüfus gibi birçok sorunu da ortaya çıkarır. İş dünyasının nasıl yapabileceğine dair daha ileri akademik analiz, sanal dünya içinde faaliyet göstermek hayati önem taşımaktadır. Bu bağlamda Metaverse kavramını detaylı bir şekilde ele alan bu çalışma farklı bir bakış açısı kazandıracaktır. Yaşanana faydaları ve zorlukları ele alarak ileride yapılacak çalışmalara yön verecektir. Çünkü Metaverse bugün ve gelecekte bize her alanda yenilik katacaktır ve bizi birçok alanda geliştirecektir. Bu bağlamda bu çalışma bu teknolojilerle çalışma yapacak araştırmacılara yol gösterici olacaktır.

Metaverse evreni şirketlerde ve bireyler sanal gerçekliğin gerçek dünyaya uyarlamasına çevrimiçi çözümler bularak yeni fırsatlar yaratabilir. Bu hem iş dünyasında hem de eğlence dünyasında yapılabilir. Metaverse günlük yaşamımızın her anına uygulanabilir. Bu kavramla beraber insanların birbirleri arasındaki iletişim farklı boyutlara taşınacaktır. İnsanlar kendilerini sanal dünyada çalışma, eğlenme, konsere gitme veya oyun oynama gibi çeşitli aktivitelerde bulabilirler. Sanal ortamda gerçekleştirdikleri aktivitelerle dijital ortamın içinde kaybolduklarını hissedebileceklerdir. Robotik, yapay zeka, sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik gibi birçok bilimi kullanarak daha fazla yenilikçi çözümler sunabilirler. Blokzincir teknolojisiyle beraber sanal kripto para birimlerini sanal ortamda kullanabilme imkanı ileride oluşturulabilecektir. Bu kripto para birimleri sanal ekonominin başarılı bir şekilde oluşturulmasına zemin hazırlayacaktır. Ayrıca metaverse kavramının, eğitimden

teknolojiye neler getireceği gelecekte daha açık bir şekilde görülecektir. Bu çalışma şu anki yaşanan gelişmeleri içermektedir. Zamanla bu gelişmeler doğrultusunda ileride farklı fikirler ortaya çıkacaktır. Ayrıca teknolojik gelişmelerle birlikte farklı alanlara da bu kavramın uygulanacağı öngörülmektedir. Kısacası metaverse yaşamamızın her anında farklı disiplin alanlarıyla birlikte gelişecektir ve yaşamımızın birçok alanını hızlıca kuşatabilecektir. Sonuç olarak metaverse, günümüzde internetin geleceği olarak tanımlanmaktadır. Gelecekte birçok aktivite sanal evrende yapılacak olması beklenmektedir.

Kaynakça

- Anderson J., Rainie L. The metaverse in 2040. Pew Research Center, 2022.
- Bardzell S., Shankar K. Video game technologies and virtual design: a study of virtual design teams in a metaverse. In International Conference on Virtual Reality, 01.07.2007, Springer, Berlin, Heidelberg.
- Bibri, S. E., Allam, Z., & Krogstie, J. The Metaverse as a virtual form of data-driven smart urbanism: platformization and its underlying processes, institutional dimensions, and disruptive impacts. Computational Urban Science 2022; 2(1), 1-22.
- Buhalis D., Karatay N. Mixed reality (MR) for Generation Z in cultural heritage tourism towards metaverse. In ENTER22 e-Tourism Conference, 01.01.2022, Springer, Cham.
- Chapman JR., Wang JC., Wiechert K. Into the spine metaverse: Reflections on a future Metaspine (Uni-) verse. Global Spine Journal 2022; 12(4): 545-547.
- Collins C. Looking to the future: Higher education in the Metaverse. Educause Review 2008; 43(5): 51-63.
- Dwivedi YK., Hughes L., Baabdullah A., Ribeiro-Navarrete S., Giannakis M., Al-Debei M., Wamba SF. Metaverse beyond the hype: Multidisciplinary perspectives on emerging challenges, opportunities, and agenda for research, practice and policy. International Journal of Information Management 2022; 66, 102542.
- Dick E. Public policy for the metaverse: Key takeaways from the 2021 AR/VR policy conference. Information Technology and Innovation Foundation, 2021.
- Dincelli, E., Yayla, A. Immersive virtual reality in the age of the Metaverse: A hybrid-narrative review based on the technology affordance perspective. The Journal of Strategic Information Systems 2022; 31(2), 101717.
- Erazo J., Sulbarán P. Metaverso: más allá de la realidad inmersiva: Metaverse: beyond immersive reality. Conocimiento Libre y Licenciamiento (CLIC), 2022, 25.
- Gupta YP., Chawla A., Pal T., Reddy MP., Yadav, DS. 3D Networking and Collaborative Environment for Online Education. In 2022 10th International Conference on Emerging Trends in Engineering and Technology-Signal and Information Processing (ICETET-SIP-22) 01.04.2022 IEEE.
- Hazan S. Musing the metaverse. Heritage in the Digital Era. Multi-Science Publishing 2010 Brentwood, UK.
- Huh S. Application of computer-based testing in the Korean Medical Licensing Examination, the emergence of the metaverse in medical education, journal metrics and statistics

- and appreciation to reviewers and volunteers. *Journal of Educational Evaluation for Health Professions*, 2022; 19.
- Hwang GJ., Chien SY. Definition, roles, and potential research issues of the metaverse in education: An artificial intelligence perspective. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2022; 100082.
- Ifdil I., Situmorang DB., Firman F., Zola N., Rangka IB., Fadli RP. Virtual reality in Metaverse for future mental health-helping profession: an alternative solution to the mental health challenges of the COVID-19 pandemic. *Journal of Public Health* 2022.
- Jenkins T. Immersive virtual shopping experiences in the retail metaverse: Consumer-driven e-commerce. blockchain-based digital assets, and data visualization tools. *Linguistic and Philosophical Investigations* 2022; 21, 154-169.
- Jeon HJ., Youn HC., Ko SM., Kim TH. Blockchain and AI meet in the metaverse. *Advances in the Convergence of Blockchain and Artificial Intelligence* 2022; 73.
- Kim CS., Lee Y., Ahn H. A study on the metaverse: focused on the application of news big data service and case study. *Journal of Korea Society of Digital Industry and Information Management* 2021; 17(2): 85-101.
- Kim SH., Yoo, JY. A Study on the recognition and acceptance of metaverse in the entertainment industry. *Journal of the Korea Entertainment Industry Association (JKEIA)* 2021; 15(7): 1.
- Ko SH., Rogers J. Functional materials and devices for XR (VR/AR/MR) applications. *Advanced Functional Materials* 2021; 31(39): 2106546.
- Lee J., Lee TS., Lee S., Jang J., Yoo S., Choi Y., Park YR. Development and application of a metaverse-based social skills training program for children with autism spectrum disorder to improve social interaction: Protocol for a randomized controlled trial. *JMIR Research Protocols* 2022; 11(6): e35960.
- Lee LH., Braud T., Zhou P., Wang L., Xu D., Lin Z., Hui P. All one needs to know about metaverse: A complete survey on technological singularity, virtual ecosystem, and research agenda. *arXiv preprint*, 2021, arXiv:2110.05352.
- Lin Z., Xiangli P., Li Z., Liang F., Li A. Towards metaverse manufacturing: a blockchain-based trusted collaborative governance system. In *The 2022 4th International Conference on Blockchain Technology* 01.03.2022, 171-177.
- Mystakidis S. Metaverse. *Encyclopedia* 2022; 2(1): 486-497.
- Narin NG. A content analysis of the metaverse articles. *Journal of Metaverse* 2021; 1(1): 17-24.
- Nevelsteen KJ. Virtual world, defined from a technological perspective and applied to video games, mixed reality, and the Metaverse. *Computer Animation and Virtual Worlds* 2018; 29(1): 1752.
- Ning H., Liu H. Cyber-physical-social-thinking space based science and technology framework for the Internet of Things. *Science China Information Sciences* 2015; 58(3): 1-19.
- Ning H., Wang H., Lin Y., Wang W., Dhelim S., Farha F., Daneshmand M. A survey on metaverse: The state-of-the-art. technologies, applications and challenges. 2021, arXiv preprint arXiv:2111.09673.
- Ning H., Zhen Z., Shi F., Daneshmand M. A survey of identity modeling and identity addressing in internet of things. *IEEE Internet of Things Journal* 2020; 7(6): 4697-4710, 2020.
- Oh, H. J., Kim, J., Chang, J. J., Park, N., & Sangrock, L. Social Benefits of Living in the metaverse: The relationships among social presence, supportive interaction, social self-efficacy, and feelings of loneliness. *Computers in Human Behavior* 2022; 107498.
- Park D., Kim J. M., Jung J., Choi S. Method to create a metaverse using smartphone data. In *International Conference on Human-Computer Interaction* 2022 Cham.
- Park SM., Kim, YG. A Metaverse: Taxonomy, components, applications, and open challenges. *IEEE Access* 2022; 10, 4209-4251.
- Ryskeldiev B., Ochiai Y., Cohen M. Distributed metaverse: Creating decentralized blockchain-based model for peer-to-peer sharing of virtual spaces for mixed reality applications. *9th Augmented Human International Conference* 2018.
- Schumacher, P. The metaverse as opportunity for architecture and society: design drivers, core competencies. *Architectural Intelligence* 2022; 1(1), 1-20.
- Shen B., Tan W., Guo J., Zhao L., Qin P. How to promote user purchase in metaverse? A systematic literature review on consumer behavior research and virtual commerce application design. *Applied Sciences* 2021; 11(23): 11087.
- Shi Y., Yu C. Intelligent interaction in mixed reality. *Virtual Reality & Intelligent Hardware* 2022; 4(2): 1-10.
- Smaili N., Rancourt-Raymond A. Metaverse: welcome to the new fraud marketplace. *Journal of Financial Crime ahead-of-print* 2022; 1-10.
- Sparkes M., What is a metaverse. *Encyclopedia* 2021; 18.
- Sriram GK. A Comprehensive survey on metaverse. *International Research Journal of Modernization in Engineering Technology* 2022; 1-10.
- Tang F., Chen X., Zhao M., Kato N. The roadmap of communication and networking in 6g for the metaverse. *IEEE Wireless Communications* 2022; 1-10.
- Tayal S., Rajagopal K., Mahajan V. Virtual reality based metaverse of gamification. *6th International Conference on Computing Methodologies and Communication (ICCMC)* 01.03.2022, IEEE.
- Tlili, A., Huang, R., Shehata, B., Liu, D., Zhao, J., Metwally, A. H. S., ... & Burgos, D. Is Metaverse in education a blessing or a curse: a combined content and bibliometric analysis. *Smart Learning Environments* 2022; 9(1), 1-31.
- Veeraiah V., Gangavathi P., Ahamad S., Talukdar SB., Gupta A., Talukdar V. Enhancement of meta verse capabilities by IoT integration. In *2022 2nd International Conference on Advance Computing and Innovative Technologies in Engineering (ICACITE)* 01.04.2022, 1493-1498, IEEE.
- Veeraiah V., Khan H., Kumar A., Ahamad S., Mahajan A., Gupta A. Integration of PSO and deep learning for trend analysis of meta-verse. In *2022 2nd International Conference on*

- Advance Computing and Innovative Technologies in Engineering (ICACITE) 01.04.2022, 713-718, IEEE.
- Wang FY. Parallel intelligence in metaverses: Welcome to Hanoi!. IEEE Intelligent Systems 2022; 37(1): 16-20.
- Wang SM., Yaqin MA., Hsu FH. Improving Emotional Intelligence in the New Normal Using Metaverse Applications for Digital Native. In International Conference on Human-Computer Interaction 2022 Cham.
- Wang Y., Lee LH., Braud T., Hui P. Re-shaping Post-COVID-19 Teaching and learning: A blueprint of virtual-physical blended classrooms in the metaverse era. ArXiv preprint, 2022, arXiv:2203.09228.
- Wang Y., Su Z., Zhang N., Liu D., Xing R., Luan TH., Shen X. A survey on metaverse: Fundamentals, security, and privacy. ArXiv preprint, 2022, arXiv:2203.02662.
- Xu M. A full dive into realizing the edge-enabled metaverse: Visions, enabling technologies, and challenges, ArXiv preprint, 2022, arXiv:2203.05471.
- Yung, R., Le, T. H., Moyle, B., Arcodia, C. Towards a typology of virtual events. Tourism Management 202; 92, 104560.
- Zeng Y., Zeng L., Zhang C., Cheng AS. The metaverse in cancer care: Applications and challenges. Asia-Pacific Journal of Oncology Nursing 2022; 100111.
- Zvarikova K., Michalikova KF., Rowland M. Retail data measurement tools, cognitive artificial intelligence algorithms, and metaverse live shopping analytics in immersive hyper-connected virtual spaces. Linguistic and Philosophical Investigations 2022; 21, 9-24.



Designing of the Artificial Neural Network Model Trained by Using the Different Learning Algorithms to Classify the Electrocardiographic Signals

Ibrahim Celik^{1*}, Deniz Ustun², Ali Akdagli³

^{1*} Mersin University, Faculty of Engineering, Department of Electrical-Electronics Engineering, İstanbul, Mersin, (ORCID: 0000-0002-0403-7316), ibrahimcelik@mersin.edu.tr

² Tarsus University, Faculty of Engineering, Department of Software Engineering, Mersin, Turkey, (ORCID: 0000-0002-5229-4018), denizustun@tarsus.edu.tr

³ Mersin University, Faculty of Engineering, Department of Electrical-Electronics Engineering, Mersin, Turkey, (ORCID: 0000-0003-3312-992X), aliakdagli@gmail.com.tr

(1st International Conference on Engineering, Natural and Social Sciences ICENSOS 2022, December 20 - 23, 2022)

(DOI: 10.31590/ejosat.1221450)

ATIF/REFERENCE: Celik, I., Ustun, D., & Akdagli, A. (2022). Designing of the Artificial Neural Network Model Trained by Using the Different Learning Algorithms to Classify the Electrocardiographic Signals. *European Journal of Science and Technology*, (45), 74-78.

Abstract

An artificial neural network model trained by using various learning algorithms is designed to classify the electrocardiographic signals in this study. The model of artificial neural network is constructed on the structure consisting of a multilayered perceptron based on the feed forward back propagation. A data pool is built by using a dataset consists of 66 electrocardiographic data's taken from the MIT BIH arrhythmia database to perform the training and testing processes of artificial neural network model. The training process of artificial neural network model is performed with 46 electrocardiographic data and then the accuracy of the model is tested via 20 electrocardiographic data. The artificial neural network is trained by 3 different learning algorithms to achieve a robust model. The performance of the learning algorithms used for training the model of the artificial neural network is evaluated according to percentage error. It illustrates that the artificial neural network model trained by Levenberg–Marquardt learning algorithm obtains the better classification result than other learning algorithms. The proposed artificial neural network model can be successfully used to classify the electrocardiographic signals.

Keywords: Artificial neural networks, Electrocardiographic signal, Classification, Learning algorithms.

Elektrokardiyografik Sinyallerin Sınıflandırılması İçin Farklı Öğrenme Algoritmaları Kullanılarak Eğitilmiş Yapay Sinir Ağı Modelinin Tasarlanması

Bu çalışmada elektrokardiyografik sinyalleri sınıflandırmak için çeşitli öğrenme algoritmaları kullanılarak eğitilmiş bir yapay sinir ağı modeli tasarlanmıştır. Yapay sinir ağı modeli, ileri beslemeli geri yayılıma dayalı çok katmanlı bir algılayıcıdan oluşan yapı üzerine kurulmuştur. Yapay sinir ağı modelinde kullanılmak üzere 66 elektrokardiyografik veri kullanılmıştır. Yapay sinir ağı modelinin eğitim süreci 46 adet elektrokardiyografik veri ile gerçekleştirilmekte ve ardından 20 adet elektrokardiyografik veri ile modelin doğruluğu test edilmektedir. Yapay sinir ağı, sağlam bir model elde etmek için 3 farklı öğrenme algoritması ile eğitilmiştir. Yapay sinir ağı modelinin eğitiminde kullanılan öğrenme algoritmalarının performansı hata yüzdesine göre değerlendirilmiştir. Levenberg–Marquardt öğrenme algoritması ile eğitilen yapay sinir ağı modelinin diğer öğrenme algoritmalarına göre daha iyi sınıflandırma sonucu elde ettiğini göstermektedir. Önerilen yapay sinir ağı modeli, elektrokardiyografik sinyalleri sınıflandırmak için başarıyla kullanılabilir.

Anahtar Kelimeler: Yapay sinir ağı, Elektrokardiyografik sinyal, Sınıflandırma, Öğrenme algoritmaları.

* Corresponding Author: ibrahimcelik@mersin.edu.tr

1. Introduction

The aim of the medical signal processing is to obtain medical information consisting of the important data for diagnosis by processing the pure biological signals. The obtained signals can be evaluated, clustered or classified. These classification processes can be used as a decision support system in the medical. In the literature, there are the studies with the classification of ECG signals (Dokur & Olmez 1999, Niwas et al. 2005, Ceylan & Ozbay 2009, Ceylan et al. 2009, Dogan & Korurek. 2009, Kutlu et al. 2009, Dokur 1999, Engin & Kuyucuoglu 2003). In order to generate the datasets used in previous studies, the morphological properties of the ECG data are generally used. In (Dokur 1999), The feature extraction is carried out by applying the discrete Fourier Transform (DFT) and Wavelet Transform (WT) to ECG signal and genetic algorithm and neural networks are used in the classification process of these signals. In another work, the features of ECG signal are obtained by using the wavelet entropy. In the classification step, the statistical method and artificial neural networks are utilized.

In this study, an artificial neural network (ANN) model trained by using various learning algorithms is presented for classifying the ECG signals. An ANN model is trained by using algorithms such as Levenberg–Marquardt (LM), Scaled Conjugate Gradient (SCG), Polak-Ribière Conjugate Gradient (CGP) etc. the eight learning algorithms are compared against each other in term percentage error and then a benchmark is presented. It is seen that LM becomes prominent as compared to each other for our particular problem. Additionally, the proposed ANN model can be successfully used to classify the ECG signals.

2. Material and Method

The aim of this article is to predict the electrocardiographic signal data using different learning techniques by using the multilayer structure based on feedforward backpropagation on the artificial neural network model. This section consists of two main topics. First, the structure and feature extraction of the electrocardiographic signal data were performed. Then, the data was trained on the artificial neural network model and the classification process was estimated.

2.1. The Structure of Ecg Signal

The heart is an important part of the circulatory system in the human body. The small potential values produced by the sinus coronary in the right atrium are taken via the electrodes placed on the breast, arms and legs by using the conductive property of the body. The small potential values are amplified and then printed on the paper. In addition, it is recorded in the memory of the computer systems. The processes of the recording and viewing are called of the electrocardiogram and the device which is performed this process is given the name of the electrocardiograph. In the ECG signal, there is the variation information of the heart electrical potential in terms of the direction, amplitude and time of the signal. The electrocardiogram is the identifying of heartbeat arrhythmia and it is a very important area in the biomedical signal processing. A normal ECG signal is shown in Fig.1. In the ECG signal, there are the waves of named P , Q , R , S , T and the intervals called of $P-R$, QRS , $S-T$, QT , RR .

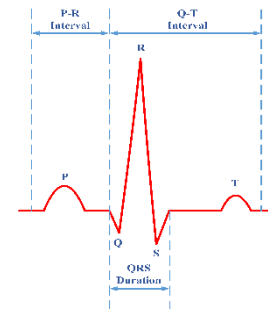


Figure.1. The normal electrocardiographic signal

R point at ECG signal is identified by using the Pan–Tompkins algorithm. The Pan-Tompkins algorithm occurs from five steps: band pass filter, differentiator, square receptor, sliding window integration, threshold adjustment (Pingale & Daimiwal 2014).

P wave: The first part of this wave is created by the right atrium depolarization of the heart and the second part is also formed by the left atrium depolarization. The width of the P wave is smaller than 0.11 second (Ilerigelen & Mutlu 2006).

$P-R$ interval: The interval of the PR is obtained by measuring the time of the between the beginning of the P wave with the initial of QRS duration. This time interval value of adults is normally the between 0.12 and 20 second (Ilerigelen & Mutlu 2006).

QRS duration: Q wave represents the first negative wave after P wave. In addition, R indicates the first positive wave. S wave expresses the negative wave existed after R wave and it is smaller than 0.04 second. Further, it cannot exceed 25% of total QRS time. The time of QRS is a maximum of 0.11 second (Ilerigelen & Mutlu 2006).

$S-T$ segment: ST segment is called of the range that joints the beginning of the T wave with the end of the QRS complex. The time of ST segment is inversely proportional with the velocity of the heart. The time of ST segment is inversely proportional with the velocity of the heart and the value of ST can be between 0 and 0.15 second (Ilerigelen & Mutlu 2006).

T wave: T wave is the results of ventricular repolarization. The time value of T wave for the adults is between of 0.10 and 0.25 second.

RR interval: RR interval is the range of between two R points.

QT interval: QT is calculated by measurement of the time until the end of T wave from the beginning of the QRS complex. The upper boundary value of the QT interval is 0.44

2.2. Artificial Neural Networks Structure

Artificial neural network (ANN) is developed by getting inspired from the mechanism of the biological neurons, and it is a computation model achieved very high accuracy in computation processes. The network structure of ANN consists of a group artificial neurons that handle info over interconnection. The many different ANN structures are proposed in the literature. Multilayer perceptrons (MLPs) are preferred in this study. Furthermore, the many different learning algorithms can be used for training the network structure of MLPs. The Levenberg–Marquardt (LM), Scaled Conjugate Gradient (SCG), Polak-Ribière Conjugate Gradient (CGP) learning algorithms are used in the training stage of this study [xxxxx]. The MLPs consist differ layers like input layer, output layer and hidden layer, as shown in Fig. 2.

The neurons in the input layer distribute the input signals x_i to neurons in the hidden layer as a buffer area. Each of the neuron j existing in the hidden layer weights them with the strengths of the respective connections w_{ji} from the input layer and then sums up its input signals x_i and computes its output y_j as a function f of the sum, namely

$$y_j = f(\sum w_{ji} x_i) \quad (1)$$

where $f(\cdot)$ can be a simple threshold function, a sigmoid, hyperbolic tangent, a radial basis function, a purelin function etc (Kubat 1999, Jang 1992). The output of neurons in the output layer is computed similarly. A training of the network covers the set of the processes consisting of adjusting the network weights by using one of the available learning algorithms.

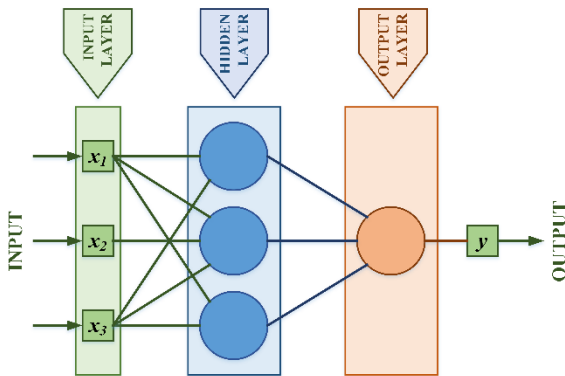


Figure 2. Artificial neural network architecture based on the multilayer perceptrons

3. Results and Discussion

In this study, the model of the ANN with four layers consisting of the input layer, two hidden layers with twenty-two and twenty-four neurons and the output layer, was used. The ANN model is given in Fig. 3. In the training step, the number of epochs, minimum gradient, momentum parameter (μ), μ increment, μ decrement and maximum were selected as 1000, $1E-7$, 0.005, 10, 0.1, $1E10$, respectively. Further, tangent sigmoid, tangent sigmoid and purelin function were used in the input layer, a hidden layer, and output layer, respectively.

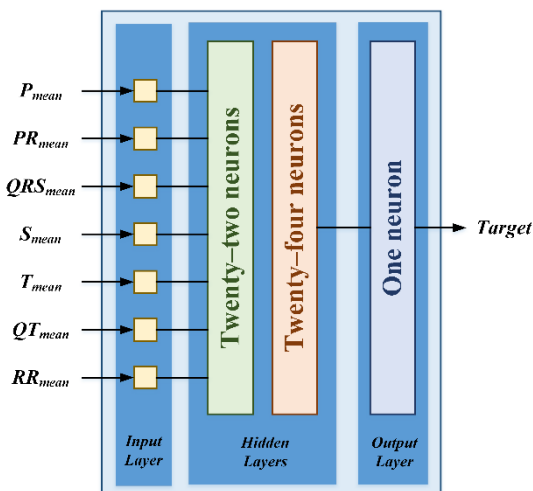


Figure 3. Training process of the artificial neural network model

In the training phase of the ANN model, the parameters of ECG signal (P_{mean} , PR_{mean} , QRS_{mean} , S_{mean} , T_{mean} , QT_{mean} , RR_{mean}) were given as input and respective 1 and 2 values (2 for the

healthy humans, 1 for the people having arrhythmia) were introduced as a target to the ANN, as illustrated in Fig.3. According to the relationship between the input and the target, an ANN model was trained to produce the target for each parameter set of ECG signals. While 46 ECG data were used for training process, the samples of 20 ECG were employed in testing process the ANN model. In the training step, the values of the average percentage errors (APE) for the target values predicted via the ANN models trained by LM, SCG and CGP learning algorithms was obtained as 0.94%, 1.78% and 2.21%, respectively. The target and training results are in good agreement. To verify the ANN model, 20 ECG samples, which were not used in training process were used in the testing process. The parameters and target values of the ECG samples for testing process were given in Table I.

Table 1. The parameters and target of the electrocardiographic samples

	P_{mean}	PR_{mean}	QRS_{mean}	S_{mean}	T_{mean}	QT_{mean}	RR_{mean}	Target
1	4,7349	4,7849	4,8849	5,0749	5,2749	4,9974	0,8746	2,0000
2	4,8476	4,8976	4,9976	5,1198	5,3198	5,0765	0,7826	2,0000
3	4,4841	4,5341	4,6341	4,7689	4,9689	4,7209	1,1573	2,0000
4	4,6865	4,7365	4,8365	4,989	5,189	4,9303	0,6873	2,0000
5	4,6959	4,7459	4,8459	4,9659	5,1659	4,926	0,7452	2,0000
6	4,8318	4,8818	4,9818	5,1024	5,3024	5,06	0,7164	2,0000
7	5,0546	5,1046	5,2046	5,3686	5,5686	5,3043	0,9008	2,0000
8	4,7684	4,8184	4,9184	5,0675	5,2675	5,0105	0,7429	2,0000
9	4,7716	4,8216	4,9216	5,0451	5,2451	5,0009	0,8838	2,0000
10	4,9307	4,9807	5,0807	5,2053	5,4053	5,1605	0,896	2,0000
11	4,615	4,665	4,765	4,8942	5,0942	4,8477	0,763	1,0000
12	4,775	4,825	4,925	5,0562	5,2563	5,0087	1,0639	1,0000
13	4,6948	4,7448	4,8448	4,9668	5,1668	4,9245	0,5082	1,0000
14	4,6354	4,6854	4,7854	4,9035	5,1035	4,8628	0,8944	1,0000
15	4,7409	4,7909	4,8909	5,1002	5,3002	5,0136	0,6309	1,0000
16	5,1567	5,2067	5,3067	5,4614	5,6614	5,404	0,875	1,0000
17	4,6882	4,7382	4,8382	5,0019	5,2019	4,9381	0,6908	1,0000
18	4,7771	4,8271	4,9271	5,0472	5,2472	5,0052	0,7505	1,0000
19	4,8363	4,8863	4,9863	5,1381	5,3381	5,0803	0,6165	1,0000
20	4,8774	4,9274	5,0274	5,1376	5,3376	5,1018	0,7442	1,0000

The whole results for test samples are given in Table II and Fig. 4. The predicted target values and corresponding percentage errors are tabulated in Table II. It is clearly seen that the predicted results with the ANN models trained by the LM learning algorithm are very close to the target values. The APE values for LM, CGP and SCG learning algorithms is obtained as 1.07%, 2.07% and 2.17%, respectively for the testing stage.

Table 2. Comparison of target, predicted and error values

	Target	Predicting			Error (%)		
	Values	LM	CGP	SCG	LM	CGP	SCG
1	2.00	2.02	1.90	2.00	1.19	5.04	0.03
2	2.00	2.00	2.01	2.00	0.03	0.63	0.09
3	2.00	2.04	1.86	1.95	1.94	6.92	2.55
4	2.00	2.01	2.02	1.96	0.60	0.97	2.15
5	2.00	1.98	1.92	1.93	1.03	4.21	3.38
6	2.00	1.98	2.03	2.03	0.92	1.61	1.26
7	2.00	2.01	1.99	1.94	0.73	0.37	3.11
8	2.00	2.02	2.00	2.02	0.78	0.25	0.89
9	2.00	2.00	1.99	2.00	0.16	0.55	0.13
10	2.00	2.01	2.01	1.99	0.37	0.31	0.63
11	1.00	0.96	0.97	0.88	3.59	3.17	11.89
12	1.00	1.00	0.99	1.00	0.44	1.18	0.21
13	1.00	1.02	1.00	1.01	2.40	0.34	0.72
14	1.00	0.99	1.00	1.02	1.29	0.07	1.64
15	1.00	1.00	1.00	1.02	0.11	0.11	1.53
16	1.00	1.00	1.07	1.04	0.23	6.79	4.14
17	1.00	1.02	0.97	1.00	1.67	2.53	0.22
18	1.00	0.99	1.02	1.07	1.08	1.68	7.30
19	1.00	0.99	1.00	1.01	0.65	0.28	1.43
20	1.00	1.02	1.02	1.00	2.12	1.78	0.05
APE					1.07	1.94	2.17

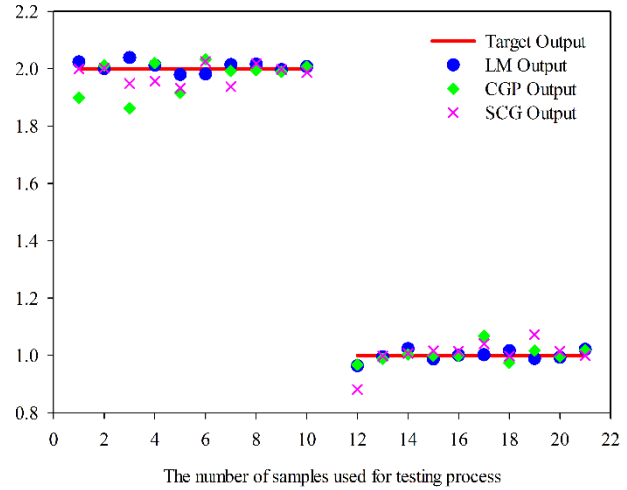


Figure. 4. The comparative results of the predicted and target output for testing samples

4. Conclusions and Recommendations

A comparison of 3 learning algorithms against each other is presented to determine which algorithms are more effective in such nonlinear problem. It is demonstrated that the predicted results agree well with the target results ones; and the learning algorithm of LM comes to fore in this task. The proposed ANN model is able to fast and accurately predict the arrhythmia in the ECG signal if the ANN is properly trained.

References

Ceylan, M., & Ozbay, Y. (2009, May). Effects of complex wavelet transform with different levels in classification of ECG arrhythmias using complex-valued ANN. In *2009 14th National Biomedical Engineering Meeting* (pp. 1-4). IEEE.

Ceylan, R., Ozbay, Y., & Karlik, B. (2009, May). Classification of ECG arrhythmias using type-2 fuzzy clustering neural network. In *2009 14th National Biomedical Engineering Meeting* (pp. 1-4). IEEE.

Doğan, B., & Korürek, M. (2009). EKG vurularını sınıflamada radyal tabanlı fonksiyon yapay sinir ağının performans değerlendirmesi. *BİYOMUT 2009, Dokuz Eylül Üniv. İzmir*.

Dokur, Z. (1999). *Yapay sinir ağları ve genetik algoritmalar kullanılarak EKG vurularının sınıflandırılması* (Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü).

Dokur, Z., Olmez, T., & Yazgan, E. (1999). Comparison of discrete wavelet and Fourier transforms for ECG beat classification. *Electronics Letters*, 35(18).

Engin, E. Z., & Kuyucuoğlu, F. (2003). Sayısal Ses İşlemenin Tıbbi Tanıda Kullanılması. *Bitirme Projesi Tezi, Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, İzmir*.

İlerigelen, B., & Mutlu, H. (2006). EKG kurs kitapçığı, Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Sürekli Tıp Eğitim Teknikleri.

Kubat, M. (1999). Neural networks: a comprehensive foundation by Simon Haykin, Macmillan, 1994, ISBN 0-02-352781-7. *The Knowledge Engineering Review*, 13(4), 409-412.

Kutlu, Y., Kuntalp, M., & Kuntalp, D. (2009, May). Topographic analysis of morphologic features of ECG beats. In *2009 14th National Biomedical Engineering Meeting* (pp. 1-4). IEEE.

- Jang, J. S. R. (1992). Self-learning fuzzy controllers based on temporal backpropagation. *IEEE Transactions on neural networks*, 3(5), 714-723.
- Niwas, S. I., Kumari, R. S. S., & Sadasivam, V. (2005, August). Artificial neural network based automatic cardiac abnormalities classification. In *Sixth International Conference on Computational Intelligence and Multimedia Applications (ICCIMA'05)* (pp. 41-46). IEEE.
- Pingale, S. L., & Daimiwal, N. (2014). Detection of various diseases using ECG signal in Matlab. *International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE) ISSN, 2277-3878*.



Arid Karasal Ekosistem Koşulları Altında Bulunan Arazilerin Bazı Toprak Özelliklerinin CBS Ortamında Haritalandırılması

Yavuz Şahin Turgut^{1*}, Yakup Kenan Koca²

^{1*} Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Adana, Türkiye, (ORCID: 0000-0002-8566-6375), ysturgut@cu.edu.tr

² Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Adana, Türkiye, (ORCID: 0000-0001-9285-1416), ykkoca@cu.edu.tr

(1st International Conference on Engineering, Natural and Social Sciences ICENSOS 2022, December 20 - 23, 2022)

(DOI: 10.31590/ejosat.1222318)

ATIF/REFERENCE: Turgut, YS., Koca, YK. (2022). *Arid Karasal Ekosistem Koşulları Altında Bulunan Arazilerin Bazı Toprak Özelliklerinin CBS Ortamında Haritalandırılması*. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (45), 79-84.

Öz

Toprak yapan faktörlerin birisi olan iklim, özellikle toprak nem rejimini etkileyerek toprak taksonomisinde ordo düzeyinde etkiye bulunmaktadır. Aridic nem rejimi, ordo düzeyinde sınıflamayı belirleyen bir karakteristiktir ve Aridisol ordosunun tanımlanmasında kullanılmaktadır. Türkiye’de Aridic nem rejimine sahip alanlardan birisi de yıllık ortalama yağışın 279 mm. olduğu Sultansuyu tarım işletmesidir. Coğrafi bilgi sistemleri veri tabanında basılı olan toprak haritaları sayısallaştırılmış ve kimi özelliklere ait sayısal veriler elde edilmiştir. Malatya’nın batısında yer alan işletme arazilerinde daha önceden tanımlanmış olan serilerden 4 tanesi Aridisol ordosu içerisinde. Bu seriler işletmenin %60’ını kapsamaktadır. İşletmede en fazla alan kaplayan Yeniköy serisi de Aridisol ordosunda tanımlanmıştır. Bu çalışmada arid karasal ekosistem altında bulunan işletme arazilerinde toprakların genel özellikleri ile birlikte Aridisol ordosunda sınıflandırılmış olan seri topraklarının özellikleri ele alınmıştır. Aridisol ordosu içerisinde tanımlanmış olan serilerin genel özellikleri pH’larının bazik oluşu, kireç düzeylerinin yüksek oluşu, tekstürlerinin kil oluşu ile ortak özellikler gösterdiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Aridisol, coğrafi bilgi sistemleri, Sultansuyu, tarım işletmesi

Mapping Some Soil Properties of Lands Under Arid Terrestrial Ecosystem Conditions in GIS.

Abstract

Climate, which is one of the soil-forming factors, has an ordo-level effect on soil taxonomy by especially affecting the soil moisture regime. Aridic moisture regime is a characteristic that determines the classification at the order level and is used to define the order of Aridisol. One of the areas with Aridic humidity regime in Turkey is the average annual precipitation of 279 mm is the Sultansuyu agricultural enterprise. Soil maps printed in geographic information systems database were digitized and numerical data of some features were obtained. Previously, defined series (n:4) are in the Aridisol order in the farm lands located in the west of Malatya. These series cover 60% of the enterprise. The Yeniköy series, which occupies the largest area in the enterprise, is also defined in the Aridisol order. In this study, the general characteristics of the soils in the farm lands under the arid terrestrial ecosystem and the characteristics of the series soils classified in the Aridisol order were discussed. It has been determined that the general characteristics of the series defined in the Aridisol order are basic pH, high lime levels, and clay textures.

Keywords: Aridisol, geographic information system, Sultansuyu, agricultural enterprise.

* Sorumlu Yazar: ysturgut@cu.edu.tr

1. Giriş

Yeryüzünde birbirinden çok farklı topraklar bulunmaktadır. Bunun sebebi toprak yapan faktörlerin her coğrafyada farklılık göstermesidir. Topraklar ana materyal üzerine, topoğrafya, iklim, canlıların ve toprak oluşunun devam ettiği sürenin uzunluğunu ifade eden zamanın etkisiyle gelişim gösterir ve karakter kazanırlar (Jenny, 1941; Tunçay ve Dengiz, 2017). Her faktörün etkisi ve önem düzeyi farklı olmakla birlikte iklim özellikle yağışın düşük, sıcaklığın yüksek olduğu kurak bölgelerde toprak oluşumu ve gelişimi üzerinde en etkili faktörlerden birisi konumundadır.

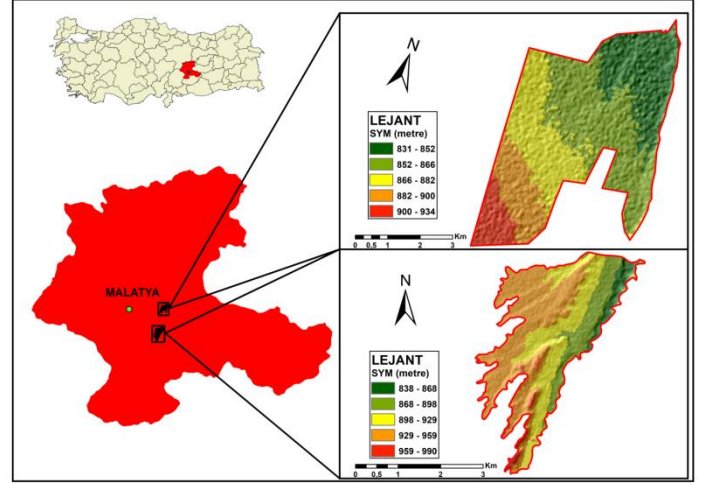
Türkiye çok farklı toprak nem rejimlerine sahiptir. Bu nem rejimlerinden birisi de Aridic'tir. Aridic nem rejimi, nem kontrol kesiti normal yıllar içerisinde toprak yüzeyinden 50 cm derinlik içerisinde toprak sıcaklığı 5 C°'nin üzerinde olduğu zaman yılın günlerin toplamının yarısından daha fazla bir süre toprağın bütün kısımları kuru ve toprak yüzeyinden 50 cm derinlik içerisinde, toprak sıcaklığının 8 C°'nin üzerinde olduğu ardışık 90 günden daha az bir sürede toprağın bütün kısımları veya bazı kısımları nemlidir (USDA, 2003). Aridic ve Torric kavramları hemen hemen aynı nem rejimi için kullanılsa da, Aridic kuru, Torric sıcak ve kuru anlamlarında olup, toprak taksonomisinin farklı kategorilerinde kullanılmaktadır (Dinç ve ark., 1999). Aridic nem rejimi, ordo düzeyinde sınıflamayı belirleyen bir karakteristiktir. Aridic nem rejimine sahip topraklar genellikle arid (kurak) iklimlerde oluşurlar (USDA, 1999; Başayığit ve Dinç, 2005). Aridisollerde diğer ordoların aksine organik toprak materyali, donmuş toprak materyali, spodic, albic, andic, oxic, kandic horizonları bulunmaz. Ancak cambic, argillic, natric, salic horizonları bulunabilir (USDA, 2003).

Bu çalışmada, topraklarının önemli bir kısmı Aridisol olarak tanımlanmış olan Sultansuyu tarım işletmesi topraklarının genel özellikleri ile Aridisol ordosunda tanımlanmış olan toprak serilerinin başlıca özellikleri değerlendirilmiştir.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

Çalışma alanı olarak TİGEM'e bağlı olan Sultansuyu Tarım İşletmesi arazileri belirlenmiştir. İşletme Merkez ve Yeniköy olarak adlandırılan 2 parçadan oluşmaktadır. İşletme, Doğu Anadolu Bölgesi'nde Malatya'nın batısında, Malatya-Kayseri karayolunun 27'nci km'sinde Akçadağ İlçesi sınırları içerisinde yer almaktadır (Anonim, 2022a). Bu parçalardan Kuzeyde olan kısım Yeniköy olarak adlandırılmakta olup, 38.486729°-38.446374° ve 38.127114° -38.067123° enlem-boylamları arasında kalmaktadır. Merkez olarak tanımlanmış kısım ise Yeniköyün yaklaşık 10 km. güneyinde bulunmakta ve 38.366855°-38.310430° ve 38.092481° -38.023394° enlem-boylamları arasında yer almaktadır (Şekil 1). İşletme yaklaşık 29.000 da araziye sahiptir.



Şekil 1. Çalışma alanı lokasyon haritası ve sayısal yükseklik modeli

Yaklaşık 29000 da araziye sahip olan işletmede tarımsal üretim ön plandadır. Yaklaşık %83'ü kültür altı arazilerinin %54'ü tarla arazisi, %36'sı yem bitkileri, %8'i bahçe arazisi ve %2'si doğal mera olarak kullanılmaktadır. Kültür dışı arazilerin varlığı ise işletmenin yaklaşık %17'sini oluşturmaktadır. İşletmede buğday ve korunga üretimi yapılmamaktadır. İşletmede daha çok arpa, silaj mısır, fiğ, yonca, çayır-mera kuru ot üretimine yer verilmektedir. İşletmede üretilen ve dağıtımı yapılan sertifikalı tohum çeşitleri; Altıkat arpa, Kahraman yulaf tohumu ve Tarm Beyazı Fiğ tohumu çeşitleridir. Önceki yıllarda yapılan kayısı üretimi son yıllarda yerini diğer bitkilere bırakmıştır. İşletmede hayvancılık da önemli bir tarımsal faaliyettir. Bölgeye adapte olmuş, Esmer ırkı sığır yetiştiriciliği ve saf kan arap atı yetiştiriciliği faaliyetleri yapılmaktadır. 2021 yılı itibari ile 492 büyükbaş sığır (damızlık), 175 baş buzağı, 331 baş safkan arap atı ve 102 baş tay bulunmaktadır. Aynı yıl itibari ile 87 baş damızlık sığır ve 82 baş tay satışı yapılmıştır (Anonim, 2022a). İşletmede birbirinden farklı 9 toprak serisi bulunmaktadır (Anonim, 1991). Bu serilerden Akçadağ, Kap, Kirempe, Yeniköy serileri Aridisol, Ilıca, İncesu, Kalendertepe, Kurbankolu, Sultansuyu, Yeniköy serileri ise Entisol olarak sınıflandırılmıştır.

İşletme Malatya il sınırları içerisinde bulunmaktadır. Ancak işletmenin iklim verileri Malatya ili iklim verileri ile örtüşmemektedir. Meteoroloji Genel Müdürlüğü iklim verilerine göre (Anonim, 2022b) Malatya ili yıllık ortalama sıcaklık 13.7°C ve yıllık yağış ise 383,5 mm olarak belirtilmektedir. Tarım işletmesinin resmi sayfasında ise yıllık ortalama yağışın 279 mm. olduğu belirtilmektedir. Söz konusu bu farklılık işletmenin de içerisinde yer aldığı Malatya Havzasına yönelik Sunkar ve ark. (2013) tarafından yapılan çalışmada da ortaya konmuş, havzanın farklı bölgelerinde yağış değerlerinde iki kat farklılık olduğu belirtilmiştir. Benzer durum sıcaklık farklılıklarında ortaya konmuş, havzanın farklı bölgelerindeki sıcaklık farkının 7-8°C'lere kadar çıktığı belirtilmiştir. İşletme genelinde yıllık yağış ortalama miktarı düşük; yaz sıcaklıkları ise yüksektir. Bundan dolayı arid bir iklim söz konusudur. Yağış ve toprak sıcaklık verileri toprakların nem rejiminin de Aridic olduğunu göstermektedir. İşletmenin jeolojik yapısı incelendiğinde, işletmenin önemli bir kısmını eski göl çökellerinin oluşturduğu görülmektedir. Bunun yanısıra işletmede aluviyal kökenli materyaller de bulunmaktadır. İşletmede Eosen çökeller de yer almaktadır (MTA, 1996).

2.1.1. Metod

Çalışmanın esas materyalini oluşturan Sultansuyu Tarım İşletmesine ait toprak haritası sayısal ortama aktarılmıştır. Bu amaçla raporun ekinde basılı halde bulunan toprak haritası

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

3.1. İşletme Alanı Genel Toprak/Arazi Özellikleri

İşletmede gerek ana materyal gerekse de horizon dizilimi bakımından birbirinden farklı 9 toprak serisi bulunmaktadır. Bu seriler Akçadağ, Ilica, İncesu, Kalendertepe, Kap, Kirempe, Kurbankolu, Sultansuyu ve Yeniköy olarak adlandırılmıştır. Dağılım bakımından en fazla yayılım alanına sahip olan seri Yeniköy serisidir. İşletmenin %23'ünde yayılım gösteren serinin toplam kapladığı alan 6714 da'dır. Genellikle düz-düze yakın arazilerde yayılım gösteren Yeniköy serisi A-B-C horizon dizilimine sahiptir. Ana materyali marn olup, orta derin bir toprak profiline sahiptir. Profilde kireç miselleri ve kireç cepleri bulunan seri topraklarında tekstür killi tın'dır.

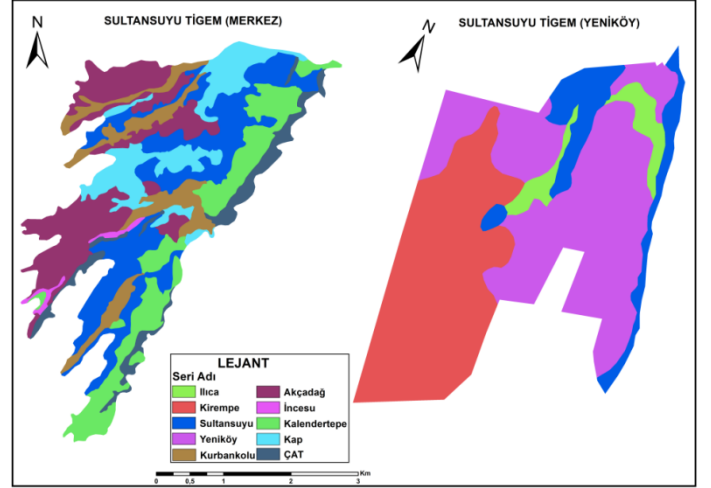
İşletmede en fazla alan kaplayan diğer bir seri ise Kirempe serisidir. 5689 da. alan kaplayan seri işletmenin %19'unda yayılım göstermektedir. Etek arazilerde yan dere aluviyaller üzerinde oluşan seri toprakları ince tekstüre sahiptir. Profil boyunca çok kireçli olan seri topraklarında 2 cm çapına varan çakıllar yer almaktadır. Bu seri topraklarının profillerinde de orta yoğunlukta kireç miselleri mevcuttur.

İşletmenin %4'ü etüdün amacı dışında kaldığı veya doğal toprağı az olan veya hiç olmayan arazilerden oluştuğu için etüd edilmemiştir. Bu alanlarda doğal toprak yok denecek kadar azdır. Bu alanlar yüzeye kadar çıkmış konglomera, yüzeye kadar çıkmış marn, aşırı taşlı kuru dere yatağı, nehir yatağını izleyen küçük aluviyal dolgular, binalar ve haralardır. Bu alanlar etüd dışı bırakılmış ve çeşitli arazi tipi (ÇAT) olarak tanımlanmıştır. İşletmede yeralan toprak serileri ve kapladıkları alan Çizelge 1'de; dağılımları ise Şekil 2'de yer almaktadır.

Çizelge 1. İşletmede yer alan toprak serileri ve kapladıkları alan

Seri Adı	Alan (da)	Alan (%)
Akçadağ	3279	11
Ilica	762	3
İncesu	149	1
Kalendertepe	2689	9
Kap	1987	7
Kirempe	5689	19
Kurbankolu	1614	5
Sultansuyu	5413	18
Yeniköy	6714	23
ÇAT	1067	4
TOPLAM	29364	100

taratılmış, ücretsiz erişim sağlanabilen Google Earth Pro yardımıyla coğrafik düzeltmesi yapılmıştır. Bu amaçla en çok kullanılan coğrafi bilgi sistemi yazılımlarından biri olan ArcGIS 10.4'ten yararlanılmıştır. Haritanın sayısallaştırılması aşamasında toprak haritasındaki her poligon .shp uzantılı olarak kaydedilmiştir. Veritabanı oluşturulduktan sonra alanın genel toprak özellikleri ile birlikte çalışmanın temel amacı olan Aridisol topraklar üzerine odaklanılmıştır.

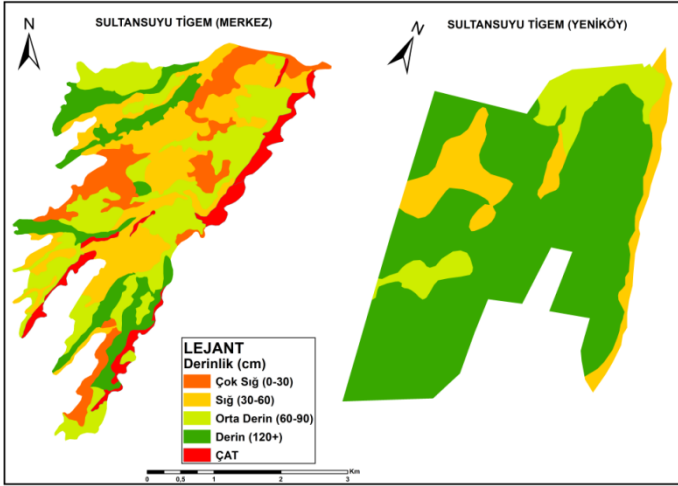


Şekil 2. İşletmede yer alan serilerin dağılımı

İşletmede toprak derinliği bakımından birbirinden çok çeşitlilik göstermektedir. İşletmede çok sığ ile derin sınıfları arasında değişen topraklar mevcuttur. CBS ortamında yapılan sorgulamalarda, toprakların %46'sında (13570 da) 90 cm'den daha derin toprakların olduğu belirlenmiştir. İşletme arazilerinin %21'i orta derin, %21', sığ ve %8'i çok sığ topraklardan oluşmaktadır (Çizelge 2). Toprak derinliğinin dağılımı gösteren harita incelendiğinde Yeniköy mevkiindeki arazilerin daha derin topraklara sahip olduğu görülmektedir (Şekil 3).

Çizelge 2. Çalışma alanı toprak derinlik sınıfları

Toprak Derinliği	Alan (da)	Alan (%)
Derin (90cm+)	13570	46
Orta derin (60-90 cm)	6229	21
Sığ (30-60 cm)	6279	21
Çok sığ (0-30 cm)	2219	8
ÇAT	1067	4
TOPLAM	29364	100

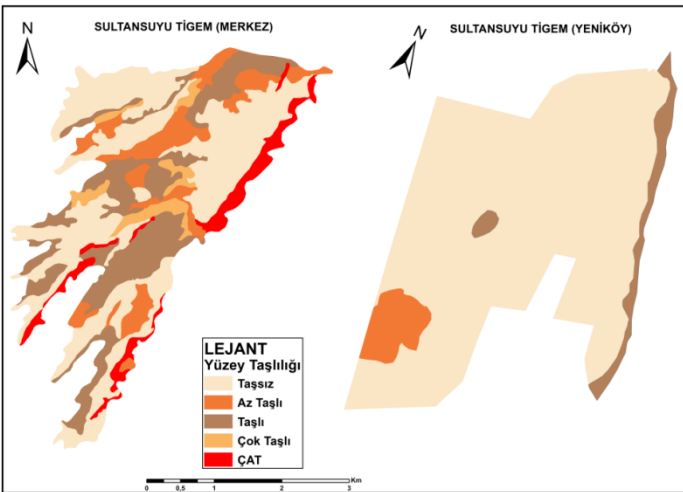


Şekil 3. İşletme arazilerinde toprak derinliği dağılım haritası

İşletme arazilerinde kısmen taşlılık problemi bulunmaktadır. CBS ortamında yapılan sorgulamalarda işletmenin %69'unda taşlılık problemi bulunmamakla birlikte %27'sinde farklı düzeylerde taşlılık sorunu bulunmaktadır (Çizelge 3). İşletme arazilerinde taşlılık dağılım haritası Şekil 4'te yer almaktadır.

Çizelge 3. İşletme arazilerinde taşlılık düzeyleri

Yüzey Taşlılığı	Alan (da)	Alan (%)
Taşsız	20240	69
Çok az taşlı (%5-15)	2824	10
Taşlı (%15-40)	4522	15
Çok Taşlı (%40-80)	711	2
ÇAT	1067	4
TOPLAM	29364	100



Şekil 4. İşletme arazisi taşlılık haritası

İşletmede ordo düzeyinde 2 grup toprak bulunmaktadır. Yüzey epipedonu dışında herhangi bir ileri toprak oluşumu göstermeyen Ilıca, İncesu, Kalendertepe, Kurbankolu ve Sultansuyu serileri Entisol olarak tanımlanmıştır. Toplam 10628 da alana sahip bu ordo toprakları işletmenin %36'sında yayılım

göstermektedir. Yüzey epipedonu dışında en az 1 adet gelişmiş yüzey altı horizonuna sahip Akçadağ, Kap, Kirempe ve Yeniköy serileri ise çalışma alanı ikliminden dolayı Aridisol ordosu içerisinde sınıflandırılmışlardır. Aridisol topraklar işletmede 17669 da alanda yayılım göstermekte olup, işletmenin %60'ına hakimdir (Çizelge 4).

Çizelge 4. İşletmede yeralan toprak serilerinin ordo düzeyinde dağılımları

Ordolar	Alan (da)	Alan (%)
Aridisol	17669	60
Entisol	10628	36
ÇAT	1067	4
TOPLAM	29364	100

3.2. İşletmedeki Aridic Topraklar ve Genel Özellikleri

İşletmede bulunan 9 toprak serisinden 4 tanesi Aridisol ordosunda tanımlanmıştır. Bu serilerin toplam alanları 17.669 da olup, işletmenin %60'ında dağılım göstermektedir. Bu seriler Aridic nem rejiminde olmasının yanısıra en az 1 tanımlayıcı alt epipedon (Argiilic, Natric, Cambic, Calcic) içermektedir. Bu seriler işletmede yayılım düzeyine göre Yeniköy, Kirempe, Akçadağ ve Kap şeklinde sıralanmaktadır. Bu serilerin işletme içerisindeki dağılımları sırasıyla %23, %19, %11 ve %7'dir (Çizelge 5).

Çizelge 5. İşletmede yeralan Aridisol ordosunda tanımlanan toprak serileri

Seri Adı	Alan (da)
Akçadağ	3279
Kap	1987
Kirempe	5689
Yeniköy	6714
TOPLAM	17669

Bu serilerin genel özellikleri işletme raporunda (Anonim, 1991) yer almakta olup, aşağıda kısaca özetlenmektedir. Bu serilerden en fazla alan kaplayan Yeniköy serisi A-B-C horizon dizilimine sahiptir. Yüzey horizonu 10YR hue'ye sahip olup, gövde rengi 7,5 YR'dir. A ve B horizonlarında Killi tın, siltli killi tın bünye bulunmakta iken, C horizonunda kil tekstür mevcuttur. Yeniköy serisi topraklarına ait kimi analiz sonuçları Çizelge 6'da verilmektedir.

Aridisol ordosu olarak tanımlanmış Kirempe serisi ise yan dere aluvialler üzerinde oluşmuşlardır. Profil boyunca ince tekstüre sahip olan seri topraklarının profillerinde 0.5-2 cm çaplı çakıllar mevcuttur. Yüzeyde 10YR renk hakim iken, gövdede 10YR'nin yanısıra 7.5YR renk de görülmektedir. Profil boyunca çok kireçli olup, profilde orta yoğun kireç miselleri bulunmaktadır. Seriyeye ait kimi özellikler Çizelge 6'da yer almaktadır.

Çizelge 6. İşletmede bulunan Aridisol ordosu serilerinin kimi fiziksel ve kimyasal özellikler

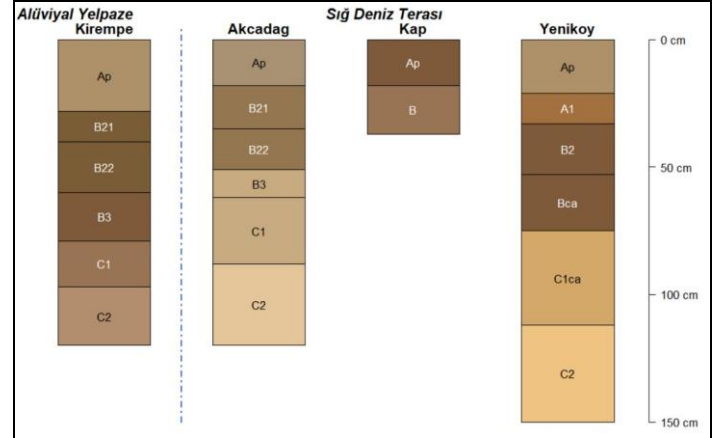
Seri Adı	Horizon	pH	Tuz	Na+	K+	Ca+3.Mg+2	Kireç	OM	Tekstür	Kum	Silt	Kil
Kap	Ap	7.30	0.07	0.30	1.40	44.00	14.30	1.44	CL	34.80	26.40	38.80
Kap	B	7.10	0.07	0.30	1.40	40.70	13.40	-	C	15.00	30.60	54.40
Akçadağ	Ap	7.40	0.05	0.20	1.40	34.00	32.80	0.79	C	23.70	33.60	42.70
Akçadağ	B21	7.20	0.03	0.30	0.90	28.90	36.10	-	C	23.00	32.80	44.20
Akçadağ	B22	7.40	0.05	0.40	0.70	38.30	37.00	-	C	21.00	29.60	49.40
Akçadağ	B3	7.50	0.05	0.30	0.40	27.60	52.50	-	C	28.60	26.10	45.30
Akçadağ	C1	7.70	0.03	0.30	0.20	19.10	57.10	-	C	21.90	20.00	58.10
Akçadağ	C2	7.50	0.04	0.30	0.30	21.10	58.40	-	C	21.50	22.20	56.30
Kirempe	Ap	7.10	0.05	0.30	1.20	37.60	33.60	0.10	C	21.10	35.90	43.00
Kirempe	B21	7.60	0.05	0.30	0.80	36.70	36.30	-	SiC	13.00	45.30	41.70
Kirempe	B22	7.30	0.05	0.30	0.70	36.80	35.50	-	C	14.10	38.20	47.70
Kirempe	B3	7.20	0.05	0.80	0.40	29.20	34.70	-	C	12.00	34.40	53.60
Kirempe	C1	7.70	0.05	0.50	0.60	30.00	26.20	-	C	-	-	-
Yeniköy	Ap	7.40	0.07	0.40	1.50	40.50	16.80	1.71	CL	22.30	38.50	39.20
Yeniköy	A12	7.50	0.05	0.50	1.30	39.50	19.30	-	SiCL	19.30	42.30	38.40
Yeniköy	B2	7.30	0.06	0.50	0.90	38.80	21.80	-	CL	36.10	26.10	37.80
Yeniköy	B3ca	7.60	0.05	0.50	0.40	28.50	48.70	-	CL	37.80	22.60	39.60
Yeniköy	C1ca	7.50	0.08	0.50	0.10	19.10	70.90	-	C	21.60	30.50	47.90
Yeniköy	C2	7.20	0.08	0.60	0.10	18.00	64.30	-	C	21.40	20.20	58.40

Akçadağ serisi de Aridisol ordosu içerisinde tanımlanmış olan serilerdendir. İşletme içerisinde 3279 da alanda yayılım göstermektedir. Marn ana materyali üzerinde oluşmuş orta derin topraklardır. Profil boyunca kil tekstüre ve yüksek kireç içeriğine sahiptir. Serinin tanımlandığı alanın bitki örtüsü doğal mera olmasına rağmen organik madde içerikleri düşüktür. Profil boyunca 10 YR toprak rengine sahiptir. Seriyeye ait kimi özellikler Çizelge 6'da verilmiştir. İşletme içerisinde Aridisol olarak tanımlanmış en az yayılım gösteren seri Kap serisidir. İşletmede 1987 da alan kaplayan seri toprakları işletmenin %7'sinde dağılım göstermektedir. Sığ deniz koşullarında depolanmış marn ana materyali üzerinde yer alan seri toprakları sığ profillidir. Profilde tanımlanmış olan B horizonunun hemen altında sert kalış katmanı yer almaktadır. A horizonunda 10YR, B horizonunda 7.5YR renk hakimdir. Yüzeyle killi tın, B horizonu ise kil tekstüre sahiptir.

İşletmede bulunan ve Aridisol ordosu içerisinde tanımlanan 4 serinin genel özelliklerine bakıldığında birbirinden farklı karakteristiklere sahip olduğu görülmektedir. Fizyografik ünite olarak sığ deniz sekileri üzerinde Yeniköy, Akçadağ ve Kap serileri bulunmakta iken, Kirempe serisi ise Alüvyal yelpaze üzerinde oluşum göstermektedir. Solum derinlikleri bakımından Akçadağ 62 cm., Kap 37 cm., Yeniköy 75 cm. ve Kirempe 63 cm derinliğe sahiptir. Bu bakımdan Kap serisi sığ, diğer seriler ise orta derinliğe sahiptir. Kap serisinin B horizonunun hemen altında bulunan sert kalış katmanı solum derinliğini etkilemektedir. Buna karşın Aridisol olarak tanımlanmış olan tüm serilerin yüzey horizonları 10 YR'ye sahiptir. 10YR yüzeyaltı rengine sahip Akçadağ serisi hariç diğer serilerin yüzey altı renkleri ise 7.5YR'dir. Aridisol olarak tanımlanan tüm seriler çok kireçli olmakla birlikte Yeniköy ve Kirempe serilerinde Kireç miselleri/cepleri mevcuttur.

Söz konusu serilerin pH değerleri 7.1 ile 7.7 arasında değişmekte olup ortalama 7.4'tür. En yüksek pH değerleri Akçadağ ve Kirempe serilerinin C1 horizonunda belirlenmiştir. Toprakların kireç içeriği ise %13 ile %71 arasında değişmektedir. En düşük kireç içeriğine sahip topraklar Kap serisine aittir. En yüksek kireç içeriğine sahip topraklar ise Yeniköy serisine aittir. Bu seri marn ana materyali üzerinde oluşmuş olup, yüzeyde %16 kireç bulunmakta iken profilde düzenli bir artış göstermekte ve alt horizonlarda %71'e çıkmaktadır. Ana materyali genellikle kireçli olan Aridisollerde profilde yıkanma da olmadığından dolayı topraklarda pH ve kireç miktarları yüksektir. Aridik bölgelerde yapılan çeşitli çalışmalarda da (Kurşun ve Dengiz, 2018; Tunçay, 2019; Dedeoğlu ve ark., 2020) benzer sonuçlara

ulaşmıştır. Aridisol ordosunda sınıflandırılan serilerin fizyografik üniteleri, horizon derinlikleri, isimleri ve renkleri Şekil 5'te verilmiştir.



Şekil 5. Aridisol ordosunda sınıflandırılan serilerin şematik gösterimi

İşletme topraklarında tuzluluk %0.03 ile %0.07 arasında değişmekte olup, ortalama %0.05'tir. Bu tuzluluk değeri düşük sınıfta yer almaktadır. En yüksek tuzluluk değerine sahip olan toprakta bile tuzluluk sorunu bulunmamaktadır. Dedeoğlu ve ark. (2010) tarafından yapılan çalışmada da, Aridisol olarak tanımlanan topraklarda tuzluluk sorunu bulunmadığı belirtilmiştir. Buna karşın Karaoğlu ve Yalçın (2018), yaptıkları bir çalışmada Iğdır Ovası topraklarında Aridik koşullarda tuzluluk meydana geldiğini bildirmişlerdir.

İşletme topraklarında organik madde içeriği %0.10 ile %1.71 arasında değişmekte olup, düşük olarak tanımlanmıştır. İşletmede mera alanları bulunsa da iklimsel etmenlerden sıcaklığın yüksek oluşu, topraklarda organik maddenin hızlıca mineralize olmasından kaynaklanmaktadır. Aridisollerde düşük organik madde içeriğine yönelik benzer bulgular Kurşun ve Dengiz (2018), Tunçay (2019), Dedeoğlu ve ark. (2020) tarafından da belirlenmiştir.

İşletme alanında Aridisol ordosu içerisinde tanımlanmış olan serilerin tekstürleri genellikle kil olmakla birlikte derinliğe bağlı olarak siltli kil, killi tın, siltli killi tın olarak da tanımlanmıştır. İşletme arazileri Aridisol ordosu olarak tanımlanmış olan serilerde kil düzeyi %38 ile %58 arasında değişmektedir. En düşük kil içeriğine sahip topraklar Yeniköy serisinin Ap, A1 ve B2 olarak tanımlanmış olan horizonlarına aittir. Tekstür analiz sonuçlarına göre de bu horizonların tekstürü siltli killi tın (SiCL) ve killi tın (CL) olarak belirlenmiştir. En yüksek kil içeriğine sahip topraklar ise Akçadağ serisinin C1 ve C2 horizonları ile Yeniköy serisinin C2 horizonunda belirlenmiştir. Söz konusu bu horizonların tekstürü kil olarak belirlenmiştir. Toprakların önemli özelliklerinden birisi olan tekstür, toprağın havalanması, işlenmesi, besin elementlerin bitki tarafından alınabilirliği veya bu besin elementlerinin profilde dikey hareketine en fazla etki eden özelliktir. Kil tekstüre sahip topraklar besin elementi düzeyi bakımından önemlidir (Güzel ve Gülüt, 2010). Ancak toprakların yüksek miktarda kil içermesi yetersiz havalanma düzeyi, sıkışma, tarım alet makinalarıyla işlemede sorunları da beraberinde getirmektedir. İşletme topraklarının önemli bir

kısmının kil tekstüre sahip olmasına rağmen olumsuzluk yaratacak düzeyde kil bulunmamaktadır.

4. Sonuç

Son yıllarda değişimi ile daha fazla ön plana çıkan iklim karakteristikleri, toprak taksonomisi açısından da önemli bir parametredir. Toprak yapan faktörlerden birisi olan iklim ve iklim etmenleri, toprak oluşu ve gelişimi açısından da kimi toprak özelliklerini etkilemektedir. Özellikle yaz aylarında düşük yağışın olduğu bölgelerde en az 1 alt horizonun gelişmiş olduğu topraklar genellikle Aridisol ordosu içerisinde tanımlanmaktadır. Bu çalışmada Türkiye'nin önemli tarım işletmelerinden biri olan Sultansuyu tarım işletmesinin ve işletme sınırları içerisinde Aridisol ordosunda tanımlanmış olan toprakların genel özellikleri ele alınmıştır. İşletmenin %60'ını oluşturan bu toprakların dışında Entisol olarak da tanımlanmış olan seriler de bulunmakta olup, işletmenin tümü arid bir iklimin etkisi altındadır. İşletmenin arazi kullanımlarına bakıldığında, işletmenin bir kısmında yapılan büyükbaş ve at yetiştiriciliğinin ihtiyacını karşılamak üzere tarımsal üretimin mevcut olduğu görülmüştür. Suyu daha az ihtiyaç duyan bitkilerin tarımsal üretimde kullanılması önemlidir. Bununla birlikte işletmenin topraklarına yönelik en geniş çalışmanın üzerinden yaklaşık 30 yıl geçmiştir. Bundan dolayı işletme topraklarının yeniden detaylı etüdlerinin yapılması en öncelikli çalışmalar içerisinde yer almalıdır.

Kaynakça

- Anonim, (1991). Sultansuyu Tarım İşletmesi Topraklarının Etüd ve Haritalaması. Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü. Sayı:12.
- Anonim, (2022a). Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü. Erişim adresi: <https://www.tigem.gov.tr/Sayfalar/Detay/ef51f9be-1e95-4b01-8f68-1255b0575e47>
- Anonim, (2022b). Meteoroloji Genel Müdürlüğü. Erişim adresi: <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=MALATYA>
- Başayığıt, L. ve Dinç, U., (2005). Toprak Taksonomisine Göre Toprak İklim Rejimleri ve Türkiye Toprakları İçin Örnekler. GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi, 22 (1): 83-91
- Dedeoğlu, M., Özyaytekin, H.H. ve Başayığıt, L. (2020). Orta Anadolu Bölgesi Aridisol Topraklarının Özellikleri ve Arazi Değerlendirmesi. Anadolu J. Agr. Sci., 35: (419-429)
- Dinç, U., Kapur, S., Özbek, H., Şenol, S. (1999). Toprak Genesisi ve Sınıflandırılması. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın NO:C-130.
- Güzel, N. ve Güllüt, K.Y., (2010). Toprağın Oluşumu ve Özellikleri. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 289.
- Jenny, H., (1941). Factors of soil formation. Mc Graw-Hill, New York, pp.281.
- Karaoğlu, M. ve Yalçın, A.M., (2018). Toprak Tuzluluğu ve İçdr Ovası Örneği. Journal of Agriculture, 1(1): 27-41.
- Kurşun, G. ve Dengiz, O. (2018). Arid Karasal Ekosistem Koşulları Altında Oluşmuş Toprakların Sınıflaması ve Dağılımlarının Belirlenmesi. Toprak Su Dergisi, 7 (2): (1-11).

Tunçay, T., (2019). Kurak ekolojik koşullar altında oluşmuş toprakların detaylı toprak etüd haritalama çalışması ve sınıflaması. Akademik Ziraat Dergisi, 8(1): 101-112.

Tunçay, T. ve Dengiz, O., (2017). Yarı Nemli Ilıman İklim Koşullarında Farklı Eğim ve Farklı Arazi Örtüsü Altında Toprak Gelişimi ve Agregat Stabilitesi Değişimi. Toprak Su Dergisi, 6 (1): 36-43.

USDA, (2003). Keys to Soil Taxonomy. Ninth Edition. Soil Survey Staff. United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service



Nesne Tanımda Kullanılan İki Popüler Özniteliğin Karşılaştırılması

Kaan Yasin Kocaman¹, Celal Onur Gökçe^{2*}

¹ Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar Anabilim Dalı, Afyonkarahisar, Türkiye, (ORCID: 0000-0001-5592-8680), kocaman1881@gmail.com

^{2*} Afyon Kocatepe Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Yazılım Mühendisliği Bölümü, Afyonkarahisar, Türkiye, (ORCID: 0000-0003-3120-7808), cogokce@aku.edu.tr

(1st International Conference on Engineering, Natural and Social Sciences ICENSOS 2022, December 20 - 23, 2022)

(DOI: 10.31590/ejosat.1222402)

ATIF/REFERENCE: Kocaman, K. Y. & Gökçe, C. O. (2022). Nesne Tanımda Kullanılan İki Popüler Özniteliğin Karşılaştırılması. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (45), 85-87.

Öz

Bu çalışmada nesne tespitinde ve nesne tanımda literatürde sıklıkla kullanılan iki popüler özniteliğin sınıflandırma performansı tahmini karşılaştırılması yapılmıştır. Birinci öznitelik, orijinal ismiyle Histogram of Oriented Gaussians (HOG), veya Türkçe'deki karşılığı ile Yönlendirilmiş Gradyanların Histogramları, nesne tespitinde ve nesne tanımda en sık kullanılan özniteliklerden birisidir. İkinci öznitelik, orijinal ismiyle Scale Invariant Feature Transform (SIFT), veya Türkçe'deki karşılığı ile Ölçek Değişmez Unsur Dönüşümü, yine nesne tespitinde ve nesne tanımda çok sık kullanılan bir başka özniteliktir. Bu iki öznitelikten birisinin çıktısını herhangi bir sınıflandırıcıya girerek oldukça başarılı sonuçlar almak mümkündür. Peki sınıflandırıcıdan bağımsız olarak hangi öznitelik daha iyi sınıflandırma performansı vermeye yatkındır? Bu çalışmada bu soru cevaplanmaya çalışılmıştır. Veri olarak VisDrone veri setinden araba ve yaya sınıflarından 10'ar tane görüntü kullanılmıştır. Bu iki sınıftan örnek görüntülerin sınıf içi ve sınıflar arası ortalama uzaklıkları hesaplanmış ve sonuçlar raporlanmıştır. Fisher'in Ayırtıcına benzer bir mantık ile bir performans metriği hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlardan HOG özniteliğinin sınıflandırıcıdan bağımsız olarak bu örnek veri setinde sınıflandırma için daha uygun bir öznitelik olduğu tahminine varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Nesne tanıma, öznitelik, HOG, SIFT, sınıflandırma performansı.

Comparison of Two Popular Features Used in Object Recognition

Abstract

In this study performance comparison two popular features used in object recognition is done. First feature, namely Histogram of Oriented Gaussians (HOG) is one of the mostly used features in object detection and object recognition. Second feature, namely Scale Invariant Feature Transform (SIFT) is also widely used in object detection and object recognition. The output of one of these feature extractors is fed to various classifiers and quite successful results are achieved. The question is which one of these two features is more suitable for classification task independent from classifier type. This question is tried to be answered in this study. A subset of VisDrone dataset is used. 10 pictures of cars and 10 pictures of pedestrians are used for testing the feature extractors. Average within class distances and average between class distances are calculated and results are reported. A performance metric similar to Fisher's Discriminant is used to calculate and compare the performances. It is found that HOG feature extractor seems to have slightly better results for classification independent from classifier used.

Keywords: Object recognition, feature, HOG, SIFT, classification performance.

1. Giriş

Nesne tespiti ve nesne tanıma, yapay görmenin en önemli uygulamalarından biridir [1]. Verilen bir resimde belirli bir sınıfa ait bir nesnenin olup olmadığı sorusu nesne tespiti problemi, yine verilen bir resimdeki nesnenin hangi sınıfa ait olduğu sorusu ise nesne tanıma problemidir [2]. Bu konular yapay görme ile ilgilenen araştırmacıların ilgisini çekmiş ve çok sayıda çalışma yapılmıştır [3-5].

Nesne tespiti, nesne sınıflandırmanın özel bir alt problemi olarak düşünülebilir. Şöyle ki, verilen bir resimdeki nesne belirli bir sınıfa mı ait yoksa diğer herhangi bir sınıfa mı ait sorusu ile nesne tespiti aslında iki sınıflı bir nesne sınıflandırma problemi olarak görülebilir.

Nesne sınıflandırma probleminin çözümlerindeki en önemli safhalardan birisi verilen resimden özneliklerin çıkarılmasıdır. Burada amaç bir yandan verinin boyutunu küçülterek boyutluluk laneti (curse of dimensionality) probleminden kaçınmak, bir yandan da sınıflandırma için en uygun alt uzayı bularak sınıflandırma performansını artırmaktır.

Derin öğrenmede alınan başarılı sonuçlara kadar öznelik çıkarma işlemi araştırmacılar tarafından yıllar süren çalışmalar sonucunda manuel olarak yapılmakta idi. Son yıllarda pek çok alanda liderliği almış olan otomatik öznelik çıkartma işlemi ile manuel öznelik çıkartma işlemleri gitgide popülerliğini yitirmektedir. Yine de yılların birikimi olan başarılı manuel öznelikler de kullanarak hibrit bir yaklaşımla sınıflandırma performansını daha da artırmak mümkündür. Bu bağlamda manuel öznelikler otomatik özneliklere destekleyici alternatifler olmalarını sürdürmektedir.

Bu çalışmada kullanılan ilk manuel öznelik HOG [6] olarak bilinmektedir. HOG öznelik çıkarıcı algoritması şu aşamalardan oluşmaktadır:

- 1) Veri ön işleme: Resim boyutu 2'nin kuvveti olan, örneğin 128x64, büyüklüğe ayarlanır.
- 2) Gradyan hesaplama: x ve y yönlerinde gradyanlar hesaplanır.
- 3) Büyüklük ve oryantasyon hesaplama: Gradyanların büyüklükleri ve yönleri bulunur.
- 4) 8x8'lik hücrelerde gradyan histogramları hesaplama
- 5) Gradyanları 16x16'lık hücrelere normalize etme.

Bu çalışmada kullanılan ikinci manuel öznelik SIFT [7] olarak bilinmektedir. SIFT öznelik çıkarıcı algoritması şu aşamalardan oluşmaktadır:

- 1) Ölçek uzayında maksimum seçme
- 2) Anahtar nokta bulunması
- 3) Oryantasyon atama
- 4) Anahtar nokta tanımlayıcısı.

2. Materyal ve Metod

Bu çalışmada VisDrone [8] veri setinden elde edilen 10 araba ve 10 yaya olmak üzere toplam 20 resim kullanılmıştır. Bu resimler aşağıda Şekil 1.'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Çalışmada kullanılan 20 resim

Her resim 64x128 piksel boyutundadır. Her bir resim hem HOG hem de SIFT öznelik çıkarıcılarına girilmiştir. Çıkışta alınan öznelik vektörleri birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Karşılaştırılma yapılırken uzaklık olarak Öklid uzaklığı kullanılmıştır.

Fisher'in Ayırtıcıya benzer şekilde bir sınıflandırma performansı tahmin edicisi kullanılmıştır. Bu tahmin edicinin formülü aşağıda formül 1'deki gibidir.

$$\text{öznelik kalitesi} = \frac{\text{ortalama(Sınıflar arası uzaklık)}}{\text{ortalama(Sınıf içi uzaklık)}} \quad (1)$$

Dolayısıyla farklı sınıflar arasındaki uzaklık arttıkça veya aynı sınıflar arasındaki uzaklık azaldıkça öznelik kalitesi artmaktadır. Bu da tahmin edilebildiği gibi daha kolay sınıflandırılmayla sonuçlanmaktadır.

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Yapılan çalışmada HOG özneliğinin SIFT özneliğine göre bir miktar daha başarılı olması tahmini çıkarılmıştır. Hesaplamalara göre HOG özneliğinin öznelik kalitesi 1.04, SIFT özneliğinin öznelik kalitesi 1.01 olarak bulunmuştur. Buna göre HOG öznelik kalitesi SIFT öznelik kalitesinden yaklaşık olarak %3 daha iyi olarak hesaplanmıştır.

HOG özneliğinin SIFT özneliğine göre %3 civarı bir üstünlük sergilemesi bütün sınıflandırıcılarda daha başarılı olacağı anlamına gelmez. Öznelik kalitesi hesaplanırken veriler arasındaki uzaklık esas alınmıştır. Özellikle yapay sinir ağları gibi doğrusal olmayan sınıflandırıcılarda sınıflandırma performansı, veriler arası uzaklıktan daha çok verilerin uzayda nasıl dizildiğine bağlıdır. Dolayısıyla bazı topolojilerde birbirlerine yakın olan sınıflar daha kolay ayırt edilebilir. Fakat yine de elde edilen bulgular genel olarak özneliklerin sınıflandırma performansı hakkında bir fikir vermektedir.

4. Sonuç

HOG öznelik çıkarma algoritması ile SIFT öznelik çıkarma algoritması karşılaştırılmış ve sınıflandırıcıdan bağımsız olarak sınıflandırma performansı tahmin edilmeye çalışılmıştır. HOG öznelik çıkarma algoritması önerilen performans metriği açısından %3 kadar daha üstün çıkmıştır. İlerideki çalışmalarda daha farklı öznelik çıkarıcıları, daha kapsamlı verilerle ve daha somut sınıflandırıcılarla denenmesi hedeflenmektedir.

Kaynakça

- [1] Zaidi, S. S. A., Ansari, M. S., Aslam, A., Kanwal, N., Asghar, M., & Lee, B. (2022). A survey of modern deep learning based object detection models. *Digital Signal Processing*, 103514.
- [2] Hart, P. E., Stork, D. G., & Duda, R. O. (2000). *Pattern classification*. Hoboken: Wiley.
- [3] K. Gauen, R. Dailey, J. Laiman, Y. Zi, N. Asokan, Y.-H. Lu, G.K. Thiruvathukal, M.-L. Shyu, S.-C. Chen, Comparison of visual datasets for machine learning, in: 2017 IEEE International Conference on Information Reuse and Integration (IRI), 2017, pp.346–355.
- [4] W. Zhiqiang, L. Jun, A review of object detection based on convolutional neural network, in: 2017 36th Chinese Control Conference (CCC), 2017, pp.11104–11109.
- [5] J. Huang, V. Rathod, C. Sun, M. Zhu, A. Korattikara, A. Fathi, I. Fischer, Z. Wo-jna, Y. Song, S. Guadarrama, K. Murphy, Speed/accuracy trade-offs for modern convolutional object detectors, arXiv:1611.10012, 2017.
- [6] N. Dalal, B. Triggs, Histograms of oriented gradients for human detection, in: 2005 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR'05), vol. 1, ISSN1063-6919, 2005-06, pp.886–893.
- [7] Lowe, D. G. (1999, September). Object recognition from local scale-invariant features. In *Proceedings of the seventh IEEE international conference on computer vision (Vol. 2, pp. 1150-1157)*. IEEE.
- [8] Zhu, P., Wen, L., Du, D., Bian, X., Ling, H., Hu, Q., ... & Song, Z. (2018). Visdrone-det2018: The vision meets drone object detection in image challenge results. In *Proceedings of the European Conference on Computer Vision (ECCV) Workshops (pp. 0-0)*.



Sağlık Yönetimi Alanında Lisansüstü Eğitim Gören Öğretim Elemanlarının İstatistiksel Kaygı Düzeylerinin İncelenmesi

Ahmet Y. Yeşildağ^{1*}

^{1*} Karadeniz Teknik Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Sağlık Yönetimi Bölümü, Trabzon, Türkiye, (ORCID: 0000-0003-3116-4051), ay.yesildag@hotmail.com

(1st International Conference on Engineering, Natural and Social Sciences ICENSOS 2022, December 20 - 23, 2022)

(DOI: 10.31590/ejosat.1222420)

ATIF/REFERENCE: Yeşildağ, A.Y. (2022). Sağlık Yönetimi Alanında Lisansüstü Eğitim Gören Öğretim Elemanlarının İstatistiksel Kaygı Düzeylerinin İncelenmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (45), 88-92.

Öz

Günümüzde yapılan ampirik bulguları olan çalışmalarda istatistiki yöntemlerin kullanılması kaçınılmaz hale gelerek büyük bir önem kazanmıştır. Ancak karmaşık doğası ve teknik gereklilikleri dolayısıyla öğrencilerin istatistik kaygıları olabilmektedir. Bu noktada veri ve analizin sıklıkla kullanıldığı sağlık yönetimi alanında lisansüstü eğitim gören öğretim elemanlarının istatistiksel kaygı düzeylerinin araştırılmasına ihtiyaç duyulmuştur. Araştırma kapsamında Türkiye'deki üniversitelerde görev yapan öğretim elemanlarına online olarak iletilen ankete katılım sağlayan 44 kişinin verileri ile araştırma gerçekleştirilmiştir. Katılımcıların istatistiksel kaygı düzeylerinin ortalama olarak 2,53 düzeyinde olduğu saptanmıştır. Cinsiyet, lisansüstü eğitim düzeyi ve dönemi, istatistik dersi alma değişkeni yönünden istatistiksel kaygı düzeyleri arasında anlamlı farklılığa rastlanılmamıştır. Sadece katılımcıların yaşı bağlamında bir fark görülmüştür. 30 yaş ve üzerindeki katılımcıların kaygı düzeylerinin daha düşük olduğu saptanmıştır. Bununla birlikte gruplar arasında istatistiksel kaygı düzeyi en düşük olan grubun doktora tezinin istatistiklerini kendisi yapan grup olduğu saptanmıştır (x=1,24).

Anahtar Kelimeler: İstatistiksel kaygı, Lisansüstü eğitim, Sağlık yönetimi, İstatistik, Endişe.

Investigation of Statistical Anxiety Levels of Academics Undergoing Postgraduate Education in Health Management

Abstract

In today's studies with empirical findings, statistical methods have become inevitable and gained great importance. However, due to its complex nature and technical requirements, students may have statistical concerns. At this point, there was a need to investigate the statistical anxiety levels of postgraduate lecturers in the field of health management, where data and analysis are frequently used. Within the scope of the research, the research was carried out with the data of 44 people who participated in the survey, which was sent online to the instructors working in universities in Turkey. It was determined that the statistical anxiety levels of the participants were 2.53 on average. No significant difference was found between the statistical anxiety levels regarding gender, postgraduate education level, and period of taking a statistics course. There was a difference only in terms of the age of the participants. It was determined that the anxiety levels of the participants aged 30 and over were lower. However, it was determined that the group with the lowest level of statistical anxiety among the groups was the group that made the statistics of the doctoral thesis (x=1.24).

Keywords: Statistical anxiety, Graduate education, Health management, Statistic, Anxiety

* Sorumlu Yazar: ay.yesildag@hotmail.com

1. Giriş

Mezun öğrencilerin yaklaşık %80'inin çeşitli düzeylerde istatistiksel kaygı yaşadığı ileri sürülmektedir (Onwuegbuzie, 2004). İstatistik kaygısının, bireylerin herhangi bir biçimde ve herhangi bir düzeyde istatistikle karşılaştıklarında ortaya çıkan kaygı olduğu ve bu kaygının, durumsal olarak özellikle resmi bir ortamda istatistik öğrenirken veya uygularken ortaya çıktığı ifade edilmektedir (Zeidner, 1991; Onwuegbuzie vd., 1997).

Türk Dil Kurumu Sözlüğü'ne göre istatistik "bir sonuç çıkarmak için verileri yöntemli bir biçimde toplayıp sayı olarak belirtme işi, sayımlama" ve "ilkelerini olasılık kuramlarından alarak elde edilen verileri grafik ve sayı biçiminde değerlendirmeye dayandıran matematiğin uygulamalı dalı, sayım bilimi" olarak tanımlanmaktadır. Kaygı ve eş anlamlı ifadeler ise sözlükte "tatmin edici olmayan veya tedirgin eden durumların ortaya çıkmasını önleyebilmede, güvensizlik içinde bulunulduğunda duyulan tedirgin edici duygu" ve "genellikle kötü bir şey olacakmış düşüncesiyle ortaya çıkan ve sebebi bilinmeyen gerginlik duygusu" şeklinde tanımlanmaktadır (TDK,2022).

Öğrenciler genellikle istatistiğin kapsamını hafife almakta ve bunun sonucunda, istatistik kaygısı olasılığı artmaktadır. Yaşanılan kaygı öğrencilerde öğrenme güçlüğüne neden olur, öğrenciler istatistik derslerini almayı ertelerler, ödevleri geciktirirler ve daha düşük akademik başarı gösterirler. İstatistik kaygısı, bir birey istatistik içeriğine, problemlere, öğretim durumlarına veya değerlendirme bağlamlarına maruz kaldığında ortaya çıkan endişe olarak tanımlanabilir (Macher vd., 2012).

"Bir istatistik dersi alırken veya istatistiksel analiz yaparken, yani verileri toplarken, işlerken ve yorumlarken karşılaşılan kaygı duyguları" olarak da tanımlanan istatistiksel kaygıyı ölçmek için geliştirilen çeşitli ölçekler bulunmaktadır. Bunlardan bazıları doğrudan istatistiksel kaygıyı bazıları da matematiksel kaygıyı ölçmektedir (Baloglu, 2002).

Literatür

Güler vd. (2019) literatürde özellikle son 30 yılda öğrencilerde istatistiksel kaygının belirlenmesine yönelik yapılan çalışmaların arttığını ifade etmektedir. Walsh ve Ugumba-Agwunobi (2002) London Üniversitesi Psikoloji Bölümü'nde eğitim gören 93 öğrenci ile bir çalışma yapmıştır. Çalışmada öğrencilerin istatistiksel kaygı düzeyleri mükemmeliyetçilik, erteleme dürtüsü ve sürekli endişe değişkenleri ile ilişkilendirilmiştir.

Keeley vd. (2008) Amerika Birleşik Devletleri'nin Güneydoğusunda yer alan bir üniversite İstatistiğe Giriş Dersi alan 83 öğrenci ile bir çalışma yapmıştır. Çalışmada öğrencilerin istatistiksel kaygı düzeyleri başarı ihtiyacı ve performans ile ilişkilendirilmiştir. Araştırmada Cruise vd. (1985) tarafından geliştirilen STARS Ölçeği kullanılmıştır. STARS Ölçeği istatistik tahmin, yorumlama kaygısı, sınav ve ders kaygısı, hesaplama öz-yeterliği, yardım isteme korkusu ve istatistik öğretmeninden korku boyutlarında ölçüm yapmaktadır.

Faber ve Drexler (2019) eğitim bilimlerinde lisansüstü eğitim alan öğrencilerle bir çalışma yapmıştır. Çalışmalarında istatistiksel kaygının bağımlı değişken olduğu yapısal eşitlik modelinde alana özgü benlik ve deneyimin etkilerini incelemiştir. Çalışmalarında Faber vd. (2018) tarafından geliştirilen ölçeği kullanmışlardır.

Altun vd. (2021) Türkiye'nin üç farklı bölgesinde Matematik eğitimi alan lisansüstü öğrencilerin istatistiksel kaygı düzeyleri incelenmiştir. Çalışmalarında Faber vd. (2018) tarafından geliştirilen ölçeği kullanmışlardır.

Bu çalışma hem akademik alanda hem de uygulama alanında istatistiksel bilgi ve bulguların çok önemli olduğu sağlık yönetimi alanında lisansüstü eğitim gören öğretim elemanlarının istatistiksel kaygı düzeyini belirleme amacıyla yapılmaktadır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Araştırmanın Tipi: Kesitsel ve tanımlayıcı tipte bir araştırmadır.

2.2. Araştırmanın Evreni ve Örneklemi: Araştırmanın evrenini Türkiye'deki Sağlık Yönetimi Bölümlerinde lisansüstü eğitim alan öğretim elemanları oluşturmaktadır. Araştırmada örneklem hesaplanmayıp evrenin tamamına ulaşmak hedeflenmiştir. Araştırmaya 44 öğretim elemanı gönüllü olarak geri dönüş sağlamıştır.

2.3. Verilerin Toplanması: Araştırma verilerinin toplanması sürecinde Yükseköğretim Kurulu Atlası'nda taranan tüm Sağlık Yönetimi Bölümlerinin web sayfaları incelenerek öğretim elemanlarının e-posta adresi tespit edilmiştir. Kişiler online olarak araştırmaya davet edilmiştir. Bununla birlikte iletişim grupları aracılığıyla da online anket bağlantısı taraflara iletilmiş ve geri dönüşler sağlanmıştır.

2.4. Veri Toplama Aracı: Araştırmada veri toplama aracı olarak 8 demografik ve tanımlayıcı soru ile 17 ifadeli İstatistiksel Kaygı Ölçeği'nden oluşan anket formu kullanılmıştır. İstatistik Kaygısı Ölçeği Faber vd. (2018) tarafından geliştirilmiştir. Ölçeğin Türkçe geçerlik ve güvenilirlik çalışması Güler vd. (2019) tarafından yapılmıştır. Ölçeğin orijinal halinde endişe, kaçınma ve duygusallıktan oluşan 3 boyut bulunmaktadır. Ancak Türkçe uyarlama çalışmasında tek boyutlu bir yapıyla geçerli ölçüm yapıldığı ifade edilmiştir. Ölçek 7'li likert türünde uygulanmıştır. Yazarlar (Güler vd., 2019) atf yapmak koşuluyla izin almadan ölçeğin kullanılabilirliğini ifade etmiştir. Bu nedenle ölçeğin kullanımı için izin alınmamıştır.

2.5. Verilerin Analizi: Araştırma verilerinin analizinde SPSS 25.0 programı aracılığıyla ortalama ve standart sapma değerleri, basıklık çarpıklık değerleri, gruplar arasındaki ortalama farkları ve iç tutarlılık katsayısı hesaplanmıştır.

3. Bulgular

Bu bölümde katılımcıların tanımlayıcı bilgilerine, istatistik dersi ve tezde istatistik kullanma ve analiz yapma gibi durumlara ilişkin bulgularına yer verilmektedir. Daha sonra katılımcıların istatistiksel kaygı düzeylerine ilişkin ortalama ve standart sapma değerleri ile gruplar arasındaki farklılıklara ilişkin bulgulara yer verilmiştir.

Tablo 1. Tanımlayıcı İstatistikler

Değişkenler		n(44)	%
Cinsiyet	Erkek	24	54,5
	Kadın	20	45,5
Yaş	30 yaş altı	24	54,5
	30 ve üzeri	20	45,5
Eğitim	Yüksek Lisans	5	11,4
	Doktora	39	88,6
Dönem	Eğitim	20	45,5
	Tez	24	54,5
Lisansüstü Eğitimde İstatistik Dersi Ama Durumu	Evet	22	50,0
	Hayır	22	50,0
Yüksek Lisans Tezi İstatistiksel Analizleri Yapma Durumu	Kendisi yaptı	24	54,5
	Yardım aldı	15	34,1
	Analiz yapmadı	4	9,1
	Tez yazmadı	1	2,3
Doktora Tezi İstatistiksel Analizleri Yapma Durumu	Kendisi yaptı	8	18,2
	Yardım aldı	2	4,5
	Analiz yapmadı	2	4,5
Tez yazmadı		32	72,7
	İstatistik Bilgisinin Sağlık Yönetimi Alanı İçin Olmazsa Olmaz Olduğunu Düşünme Durumu		
Evet	28	63,6	
Hayır	16	36,4	

Tablo 1’de katılımcıların demografik özelliklerinin dağılımı yer almaktadır. Buna göre katılımcıların %54,5’i erkek, %45,5’i kadındır. Yaş değişkeni yönünden katılımcılar incelendiğinde %55,4’ünün 30 yaş altında %45,5’inin ise 30 yaş ve üzerinde olduğu görülmektedir. Araştırmaya katılan öğretim elemanlarının çoğunluğu (%88,6) doktora eğitimi almaktadır. Eğitim dönemi açısından incelendiğinde katılımcıların çoğunun (%54,5) tez döneminde olduğu görülmektedir. Katılımcıların yarısı lisansüstü eğitim döneminde İstatistik Dersi almışken yarısı almamıştır. Katılımcıların çoğunluğu (%54,5) Yüksek Lisans tezinin istatistiksel analizleri kendisi yapmıştır. Bunu oran olarak istatistiksel analizlerin yardım alarak yapan kişiler takip etmektedir (%34,1). Katılımcıların büyük çoğunluğu henüz doktora tezi yazmamıştır. Yazanların ise çoğu tezindeki istatistiksel analizleri kendisi yapmıştır. Tabloda son olarak katılımcıların %63,6’sının istatistik bilgisinin Sağlık Yönetimi alanı için olmazsa olmaz olduğunu düşündüğü bulgusu yer almaktadır.

Tablo 2. Ortalama, Standart Sapma ve İç Tutarlılık Değerleri

İstatistiksel Kaygı Ölçeği	Min	Mak	Ort. \bar{x}	Sd (s)	C.A. (α)
	1,06	6,00	2,53	1,09	0,95

Tablo 2’de katılımcıların istatistiksel kaygı düzeylerine ilişkin minimum, maksimum değerler, ortalama düzeyi ve standart sapma ile Cronbach Alpha iç tutarlılık katsayısına yönelik bulgular yer almaktadır. Buna göre 7’li likert türünde ölçüm yapılan ölçeğe göre katılımcıların istatistiksel kaygı düzeylerinin ortalama olarak $\bar{x}=2,53$ (s:1,09) düzeyinde olduğu

saptanmıştır. İç tutarlılık katsayısının ise oldukça yüksek (Kılıç, 2016) bir düzeyde olduğu (0,95) saptanmıştır.

Tablo 3. Ölçek Normal Dağılım Varsayım Değerleri

İstatistiksel Kaygı Ölçeği	Kol.- Smi	Sh Wi.	Basıklık	Çarpıklık
	p (sig)	p (sig)		
	,200	,026	0,756	0,685

Tablo 3’te araştırma verilerinin normal dağılım varsayım değerlerine yer verilmektedir. Tabloda yer alan Kolmogorov-Smirnov Testi anlamlılık değeri (p=0,200) ve basıklık çarpıklık değerlerinin -1,5 ve +1,5 değerleri arasında yer alması göz önünde bulundurulduğunda araştırma verilerinin normal dağıldığı görülmektedir (Tabachnick ve Fidell, 2014). Bu nedenle gruplar arasındaki farklılıklar test edilirken parametrik istatistik testlerinden yararlanılmıştır.

Tablo 4. Araştırma Değişkenleri Yönünden Gruplar Arası Farklılıklar

Değişkenler	N (44)	İstatistiksel Kaygı Ölçeği \bar{x}/s
Cinsiyet		
Erkek	20	2,59/1,24
Kadın	24	2,49/0,98
T Testi (p)		0,761
Yaş		
30 Yaş Altı	24	2,90/1,08
30 ve üzeri	20	2,10/0,96
T Test (p)		0,014
Eğitim		
Yüksek Lisans	5	2,40/0,62
Doktora	39	2,55/1,15
T Test (p)		0,774
Dönem		
Eğitim	20	2,76/0,99
Tez	24	2,35/1,16
T Testi (p)		0,225
Lisansüstü Eğitimde İstatistik Dersi Alma Durumu		
Evet	22	2,60/1,02
Hayır	22	2,47/1,18
T Testi (p)		0,701
Yüksek Lisans Tezinin İstatistiksel Analizlerini;		
Kendisi Yaptı	24	2,03/0,87
Yardım Aldı	15	3,27/1,06
İstatistiksel Analiz Yapmadı	4	3,03/0,92
Tez Yazmadı	1	1,72
ANOVA Testi (p)		0,002
Post Hoc*		(1-2)
Doktora Tezinin İstatistiksel Analizlerini;		
Kendisi Yaptı	8	1,24/0,16
Yardım Aldı	2	2,71/0,59
İstatistiksel Analiz Yapmadı	2	2,18/0,29
Tez Yazmadı	32	2,87/1,04
ANOVA Testi (p)		0,001
Post Hoc		(1-4)
İstatistik Bilgisinin Sağlık Yönetimi Alanı İçin Olmazsa Olmaz Olduğunu Düşünme Durumu		
Evet	28	2,69/0,94

Hayır	16	2,27/1,31
T Testi (p)		0,233

Tez yazmayan grupta 1 kişi yer aldığı için Post Hoc analizi kapsamına alınmamıştır.

Tablo 4’te araştırma değişkenleri yönünden katılımcıların istatistik kaygı düzeyi ortalamaları arasındaki farklılıklara yer verilmektedir. Tablodaki veriler doğrultusunda katılımcıların lisansüstü eğitim türü, dönemi, lisansüstü eğitiminde istatistik dersi alma durumu ve istatistik bilgisinin sağlık yönetimi alanı için olmazsa olmaz olduğunu düşünme durumları yönünden istatistiksel kaygı düzeyleri arasında anlamlı farklılığa rastlanmamıştır. Ancak 30 yaşın altında olan katılımcıların istatistiksel kaygı düzeylerinin ($x=2,90$) daha yüksek olduğu saptanmıştır. Bunun yanında Yüksek Lisans ve Doktora tezinin istatistiksel analizlerini kendileri yapan katılımcıların kaygı düzeylerinin diğerlerine kıyasla daha düşük düzeyde olduğu saptanmıştır. Tüm gruplar arasında istatistik kaygı düzeyi en düşük olan grubun doktora tezinin analizlerini kendisi yapan grup ($x=1,24$) olduğu da tabloda yer alan bilgiler arasındadır.

Tablo 5. Ölçek İfadeleri Bazında Ortalama Değerler

İfadeler	Min	Mak	\bar{x}	Sd
Kayıtlı olduğum lisansüstü programın istatistiksel gerekliliklerini karşılamakta zorlanırım.	1,0	6,0	3,08	1,4
İstatistiksel bir problem üzerinde çalışmam gerektiğinde kendimi çok rahatsız hissederim.	1,0	6,0	2,85	1,4
Mümkün olsa bir istatistik dersi almak yerine başka iki ders almayı tercih ederim.	1,0	7,0	1,79	1,3
Derslerde sunum konuları paylaşılırken istatistik içermeyen bir konu olduğundan emin olmaya çalışırım.	1,0	6,0	1,82	1,1
Çalışmalarında istatistiksel içerikleri yeterli derecede tartışmak benim için zordur.	1,0	7,0	2,68	1,5
Sunum hazırlarken istatistikle ilgili olan kısımları sunum dışında tutmayı tercih ederim.	1,0	6,0	1,95	1,1
Bir araştırma raporundaki tabloları/grafikleri açıklamam istendiğinde oldukça gerilirim.	1,0	6,0	2,20	1,2
Derslerdeki istatistiksel içerikleri anlamakta zorlanırım.	1,0	6,0	2,44	1,2
İstatistiksel değerler içeren bir tablodan gerekli bilgileri seçip ayırmada sorun yaşarım.	1,0	6,0	2,49	1,4
Bir derste istatistiksel verileri yorumlamam gerektiğinde komik duruma düşmekten korkarım.	1,0	7,0	2,17	1,4
Bir derste istatistiksel bulgular içeren sunum yapmam gerektiğinde sunumdan sonra	1,0	7,0	2,49	1,5

kimsenin soru sormamasını umut ederim.				
İstatistiksel araştırma bulgularına ilişkin tatmin edici bir rapor sunmakta güçlük çekerim.	1,0	6,0	2,57	1,4
İstatistiksel bir formülü uygulamak zorunda kaldığımda çok gergin hissederim.	1,0	7,0	2,82	1,6
Bir istatistik sınavına dikkatli bir şekilde hazırlanmış olsam da dersi geçemeyeceğim diye endişelenirim.	1,0	7,0	2,80	1,6
Bir derste istatistiksel bir problemi açıklamak zorunda kalma düşüncesi beni oldukça tedirgin eder.	1,0	7,0	2,55	1,5
Bir istatistik dersi aldığımda öğrendiğim her şeyi hemen unutacağım endişesi yaşarım.	1,0	7,0	2,70	1,4
Eğer mümkünse bilimsel metinlerdeki istatistiksel tabloları ve grafikleri atlarım.	1,0	7,0	3,70	1,8

Tablo 5’te ölçek ifadelerinin ayrı ayrı minimum maksimum, ortalama değerleri ve standart sapma değerleri yer almaktadır. Tabloda yer alan veriler doğrultusunda katılımcıların kaygı düzeylerinin en yüksek olduğu ifade “Eğer mümkünse bilimsel metinlerdeki istatistiksel tabloları ve grafikleri atlarım” ifadesinin ($x=3,70$) olduğu görülmektedir. Kaygı düzeyi yüksek olan ikinci sıradaki ifade ise “Kayıtlı olduğum lisansüstü programın istatistiksel gerekliliklerini karşılamakta zorlanırım” ($x=3,08$) ifadesidir.

Katılımcıların kaygı düzeylerinin en düşük olduğu ifadelerin ise sırasıyla “Mümkün olsa bir istatistik dersi almak yerine başka iki ders almayı tercih ederim” ifadesi ($x=1,79$) ve “Derslerde sunum konuları paylaşılırken istatistik içermeyen bir konu olduğundan emin olmaya çalışırım” ifadesi ($x=1,82$) olduğu görülmektedir.

4. Tartışma ve Sonuç

Araştırmada katılımcıların istatistiksel kaygı düzeyinin ortalama olarak 7 üzerinden 2,53 düzeyinde olduğu saptanmıştır. Bu değer alışılmış bir yorum bakışı için 100’e oranlandığında 36,14’e tekabül ettiği görülmektedir. Bu değerlerin ortanın altında düşük bir düzeyde olduğu düşünülmektedir.

Aynı ölçüm aracının kullanıldığı bir çalışmada (Altun vd., 2021) Matematik bölümü lisansüstü öğrencilerinin istatistiksel kaygı düzeyinin 2,57 düzeyinde olduğunu saptamıştır. Bu bulguları itibarıyla iki çalışmada yer alan katılımcıların istatistiksel kaygı düzeyinin birbirine çok yakın olduğu görülmektedir. Ek olarak Altun vd. (2021) de çalışmalarında cinsiyet, eğitim düzeyi, eğitim dönemi ve istatistik dersi alma değişkenleri yönünden kaygı düzeyleri arasında anlamlı bir farklılık saptamamıştır.

Benzer şekilde aynı ölçeğin kullanıldığı başka bir çalışmada (Faber ve Drexler, 2019) 4’lü likert türünde yaptığı ölçüm ile öğrencilerin kaygı düzeylerinin iki farklı örneklem için 37,9 ve 40,6 olduğunu saptamışlardır. Bu değerler karşılaştırma

yapabilmek adına 100'e oranlandığında 55,73 ve 59,7 değerlerine denk geldiği görülmektedir. Bu sonuçlar itibarıyla Faber ve Drexler'in (2019) çalışmasında yer alan katılımcıların kaygı düzeylerinin çalışmamızın katılımcılarından daha yüksek olduğu görülmektedir.

Bu çalışmada Türkiye'deki Sağlık Yönetimi Bölümlerinde lisansüstü öğrenim gören öğretim elemanlarının istatistiksel kaygı düzeyleri belirlenmiştir. Araştırma bulgularının, örneklem sayısının düşüklüğü nedeniyle temsil yeteneği düşüktür. Bu nedenle araştırma örneklemini dışına yönelik herhangi bir çıkarımda bulunulmamaktadır. Ancak istatistiksel veri ve bu verilerinin analizinin çok önemli olduğu sağlık yönetimi alanı için araştırma kapsamındaki bulguların önemli olduğu ve literatüre katkı yapacağı düşünülmektedir.

Kaynakça

- Onwuegbuzie A.J. (2004). Academic procrastination and statistics anxiety, *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 29:1, 3-19.
- Zeidner, M. (1991). Statistics and mathematics anxiety in social science students—some interesting parallels, *British Journal of Educational Psychology*, 61, 319–328.
- Onwuegbuzie, A. J., DaRos, D. & Ryan, J. (1997). The components of statistics anxiety: a phenomenological study, *Focus on Learning Problems in Mathematics*, 19(4), 11–35.
- TDK (2022). Türk Dil Kurumu Sözlüğü. <https://sozluk.gov.tr/>
- Macher, D., Paechter, M., Papousek, I., & Ruggeri, K. (2012). Statistics anxiety, trait anxiety, learning behavior, and academic performance. *European journal of psychology of education*, 27(4), 483-498.
- Baloğlu, M. (2002). Psychometric properties of the statistics anxiety rating scale. *Psychological Reports*, 90(1), 315-325.
- Güler, N., Teker, G. T., & İlhan, M. (2019). Lisansüstü eğitim öğrencilerine yönelik İstatistik kaygısı ölçeği'nin Türkçe'ye uyarlanması. *Eğitimde ve Psikolojide Ölçme ve Değerlendirme Dergisi*. 10(4); 435-450.
- Walsh, J. J., & Ugumba-Agwunobi, G. (2002). Individual differences in statistics anxiety: the roles of perfectionism, procrastination and trait anxiety. *Personality and Individual Differences*, 33(2), 239-251.
- Keeley, J., Zayac, R., & Correia, C. (2008). Curvilinear relationships between statistics anxiety and performance among undergraduate students: Evidence for optimal anxiety. *Statistics Education Research Journal*, 7(1).
- Cruise, R., Cash, R., & Bolton, D. (1985). Development and validation of an instrument to measure statistical anxiety. *ASA Proceedings of the Section on Statistical Education Section* (pp. 92-97). Alexandria, VA: American Statistical Association.
- Faber, G., & Drexler, H. (2019). Predicting Education Science Students' Statistics Anxiety: The Role of Prior Experiences within a Framework of Domain-Specific Motivation Constructs. *Higher Learning Research Communications*, 9(1), n1.
- Faber, G., Drexler, H., Stappert, A., & Eichhorn, J. (2018). Education science students' statistics anxiety: Developing and analyzing a scale for measuring their worry, avoidance, and emotionality cognitions. *International Journal of Educational Psychology*, 7(3), 248-285.
- Altun, M., Yılmaz, G. K., Demir, B., & Çelik, H. S. (2021). Statistical Anxiety and Meta Cognitive Awareness Levels of

- Graduate Students Studying in Mathematics Education Program. *European Journal of Education Studies*, 9(1)
- Kiliç, S. (2016). Cronbach's alpha reliability coefficient. *Psychiatry and Behavioral Sciences*, 6(1), 47.
- Tabachnick, B.G., Fidell, L.S. (2014). *Using Multivariate Statistics* (Sixth Edition). Pearson: England.



Paslanmaz Çeliklere Uygulanan Flanşlama Operasyonunun Parametrik Özelliklerinin Sonlu Elemanlar Analizleri ve Deneysel Tasarımı Yaklaşımını ile İncelenmesi

Onur Saray^{1*}, Uğur Efe², Ömer Fırat³

^{1*} Bursa Teknik Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Bursa, Türkiye, (ORCID: 0000-0002-9378-3870), onur.saray@btu.edu.tr

² YPS OTOMOTİV AŞ, Tasarım Merkezi, Bursa, Türkiye (ORCID: 0000-0001-7716-3404), ugur.efe@yps.com.tr

³ YPS OTOMOTİV AŞ, Tasarım Merkezi, Bursa, Türkiye (ORCID: 0000-0003-4852-0876), omer.firat@yps.com.tr

(1st International Conference on Engineering, Natural and Social Sciences ICENSOS 2022, December 20 - 23, 2022)

(DOI: 10.31590/ejosat.1216746)

ATIF/REFERENCE: Saray, O., Efe, U. & Fırat, Ö (2022). paslanmaz çeliklere uygulanan flanşlama operasyonunun parametrik özelliklerinin sonlu elemanlar analizleri ve deneysel tasarımı yaklaşımını ile incelenmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (45), 93-99.

Öz

Bu çalışmada, ferritik paslanmaz çeliklere uygulanan flanşlama operasyonlarında kullanılacak zımba-kalıp çiftlerinin geometrik özellikleri ile elde edilen flanşlara ait geometrik özellikleri arasındaki ilişkiler Taguchi deneysel tasarımı ve sonlu elemanlar analizleri kullanılarak incelendi. Bu kapsamda hem flanş et kalınlığı hem de flanş boyunun en büyük değerlere ulaşması için zımba koniklik boyu, kalıp koniklik açısı ve pilot delik çapının sırasıyla 3,5 mm, 90° ve 2,75 mm değerini alması gerektiği anlaşıldı. Proses parametrelerinin deformasyon davranışı ile ilişkisi incelendiğinde ise, proses davranışını en çok zımba koniklik boyunun etkilediği görüldü. Bu faktörün mümkün olan en küçük değerler alması halinde, flanş boyu ve flanş et kalınlığının bir arada büyük değerlere taşınabileceği anlaşıldı. Ancak bunun aynı zamanda malzemenin sıvaması gibi şekillendirme problemlerine neden olabileceği anlaşıldı.

Anahtar Kelimeler: Paslanmaz çelikler, flanş oluşturma prosesi, flanş boyutları, plastik şekillendirme, deneylerin tasarımı

Investigation of the Parametric Properties of the Flanging Operation for Stainless Steels with Finite Element Analysis and Experimental Design Approach

Abstract

In this study, Taguchi's experimental design and finite element analysis were used to determine relationships between the geometrical properties of the punch-die pair and flange dimensions. Results of the study showed that the highest values of both flange wall thickness and flange length could be achieved when punch taper length, die taper angle and pilot hole diameter took values of 3.5 mm, 90°, and 2.75 mm, respectively. When the relationship between the process parameters and the deformation behavior was examined, a more substantial effect of punch taper length on the deformation behavior of the process was detected. The decrease in values of the punch taper length is found necessary to simultaneously increase flange length and flange wall thickness. However, it was realized that this could also cause forming problems, such as smearing the material due to high contact pressures.

Keywords: Flange forming process, Flange dimensions, Plastic Deformation, Design of Experiments

* Sorumlu Yazar: onur.saray@btu.edu.tr

1. Giriş

Sac malzemelerin şekillendirilmesi ile üretilen parçaların, diğerleri ile birleştirilerek bir ürün haline getirilmesinde kullanılan önemli yöntemlerden birisi de civata bağlantılarıdır. Söz konusu bağlantıların uygulanması, parçaların değiştirilmesine olanak tanıdığından düşük maliyetli bir endüstriyel çözüm sunmaktadır. Sac metallerin şekillendirilmesi ile üretilen parçaların birleştirilmesinde de kullanılan bu yaklaşımda, somun vazifesi, saclara açılan deliklerin flanşa formuna şekillendirilmesi sonrasında ovalanan dış formları ile sağlanmaktadır. Bu yaklaşım sayesinde, ilave parça ve bu parçanın sac metal düzelenine birleştirilmesi ile alakalı ara işlemler elenerek, ekonomik ve işlevsel bir çözüm ortaya konulmaktadır. Bu çözümlere, otomotiv endüstrisinde de rastlamak mümkündür. Özellikle, paslanmaz çelik sacların şekillendirildiği egzoz hatlarının karoseriye sabitlenmesinde genellikle bu uygulama tercih edilmektedir.

Sac malzemelerin flanş olarak şekillendirilmesi ile alakalı literatürde yapılmış çalışmalara rastlamak mümkündür. Bu çalışmalar, deneysel, hesaplamalı ve analitik mühendisli araçları kullanılarak uygulanmıştır. Nipersin vd. (2011) tarafından yapılan bir çalışmada, silindirik zımba kalıp çifti ile uygulanan bir flanş oluşturma operasyonunun analitik modeli oluşturulmuştur. Bu modelde, flanş et kalınlığı ile zımba kalıp boşluğunun birbiri ile uyumlu geometrik özelliklere sahip olduğu varsayılmıştır. Flanş oluşturma sürecinin plastisite modeli Jianping vd. (2010) tarafından da oluşturularak, elde edilen sonuçlar sonlu elemanlar analizlerinden elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılmıştır. Bu çalışmadan, şekillendirme için gerekli olan kuvvet değerleri ve gerilme dağılımı gibi analitik büyüklüklerin analitik hesaplama yaklaşımları ile yüksek doğrulukta hesaplanabildiği gösterilmiştir. Huang vd. (2001) tarafından yapılan hesaplamalı bir çalışmada, flanş oluşturma prosesinde, kullanılan zımbanın köşe radyusunun etkisini incelenmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar, köşe radyusunun büyüklüğünün zımba kuvveti ve flanş geometrisini belli oranda etkilediği, ancak, şekillendirme limitini değiştirmediği gösterilmiştir Luo vd. (2011) tarafından yapılan bir çalışmada, flanş et kalınlığının artırılması için ikincil ezme işleminin uygulanması önerilmiştir. Elastisite modülü, anizotropi ve akma dayanımı gibi parametrelerin flanş et kalınlığının geometrik dağılımı üzerinde etkili olduğu anlaşılmıştır. Krichen vd. (2011) tarafından yapılan bir çalışmada alüminyum alaşımlarına uygulanan flanş oluşturma operasyonları sonrasındaki geri yaylanmanın pot çemberi basıncı ile olan ilişkisi incelenmiştir. Çalışmanın en önemli sonucu oluşturulan flanşların geometrik düzgünlüklerinin geri yaylanmadan belirgin olarak etkilendiği ve bunun kontrol edilmesi için geri yaylanma kuvvetinin en önemli parametre olduğudur. Thipprakmas vd. (2012) tarafından yapılan bir çalışmada, flanş oluşturma operasyonları için gerekli olan şekillendirilebilirlik değerlerinin delik germe testinden elde edilen HE% oranı arttıkça artış sergilediği gösterilmiştir. Bu nedenle, delik germe testlerinin flanş oluşturma proses tasarımı için gösterge verisi olarak kullanılabilceği değerlendirilmiştir. Kacem vd. (2011) tarafından yapılan bir çalışmada, flanş boyutlarının kontrolü için flanş şekillendirme prosesine ütüleme adımı elenmiştir. Bu şekilde flanşın et kalınlığı azaltılarak boyunun uzatılması sağlanmıştır [7]. Masmodi vd. (2017) tarafından yapılan bir çalışmada, alüminyum alaşımlarına şekillendirilen deliklere hasarsız dış açılması için gerekli olan geometrik parametrelerin etkileri incelenmiştir. Bu çalışmada, GTN modelinin sonlu elemanlar

uygulamaları ile şekillendirme analizleri kurgulanıp, uygun zımba kalıp boşlukları için farklı modeller koşturulmuştur. Lin vd. (2014) kalın plakalarda flanş boyunun arttırılması için gerekli olan malzeme hacmini sağlanması için plakanın bölgesel olarak ezilmesine yönelik bir proses önermiştir. Silindirik kalıpların kullanıldığı proseste, flanş boylarının etkin şekilde arttırılmasına imkân sağlanırken şekillendirme yüklerinde de belirgin artış olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Literatürde yapılan az sayıdaki çalışmalar incelendiğinde, flanş oluşturma prosesinin incelendiği çalışmaların genellikle yapı çelikleri ve alüminyum alaşımları üzerine yoğunlaştığı anlaşılmaktadır. Bunun yanında prosesin uygulandığı kalıp sistemlerinin silindirik geometride olduğu dikkati çekmiştir. Proses sırasında ütüleme adımının uygulandığı çalışmaların ise az sayıda olduğu söylenebilir. Bu çerçevede yüksek et kalınlığına sahip paslanmaz çeliklere uygulanacak flanş oluşturma operasyonlarının hiç çalışılmadığı dikkati çekmektedir. Diğer taraftan flanş boyunun uzatılmasına yönelik olarak, ütüleme adımının eklenmesi ile uygulanan çözümler var olsa da bu uygulamanın endüstriyel uygulamaların çalışma stroğu üzerindeki olumsuz etkisi nedeniyle, fazlaca tercih edilemeyeceği aşikardır.

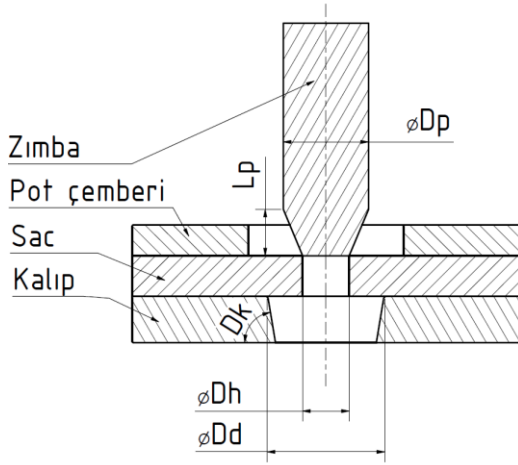
Literatürde görülen, yukarıda özetlenmiş olan eksikliklerin giderilmesi ve flanş oluşturma prosesinin endüstriyel perspektife göre daha kolay uygulanabilir bir çerçevede ele alınması amacıyla bu çalışmada, konik kalıp geometrisine sahip olan kalıplar ile uygulanacak bir şekillendirme operasyonu parametrik olarak incelenmiştir. İncelemeler, sonlu elemanlar yöntemi ve deneylerin tasarımı yaklaşımları ile optimize edilmiştir.

2. Materyal ve Metot

Bu çalışmada 2 mm kalınlığa sahip 1. 4512 kalite ferritik paslanmaz çelik saclar kullanıldı. Deney malzemesinin temel mekanik özellikleri ve deformasyon davranışının belirlenmesi ölçü genişliği 20 mm ve inceltirilmiş bölümünün boyu 125 mm olan çekme numunelerine oda sıcaklığında ve 10^{-2} 1/s deformasyon hızında tek eksenli çekme deneyi uygulandı. Bu deneylerden malzemenin akma dayanımı (σ_y), çekme dayanımı (σ_{UTS}), uniform birim uzama (ϵ_u) ve kopma uzaması (ϵ_f) değerleri ile pekleşme katsayısı (K) ve pekleşme üsteli (n) belirlendi.

Flanş oluşturma süreci sırasında malzemede meydana gelecek olan hasarın öngörülmesi için ISO16330'a uygun numunelere delik germe testleri uygulandı. Bu testlerde 60° koniklik açısına sahip zımba kullanılarak 10 mm çapındaki delikler çeperde çatlak oluşuncaya kadar genişletildi. Test sırasında gelişen şekillendirme süreci sonrasında elde edilecek en büyük delik çapı için % genişleme oranı belirlendi.

Flanş oluşturma operasyonu dahilinde kullanılacak zımba ve kalıp takımına ait teknik resimler Şekil 1. de verilmiştir. Üretilen flanşların iç delik çapları 5,5 mm olarak sabit tutuldu. Bu nedenle, zımbanın en geniş çapı da 5,5 mm değerini aldı. Flanşın oluşturmak üzere kullanılacak pilot delik çapı (d_0), zımba koniklik boyu (L_p) ve kalıp koniklik açısı (D_k) parametreleri ise şekillendirme sisteminde yer alan bağımsız tasarım değişkenleri olarak belirlendi. Bu değişkenlerin uygulanabilir sınırdaki seviyeleri Tablo 1'de gösterilmiştir. Seviye kombinasyonlarının optimum değerlerinin araştırılması için deney tasarımı yaklaşımı kullanıldı. Bu kapsamda Taguchi yönteminin L9 tablosuna göre parametrelerin kombinasyonları Tablo 2'te verilmiştir.



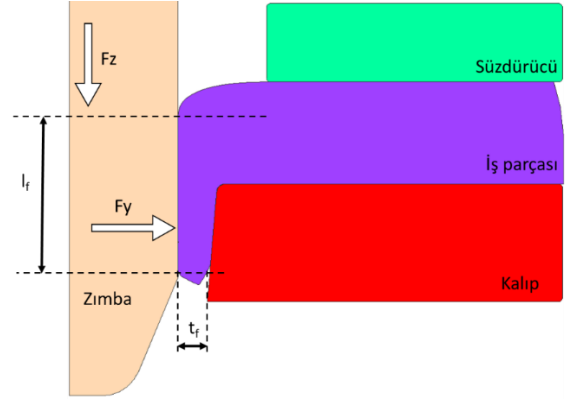
Şekil 1. Flanşlama zımba-kalıp çiftine ait geometrik parametrelerin şematik gösterimi

Tablo 1. Flanşlama zımba-kalıp çiftine ait geometrik parametrelerin aldığı değerler

Parametreler				
Sabit parametre		Değişken parametre		
Zımba çapı, Dp [mm]	Kalıp çapı Dd [mm]	Zımba konik boyu, Lp [mm]	Kalıp koniklik açısı, Dk [derece]	Pilot delik çapı, Dh [mm]
5,5	7,5	3,5	85,0	2,50
5,5	7,5	7,0	87,5	2,75
5,5	7,5	14,0	90,0	3,00

Tablo 2. Flanşlama zımba-kalıp çiftine ait geometrik parametreleri için L9 boyutunda Taguchi deney tasarımı parametre tablosu

Faktörler	Zımba koniklik boyu, Lp	Zımba koniklik açısı, Dk	Pilot delik çapı, Dh	
Seviyeler	A1	3,5	85,0	2,50
	A2	3,5	87,5	2,75
	A3	3,5	90,0	3,00
	A4	7,0	85,0	2,75
	A5	7,0	87,5	3,00
	A6	7,0	90,0	2,50
	A7	14,0	85,0	3,00
	A8	14,0	87,5	2,50
	A9	14,0	90,0	2,75



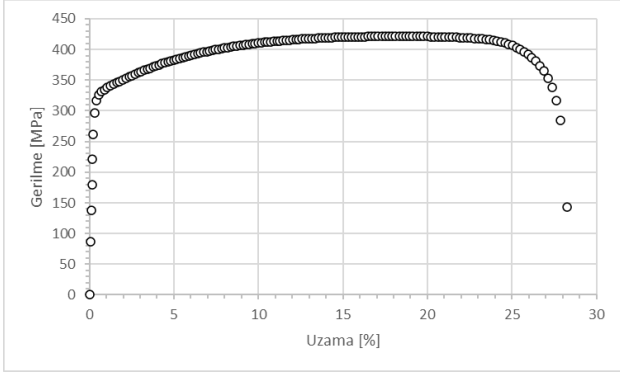
Şekil 2. L9 boyutunda Taguchi deney tasarımı kapsamında araştırılan sonuç değerlerinin şematik gösterimi

Tablo 2’de gösterilen proses parametrelerine göre uygulanacak şekillendirme analizlerinde kullanılacak $Dh=2,5$ mm, $Dh=2,75$ mm ve $Dh=3$ mm çapındaki ön deliklerin oluşturulması için basit kesme analizleri yapıldı. Bu analizlerde kullanılan kesme kalıplarının geometrik özellikleri Şekil 3’de gösterilmiştir. Farklı çaplardaki deliklerin kesilmesinde kullanılacak kalıpların çapının zımba çapından sac kalınlığının %16 daha büyük olarak oluşturulmuştur. Modellemede, kalıp ve zımbanın deformasyona uğramadığı varsayılmıştır. Sistemde bulunan bileşenler arasında tanımlanan temas algoritması MSC Marc “Segment to segment” kullanılmıştır. Deformasyona uğratılacak sac malzemenin geometrisi boyutu 0,65 mm olan sonlu elemanlar ile temsil edilmiştir. Söz konusu elemanlar kesme bölgesinde 4 kat küçültülerek 0,1625 mm olarak oluşturulmuştur. Böylece, sac malzeme-zımba etkileşimlerinin daha hassas şekilde gözetlenebilmesi hedeflenmiştir. Kesmenin sonunda gerçekleşen koparma bölgesi ise, geometrik olarak tanımlanmıştır. Kesme prosesi sırasında sac malzeme ile zımba arasındaki sürtünme katsayısı 0, 15 olarak seçilmiştir. Kesme prosesi çıktısı olan pilot delikleri açılmış sac malzemeler biriken birim şekil değiştirmeler ile L9 ortogonal seri deney tasarımı kapsamındaki şekillendirme proseslerine aktarıldı. Böylece, prosesin hem kesme hem de şekillendirme süreçlerinin bir arada modellenmesi sağlanmıştır. Kesme ve flanş oluşturma operasyonlarında ortak işlem öncesi (pre-processing) ve çözüm parametreleri kullanıldı. Sonlu elemanlar analizleri için modeller MSC Simufact Forming yazılımında hazırlandı. Taguchi deney tasarımı için ise, ticari Minitab yazılımı kullanıldı.

Flanşları geometrik özelliklerinin değerlendirilmesinde, 5,5 mm iç çapa sahip olan deliklere M6 boyutunda iç vida dişinin ovalama ile oluşturulacağı varsayıldı. Bu boyuttaki civata dişlerinde diş dibi çapının 6 mm olduğu dikkate alınırsa, ovalama ile flanş et kalınlığına uygulanması gereken ezme miktarının yarı çap doğrultusunda 0,25 mm olacağı anlaşılmaktadır. Bu nedenle, diş çekilebilir flanş boyundaki et kalınlığının da bu değer en az iki katına karşılık gelen 0,5 mm olması gerektiği varsayıldı. Bunun yanında oluşturulacak flanşlara açılması gereken diş sayısının en az dört olacağı varsayıldı. M6 boyutundaki normal diş vidaların hatvesinin 1,0 mm olduğunu dikkate alarak oluşturulacak flanşlarının boyunun en az 4 mm olması gerektiği varsayıldı.

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Malzemenin çekme deneyinden elde edilen karakteristik mühendislik-yüzde uzama eğrisi Şekil 3'te verilmiştir. Bu eğrilerden elde edilen temel mekanik özellikler ise Tablo 3'te verilmiştir. Şekil 3 ve Tablo 3 incelendiğinde 1.4512 malzemenin yaklaşık 307 MPa büyüklüğündeki akma dayanımı sonrasında etkin şekilde pekleşerek yaklaşık 418 MPa büyüklüğündeki çekme dayanımına %19'luk uniform uzama sergileyerek ulaşmıştır. Uniform deformasyon bölgesinde pekleşme katsayısı ve pekleşme üssü değerleri sırasıyla 656 MPa ve 0,16 olarak belirlenmiştir. Malzemenin boyun verme sonrasında ulaştığı kopma uzaması ise, yaklaşık %29 seviyelerindedir. Bu çerçevede malzemenin genel olarak soğuk şekillendirme proseslerine uygun nitelikte mekanik özelliklere ve deformasyon davranışına sahip olduğu söylenebilir. Malzemenin delik germe oranı %150 olarak belirlenmiştir. Bu durumda en küçük D_h değeri (2,5 mm) değerinin ulaşabileceği çap değeri 6,25 mm olarak belirlenebilir. Bu sonuç, malzemenin çekme kuvvetleri altında gerilmesi halinde çalışmada kullanılan zımba çapı olan 5,5 mm'den daha büyük bir değere kadar genişletilebileceği anlaşılmaktadır. Çalışmada kullanılan diğeri için de benzer sonuçlara ulaşılabilir ($D_h=2,75$ mm için 6,875 mm ve $D_h=3$ mm için 7,5 mm)



Şekil 3. 1.4125 malzemenin tek eksenli gerilme-uzama eğrisi.

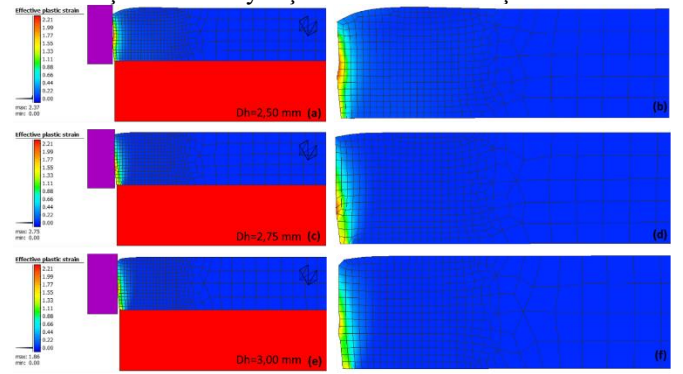
Tablo 3: 1.4125 malzemenin mekanik özellikleri

Mekanik özellik	Ortalama	Standart sapma
Akma dayanımı [MPa]	307,3	14,7
Çekme dayanımı [MPa]	418,7	3,2
Uniform uzama [%]	19,0	0,7
Kopma uzaması [%]	29,1	0,8
Pekleşme katsayısı [MPa]	655,7	25,9
Pekleşme üssü	0,16	0,015
Delik germe oranı [%]	150	5

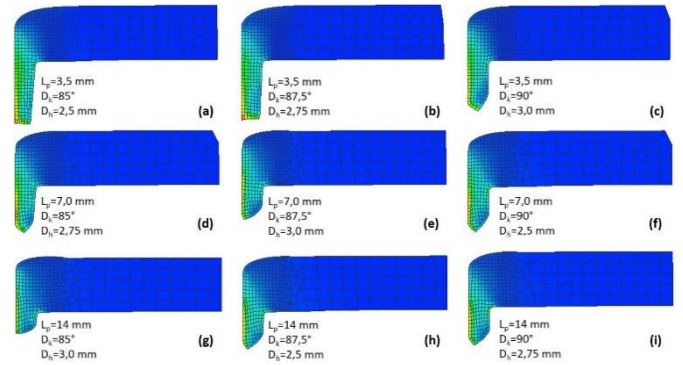
Malzemenin delik germe oranı %150 olarak belirlenmiştir. Bu durumda en küçük D_h değeri (2,5 mm) değerinin ulaşabileceği çap değeri 6,25 mm olarak belirlenebilir. Bu sonuç, malzemenin çekme kuvvetleri altında gerilmesi halinde çalışmada kullanılan zımba çapı olan 5,5 mm'den daha büyük bir değere kadar genişletilebileceği anlaşılmaktadır. Çalışmada kullanılan diğeri için de benzer sonuçlara ulaşılabilir ($D_h=2,75$ mm için 6,875 mm ve $D_h=3$ mm için 7,5 mm)

L9 boyutundaki deney tasarımı ile kurgulanan şekillendirme analizlerinden elde edilen sonuçları gösteren analiz görüntüleri Şekil 5'de verilmiştir. Bu şekillerden ölçülen L_f (flanş boyu), t_f (flanş et kalınlığı) F_x/F_z (normal kuvvet/şekillendirme kuvveti) yanıtları Tablo 4'de özetlenmiştir. Şekil 6 ve Tablo 5'de verilen e-ISSN: 2148-2683

değerler incelendiğinde deformasyon davranışı ile ilgili temel çıktıları elde etmek mümkündür. Şekillendirme prosesi ile elde edilmesi planlanan en önemli çıktı flanş içinde dış çekilebilir nitelikteki bölgenin mümkün olan en büyük boy (L_f) ve et kalınlığına (t_f) sahip olması gerekliliği ortaya çıkmaktadır (Tablo 4). Bunun yanında prosesin şekillendirme sırasında karşılaşacağı en temel problemde, zımba yüzeyi ile malzeme yüzeyi arasındaki sürtünme etkileri olarak değerlendirilmelidir. Bu durum, Tablo 4'de verilen F_z/F_x oranının en düşük seviyede olmasını gerektirmektedir. Buna göre faktörlerden L_f ve t_f için "büyük olan iyidir" ve F_x/F_z için de "küçük olan iyidir" kriterlerine göre kurgulanan Taguchi deney tasarımı uygulanmıştır. Analiz sonuçlarının deney tasarımına uygunluğunun değerlendirilmesi amacıyla %95 güvence seviyesi skalasındaki normal dağılım Şekil 6'da verilmiştir. Deney tasarımında analizlerinden elde edilen sonuçlar ise sırasıyla Şekil 7-9'da verilmiştir.



Şekil 4. D_h parametresinde kullanılacak pilot deliklerin oluşturulmasında uygulanan kesme analizlerden elde edilen sonuçlar:



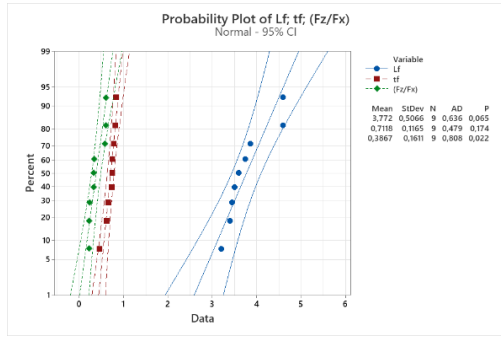
Şekil 5. Deney tasarımı kapsamında uygulanan flanş oluşturma parametrelerinden elde edilen kesit görüntüleri

L_f yanıtının "en büyük en iyi" kriterine göre L_p , D_k ve D_h faktörleri ile değişiminin ortalama değerler ve signal/gürültü türünden gösterimi Şekil 7'de verilmiştir. Şekil 7 incelendiğinde L_f yanıtının en etkili şekilde arttıran parametrenin L_p (zımba koniklik boyu) olduğu anlaşılmaktadır. Şekillendirme öncesinde açılan pilot deliğin çapı, D_h ise, L_f üzerinde en etkili ikinci faktör olduğu görülmektedir (Şekil 7). L_f yanıtının faktörler ile değişimi incelendiğinde, L_p ve D_h faktörlerinin artan değerleri ile azalma eğilimi sergilediği, D_h faktörünün 2,75 mm değerini aldığı anda en büyük değere ulaştığı görülmektedir. Buna göre, L_f 'nin ne büyük değere ulaşması için L_f , D_k ve D_h faktörlerinin alması gereken uygun değerlerin sırasıyla 3,5 mm, 85° ve 2,75 mm olduğu anlaşılmaktadır (Şekil 8). t_f (flanş et kalınlığı) yanıtının en büyük değere ulaşmasında en etkili parametrenin L_p zımba koniklik boyu olduğu, bunu sırasıyla D_h ve D_k takip ettiği söylenebilir. t_f yanıtının değeri L_p 'nin artan değerleri ile birlikte

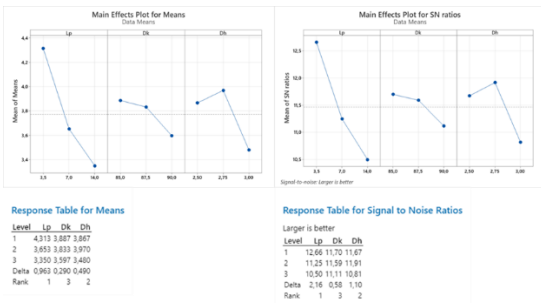
eğilimde olduğu, D_k faktörü ile ise $87,5^\circ$ değerine kadar artış sergiledikten sonra belirgin bir değişim göstermediği söylenebilir (Şekil 8). Söz konusu yanıtın D_h ile değişimi dikkate alındığında ise en büyük değer $2,75$ mm boyutundaki pilot delik çapında elde edildiği görülmektedir (Şekil 8). Elde edilen bu sonuçlara göre, t_f yanıtının en büyük değere ulaşması için L_p , D_p ve D_h parametrelerinin alması gereken değerlerin sırasıyla $3,5$ mm, $87,5^\circ$ ve $2,75$ mm olduğu söylenebilir (Şekil 8). F_x/F_z yanıtının etkileyen en güçlü faktörün L_p olduğu dikkati çekmektedir. L_p 'nin artan değerleri ile F_x/F_z yanıtının azalma eğiliminde olduğu anlaşılmaktadır (Şekil 9). D_k ve D_h faktörlerinin ise, F_x/F_z yanıtı üzerinde belirgin bir etkiye sahip olmadığı söylenebilir (Şekil 9). Buna göre L_h parametresinin 14 mm olması durumunda F_x/F_z en küçük değerini almaktadır.

Tablo 4. Deney tasarımı kapsamında uygulanan flanş oluşturma prosesinde kullanılan seviyeler ve elde edilen yanıtlar. L_p : Zimba koniklik boyu (mm), D_k : Zimba koniklik açısı D_h : Pilot delik çapı, L_f : Flanş boyu, t_f : Flanş et kalınlığı, F_z : Zimba kuvveti (kN), F_x : Yanal kuvvet (kN)

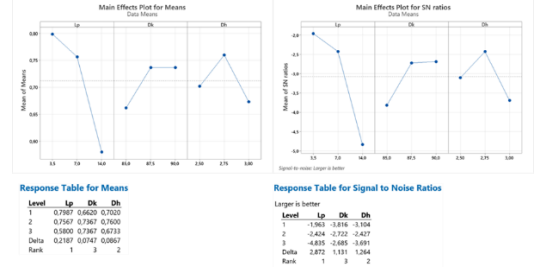
#	Faktörler			Yanıtlar				
	L_p mm	D_k (°)	D_h mm	L_f mm	t_f mm	F_z kN	F_x kN	F_z/F_x
1	3,5	85,0	2,50	4,59	0,75	27,5	46,0	0,60
2	3,5	87,5	2,75	4,60	0,87	26,6	44,9	0,58
3	3,5	90,0	3,00	3,74	0,99	25,1	41,5	0,60
4	7	85,0	2,75	3,86	0,87	20,6	60,9	0,34
5	7	87,5	3,00	3,50	0,93	18,4	54,8	0,33
6	7	90,0	2,50	3,56	1,00	20,1	59,5	0,33
7	14	85,0	3,00	3,21	0,95	13,0	55,1	0,24
8	14	87,5	2,50	3,38	0,96	15,5	66,9	0,23
9	14	90,0	2,75	3,45	1,00	15,7	66,6	0,23



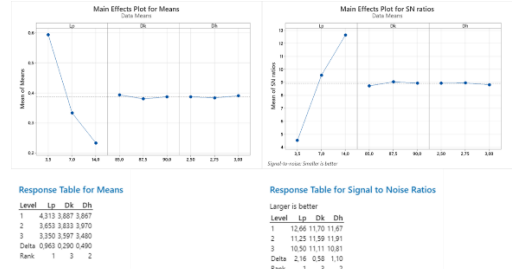
Şekil 6. Sonlu elemanlar analizlerden elde edilen yanıt değerlerinin istatistiksel dağılımı.



Şekil 7. L_f yanıtının “en büyük en iyi” kriterine göre L_p , D_k ve D_h faktörleri ile değişiminin ortalama değerler ve signal/gürültü türünden gösterimi.



Şekil 8. t_f yanıtının “en büyük en iyi” kriterine göre L_p , D_k ve D_h faktörleri ile değişiminin ortalama değerler ve signal/gürültü türünden gösterimi.



Şekil 9. F_z/F_x yanıtının “en büyük en iyi” kriterine göre L_p , D_k ve D_h faktörleri ile değişiminin ortalama değerler ve signal/gürültü oranına göre değişimi

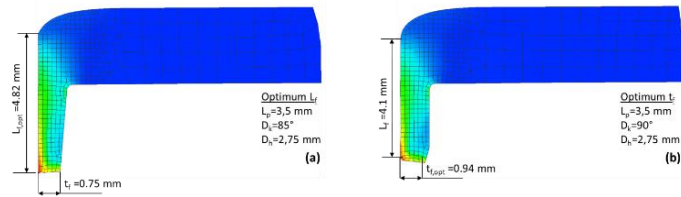
Faktörlerin yanıtlar üzerindeki etkileri genel olarak değerlendirildiğinde, flanş boyunu (L_p) ve flanş et kalınlığını (t_f) en büyük değerleri almasını sağlayacak faktörlerin birbiri ile uyumlu seyir içerisinde olduğu dikkati çekmektedir. Nitekim, her iki yanıtın da optimum seviyelerine ulaşması için L_p ve D_h faktörlerinin sırasıyla $3,5$ mm ve $2,75$ mm değerlerini alması gerektiği anlaşılmaktadır. Ancak D_k faktörünün optimum seviyesinin L_f 'nin en büyük değerine ulaşması için 85° olması gerekirken, t_f 'nin en büyük değerine ulaşması için $87,5^\circ$ veya 90° olması gerekmektedir. Bu sonuçlar göz önünde bulundurularak, L_f ve t_f parametrelerinin üç farklı optimum seviye kombinasyonu ortaya çıkmaktadır (Tablo 5, Şekil 10).

Tablo 5’de verilen optimum seviye kombinasyonlarının ürettiği yanıtlar incelendiğinde L9 deney tasarımı tarafından üretilen yanıtlardan daha büyük sonuçların elde edildiği anlaşılmaktadır. Nitekim, Tablo 5’te verilen L9 deney tasarımı seviyelerinden elde edilen yanıtlardan daha büyük olan $L_f = 4,82$ (Tablo 5) yanıtının elde edildiği görülmektedir. Bu yanıtın elde edildiği optimum seviye kombinasyonunun ürettiği t_f yanıtı ise, $0,76$ mm değerini almıştır. t_f yanıtının en büyük değeri alması için değerlendirilen olası iki farklı optimum seviye kombinasyonu karşılaştırıldığında D_k faktörünün 90° seviyesinde olması halinde elde edilen t_f yanıtının $0,94$ mm değerine ulaştığı, aynı koşullardaki L_f yanıtının ise $4,1$ mm değerini aldığı Tablo 6’dan anlaşılmaktadır. D_k faktörünün $87,5^\circ$ değerini alması halinde ise, t_f yanıtının $0,87$ mm değerine ulaştığı, aynı koşullardaki L_f yanıtının ise $4,60$ mm değerini aldığı anlaşılmaktadır. Belirlenen optimum seviye kombinasyonlarının endüstriyel uygulama açısından performansları değerlendirildiğinde, elde edilen L_f yanıtlarının bütününde 4 tam diş açmak için yeterli boy (4 mm) elde edilebildiği dikkati çekmektedir. Benzer şekilde optimum seviye kombinasyonlarından elde edilen L_f değerlerinin hiç birisi 5 tam diş oluşturmak için yeterli boy olan 5 mm değerine ulaşamamıştır. Bu durumda, optimum seviye kombinasyonları arasında en büyük et kalınlığına sahip seviyenin seçilmesi uygun görülmektedir. Bu bakış açısı ile, endüstriyel uygulamalara dönük optimum seviye

kombinasyonunun Tablo 5’de verilen seviye 11 olduğu söylenebilir. Söz konusu seviye kombinasyonu sayesinde hedeflenen dış sayısının mümkün olan en büyük et kalınlığında uygulanabildiği anlaşılmaktadır.

Tablo 5. Deney tasarımı ile üretilen optimum seviye kombinasyonları ve elde edilen yanıtlar.

Analiz	Faktörler			Yanıtlar		
	L_p	D_k	D_h	L_f	t_f	F_z/F_x
10 opt. L_f	3,5	85	2,75	4,82	0,76	0,58
2 opt. t_f	3,5	87,5	2,75	4,60	0,87	0,58
11 opt. t_f	3,5	90,0	2,75	4,10	0,94	0,59



Şekil 10. Deney tasarımında elde edilen optimum seviye kombinasyonları dahilinde L_f : flanş boyu ve t_f : flanş et kalınlığı yanıtlarının aldığı değerler.

İncelenen faktörlerin yanıtlar üzerindeki etkilerinin deformasyon davranışları ile açıklanması önemli bir çıktı teşkil etmektedir. İncelenen prosteste şekillendirilecek flanşın temel boyutlarını belirleyen önemli iki parametreden ilki, D_h ile D_d boyutları ile sınırlanmış durumdaki serbest malzemenin hacmidir (Şekil 1). İkincisi ise, bu hacmin doldurulacağı kalıp boşluğunun D_k ve L_p ile belirlenen sınırlarıdır (Şekil 1). Proses esnasında zımbanın hareketi ile deformasyon için serbest malzeme hacmi, kalıp boşluğunu doldurmak üzere akması sağlanmaya çalışılmaktadır. Söz konusu malzeme akışının seyrine göre de şekillendirilen flanşın temel boyutları ortaya çıkmaktadır (Şekil 5). Malzeme akışı üzerindeki en önemli parametre zımba koniklik boyudur. Bu parametrenin azalması durumunda serbest malzemenin kalıp boşluğuna aktarılması daha etkin şekilde gerçekleştiğinden daha yüksek flanş boyları elde edilmektedir. Tersisi durumda ise, zımba hareketi kalıp boşluğunu doldurmaktan çok malzemenin çap doğrultusunda akışını sağlayarak delik etrafının şişmesine neden olmaktadır. Bu etkiler Şekil 5(d)- Şekil 5(i)’de verilen analiz sonuçlarında net şekilde görülmektedir. Bu şekiller incelendiğinde L_p değerinin 14 olması çap doğrultusundaki genişlemenin daha belirgin olarak meydana geldiği açıkça görülmektedir. Malzeme akışının bu şekilde gelişmesi ile, elde edilen flanş boyu değerleri de sınırlı seviyede kalmaktadır (Tablo 4). D_k kalıp koniklik açısının malzeme üzerindeki etkileri incelendiğinde, artan koniklik değerleri ile kalıbın malzeme akışına karşı gösterdiği direnç artmaktadır. Bu artışın neticesinde zımba koniklik boyunda düşük değerler aldığı durumlarda (Tablo 4’de verilen seviye 1, 2 ve 3) flanş et kalınlığı azaltılarak flanş boyunun daha da uzaması sağlanabilmektedir. Bu durum, Şekil 5(a), Şekil 5(b) ve Şekil 5(c)’de gösterilen deformasyon geometrilerinde net bir şekilde görülmektedir. Nitekim, L_p değerinin 3,5 mm sabit kaldığı bu analizlerde kalıp koniklik açısının azalması durumunda elde edilen flanş boylarının arttığı flanş et kalınlıklarının ise azaldığı görülmektedir. Diğer taraftan, hem zımba koniklik boyunun nispeten yüksek değerler aldığı şekillendirme operasyonlarında, kalıp konikliğinin

azaltılması durumunda, hem kalıbın akışa karşı sergilediği direncin yüksek olması hem de koniklik boyunun yüksek olması nedeniyle malzemenin çap doğrultusunda deforme olmaya daha yatkın olması sonucunda et kalınlığı büyük ancak boyu sınırlı flanşlar oluşmaktadır. Nitekim, $L_p=14$ ve $D_k=85^\circ$ değerlerini aldığı zaman flanş boyu $L_f=3,21$ mm gibi sınırlı bir değer almaktadır (Şekil 5(g) ve Tablo 4). D_h pliot delik çapının azalan değeri ile deformasyona uğratılabilir nitelikteki sertbest malzeme hacmini artmaktadır. Bu değişim flanş oluşturma operasyonları için önemli bir avantaj sunmaktadır. Nitekim, flanşın hem boyunun hem de et kalınlığının daha büyük değerler alması istenmesi halinde oluşan flanş hacminin de serbest malzeme hacmi ile karşılayabilmesi gerekmektedir. Elde edilen sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde, bu avantajın kullanılabilmesinin ancak oluşturulan serbest malzeme hacminin akmaya zorlanmasına olanak sağlayacak zımba ve kalıp parametreleri ile uyumlu olduğunda mümkün olacağı anlaşılmaktadır.

Çalışmada incelenen önemli parametrelerden birisi de F_x/F_z oranının aldığı değerlerdir. Bu değerler ürünün geometrik boyutları ile direkt olarak ilişkili olmasa da prosesin tekrar edilebilirliği ve ekipmanların ömrü açısından önem arz etmektedir. Nitekim, elde edilmesi beklenen flanş boyutlarına ulaşılması için zımbanın hareketi için gerekli olan pres kuvveti F_z ve flanşın çevresel olarak maruz kaldığı F_x kuvvetlerinin oranı zımbanın flanş şekillenirken maruz kaldığı sıkışmayı temsil etmektedir. Bu oranın artan değerleri ile, şekillendirme sırasında meydana gelen zımba sıkışması ve buna bağlı olarak gelişen aşınma ve yüzey sıvamasının artması beklenmelidir. Bu oranın faktörler ile ilişkisi değerlendirildiğinde, L_p ve D_k faktörlerinin küçük değerler aldığı seviyelerin nispeten yüksek F_z/F_x oranı ürettiği dikkati çekmektedir. Başka bir deyişle, kalıbın malzeme akışına direncinin yüksek olması ve zımbanın serbest malzemeyi etkin şekilde kalıp boşluğuna akmaya zorlaması durumunda F_x/F_z oranı da belirgin şekilde artış sergilemektedir. Bunların arasında da L_p ’nin D_k ’dan daha belirgin şekilde etkili olduğu söylenebilir. Bu durum, L_p parametresinin kalıp boşluğuna malzeme akışını kontrol edebilen yegane parametre olmasından kaynaklanmaktadır. Gerçekten de L_p faktörünün yüksek değerler alması durumunda malzeme akışının kalıp boşluğuna etkin şekilde gerçekleşmiyor olması, D_k faktörünün etkisini ortaya çıkarmasının önüne geçmektedir. Taguchi deney tasarımından elde edilen sinyal/Gürültü oranları da bu düşüncüyü destekler niteliktedir. Şekil 9’da F_z/F_x cevabı üzerinde etkisi en yüksek olan parametre L_p faktörü olarak belirlenirken D_k ’nın belirgin olarak etki etmediği, ancak D_h ’da da az da olsa etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Çalışmada kullanılan ferritik paslanmaz çelikler gibi elastisite modülü nispeten düşük olan malzemelerde bu tip etkilerin de daha belirgin şekilde gözleneceği öngörülebilir. Bu çalışmada olduğu gibi, flanş boyu ve et kalınlığının birlikte büyük değerler almasının hedeflendiği şekillendirme proseslerinin bütününde F_x/F_z oranının aldığı değerler 0,6 seviyelerinde elde edilmiştir. Bu durum yukarıda işaret edilen malzemenin zımbaya sıvaması gibi şekillendirme problemlerinin ortaya çıkmasının olası olduğunu, bunu engellemek için yağlayıcılar, yüzey kaplama gibi önlemlerin alınmasının zaruri olabileceğini göstermektedir.

4. Sonuç

Bu çalışmada paslanmaz çeliklere uygulanacak flanşların geometrik özellikleri ve proses özellikleri ile şekillendirmede kullanılacak zımba kalıp setinin geometrik özellikleri arasındaki ilişkiler deney tasarım teknikleri ve hesaplamalı yaklaşımlar kullanılarak araştırılmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir:

1. L9 boyutunda deney tasarımı tekniği flanşlama operasyonları üzerinde etkili geometrik parametrelerin öngörülmesinde ve bunlar arasındaki etkileşimler dahilinde elde edilecek uygun parametrelerin tayin edilmesinde üstün etkinlik sergilemektedir.

2. Flanş oluşturma operasyonlarında hem deformasyona uğratan serbest malzeme hacmi ile zımba ve kalıba uygun geometrik özelliklerin uyumlu olması gerekmektedir.

3. Flanş boyunu ve flanş et kalınlığı yanıtlarını en çok zımba koniklik boyu (L_p), en az kalıp koniklik açısı (D_k) etkilemektedir.

4. Şekillendirme kuvveti ile radyal kuvvet arasındaki F_x/F_z oranının en çok etkileyen faktör zımba koniklik boyu (L_p)'dir. Diğer faktörlerin etkisi göz ardı edilebilecek seviyededir.

5. Zımba-kalıp sisteminin malzeme ile etkileşimi dahilinde incelenen faktörlerde, şekillendirme kuvveti ile radyal kuvvet arasındaki F_x/F_z oranının flanş boyunu arttıran parametre setlerinde yüksek değerler almaktadır. Bu durum, malzemenin zımba üzerine sıvaması gibi proses hatalarına neden olabileceği değerlendirilmiştir.

6. Flanş et kalınlığı ve flanş boyunun birlikte en büyük değere ulaşması için en uygun parametreler $L_p=3,5\text{mm}$, $D_k=90^\circ$ ve $D_h=2,75\text{mm}$ olduğu bulunmuştur. Bu değerler, M6 boyutundaki 4 tam civata dışın oluşturulmasına imkan sağlayacak flanşın hem flanş boyu hem de flanş et kalınlığının en büyük değerlere ulaşmasını sağlamaktadır.

5. Teşekkür

Çalışmada kullanılan MSC yazılımlarının lisanslarının sağlanmasındaki destekleri için BIAS Mühendislik, NETFORM Mühendislik firmalarına, çalışma sırasındaki analizlerin gerçekleştirilmesindeki destekleri için POSITIVE Dizayn Mühendislik ve Teknoloji Geliştirme firmasına teşekkür ederiz.

Kaynakça

- Nepershin, R. I. (2011). Formation of a flange from a flat blank with a hole. *Journal of Machinery Manufacture and Reliability*, 40(2), 140-148.
- Jianping, W., Huanhuan, W., Shan, L., Anle, M., & Lijuan, F. (2010, June). Study of lip thickness calculation of hole-flanging process on mid-thick metal sheet. In 2010 International Conference on Mechanic Automation and Control Engineering (pp. 3032-3035). IEEE.
- Huang, Y. M., & Chien, K. H. (2001). Influence of the punch profile on the limitation of formability in the hole-flanging process. *Journal of Materials Processing Technology*, 113(1-3), 720-724.
- Luo, J. C., Wang, X. Y., Guo, M. L., & Xia, J. C. (2011). Precision research in sheet metal flanging and upset

extruding. *Materials Research Innovations*, 15(sup1), s439-s442.

- Krichen, A., Kacem, A., & Hbaieb, M. (2011). Blank-holding effect on the hole-flanging process of sheet aluminum alloy. *Journal of Materials Processing Technology*, 211(4), 619-626.
- Thippakmas, S., & Phanitwong, W. (2012). Finite element analysis of flange-forming direction in the hole flanging process. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 61(5), 609-620.
- Kacem, A., Krichen, A., & Manach, P. Y. (2011). Occurrence and effect of ironing in the hole-flanging process. *Journal of Materials Processing Technology*, 211(10), 1606-1613.
- Masmoudi, N., Soussi, H., & Krichen, A. (2017). Determination of an adequate geometry of the flanged hole to perform formed threads. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 92(1), 547-560.
- Lin, Q. Q., Dong, W. Z., Wang, Z. G., & Hirasawa, K. (2014). A new hole-flanging method for thick plate by upsetting process. *Transactions of Nonferrous Metals Society of China*, 24(7), 2387-2392.



Çeşitli Toz Sıkıştırma Yöntemlerinin Karşılaştırılması

Emre Kurt¹, Fatih Aydemir², Batuhan Evren³,

^{1*} Tırsan Treyler San. Ve Tic A.Ş, Sakarya,Turkey, (ORCID: 0000-0001-6017-1694), emre.kurt@kaessbohrer.com

^{2*} Tırsan Treyler San. Ve Tic A.Ş, Sakarya,Turkey, (ORCID: 0000-0002-0597-1047), fatih.aydemir@kaessbohrer.com

^{3*} Tırsan Treyler San. Ve Tic A.Ş, Sakarya,Turkey, (ORCID: 0000-0002-7038-4818), batuhan.evren@tirsan.com

(1st International Conference on Engineering, Natural and Social Sciences ICENSOS 2022, December 20 - 23, 2022)

(DOI: 10.31590/ejosat.1219539)

ATIF/REFERENCE: Kurt, E., Aydemir, F., Evren, B., (2022). Çeşitli Toz Sıkıştırma Yöntemlerinin Karşılaştırılması *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (45), 100-106.

Öz

Toz metalürjisi metal veya seramik malzeme tozlarının üretilmesi, bu tozların şekillendirilmesi ve sinterlenme aşamaları ile iş parçası eldesine imkân veren bir yöntemdir. Toz metalürjisi yöntemi otomotiv sektörü başta olmak üzere pek çok alanda kullanılmaktadır. Geleneksel yöntemlere nazaran düşük hammadde kaybı, düşük birim üretim maliyeti (yüksek sayıda iş parçası üretimi halinde) gibi avantajlar sağlamaktadır. Toz metalürjisi yöntemi karmaşık geometriye sahip, yüksek ergime sıcaklığına sahip iş parçaları, geleneksel yöntemlerle alaşımlayamayacak malzemelerin üretimi için kullanılan bir yöntemdir. Tozların sıkıştırılması toz metalürjisinin önemli bir alanını teşkil eder. Bu makalede geleneksel toz sıkıştırma yöntemleri; Tek yönlü presleme, çift yönlü presleme, soğuk izostatik sıkıştırma, sıcak izostatik sıkıştırma, toz dövme, toz enjeksiyon, toz ekstrüzyon, toz haddeleme, çamur (slip) döküm ve şerit döküm yöntemleri anlatılmış ve bu yöntemlerin bir karşılaştırılması yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Toz metalürjisi, Toz sıkıştırma, Toz haddeleme, Şerit döküm, Toz dövme, Toz ekstrüzyon

Comparasion of Various Powder Forming Methods

Abstract

Powder metallurgy is method which is able to process work piece by following the phase of metal and ceramic powder production, powder forming, and sintering. The powder metallurgy is used in many ares especially in automotive industry. Powders metallurgy provides advantages if comparing with conventiounous methods such as: low loss of raw material and low unit of production cost (in processing of scores process work). Powder metallurgy is able to process of process works which has complex geometry or high melting temperature. Also material can process with powder metallurgy method which can not alloy with conventional techniques. Powder forming constitutes an important area in powder metallurgy. In this paper, conventional powder forming methods such as: single action pressing, double action pressing, hot isostatic pressing, cold isostatic pressing, powder forging, powder injection moulding, powder extrusion, powder rolling, slip casting, tape casting methods are expressed and compared.

Keywords: Powder metallurgy, Powder forming, Powder Rolling, Casting tape, Powder forget, Powder extrusion

¹ Sorumlu Yazar: emre.kurt@kaessbohrer.com

1. Giriş

Toz metalurjisi modern tekniklerden farklı olarak ilk çağlarda kalıplama veya dekoratif malzemelerin üretiminde kullanılsa da ancak 18. YY sonlarında metallerin sinterlenmesi, platin tozların üretilmesi ile modern olarak üretim metotları arasında adını duyurmaya başlamıştır. Toz metalurjisine ait ilk örneklerle M.Ö 3000'lerde karşılaşılmalıdır. Mısırlılar bazı aletlerin üretiminde toz ve parçacıklar kullanmışlar. Tozları döverek şekillendirmişlerdir. Modern olarak toz metalurjisi 18. YY sonlarında kendini duyurmuştur. İlk olarak platin madeni toz halinde işlenmiştir. Toz metalurjisinde 19 yy. da karmaşık şekilli parçaların üretimi ve sinterlemesi yapılmaya başlanmıştır. Toz metalurjisi ekstrüzyon yöntemi ile lamba filamanlarının üretimi ile 19 yy.'da ticari anlamda kullanılmaya başlanmıştır. Toz metalurjisi için önemli bir adım ise 20 yy. başlarında üretilen kendinden yağlamalı yataklardır. Daha sonra filtrasyon teknikleri, gözenekli yapılar gibi üretimler ile toz metalurjisi hızlı bir ilerleme gerçekleştirmiştir. 1940-1950 yılları arası dönemde kendinden yağlamalı yataklar oldukça yaygınlaşmıştır. İkinci Dünya savaşı sonrasında havacılık ve nükleer teknoloji alanlarında kullanılmaya başlanmıştır. 1950-1960 arası dönemde dövme tekniği ile iş parçalarının üretimi gerçekleştirilebilmiştir. Bu gelişim tam yoğunluk ile sıkıştırma işlemlerinin başlangıcını simgelemektedir. 1970'lerde yüksek yoğunluğa sahip olan iş parçaları ticari anlamda üretilmeye başlanmıştır (Kempton, H. R, 1993, Lindkop. P ve ark 1986). Günümüzde toz metalurjisi başta otomotiv sektörü olmak üzere nükleer, havacılık, seramik üretimi gibi alanlarda kullanılmaktadır.

2. Toz Sıkıştırma Yöntemleri

Toz metalurjisi yöntemiyle üretilecek ürünlerde sinterleme aşamasında geçilebilmesi için tozlara kendi ağırlığını taşıyabilecek kadar bir yoğunluk kazandırılması gerekir. Bu durum toz sıkıştırma yöntemlerini akla getirmektedir. Toz sıkıştırma yöntemlerini basit olarak basınçlı ve basınçsız yöntemler olmak üzere iki grupta inceleyebiliriz.

2.1. Basınçlı Teknikler

Basınçlı teknikler toz metalurjisinde kullanılan en yaygın yöntem grubudur. Tozların şekillendirilmesinde sistem içinde basınçtan faydalanır. Her malzeme çeşidinin farklı bir sıkıştırma basınç aralığı vardır. Farklı malzeme türleri için basınç değerleri Tablo 1'de verilmektedir.

Tablo 2.1 Toz malzemelerin sıkıştırma basınçları (Boothroyd ve ark 2010).

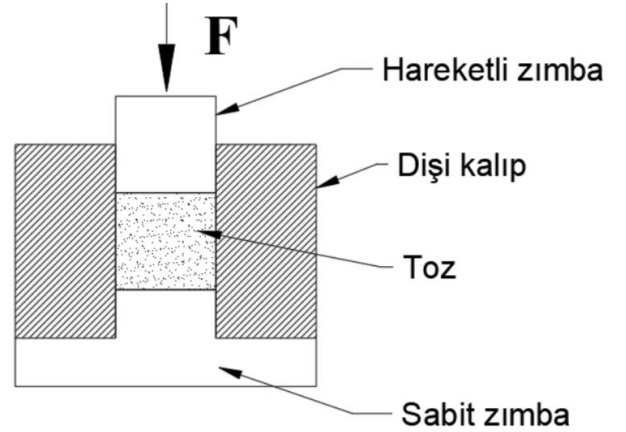
Malzeme	MPa
Alüminyum	69-276
Pirinç	414-687
Karbon	138-165
Alumina	110-138
Ferritler	110-165
Demir (düşük yoğunluk)	345-414
Demir (orta yoğunluk)	414-552
Demir (yüksek yoğunluk)	483-827
Tungsten	69-138
Tantal	69-138

2.1.1. Kalıpta pres ile sıkıştırma

Kalıpta sıkıştırma, toz şekillendirmede basınçlı teknikler arasında en yaygın kullanılanıdır. Kalıbın içinde tozlara belli miktarda basınç uygulandığında partiküller birbiri üzerinde kayar ve şekil değiştirilerek daha yoğun hale gelirler. Bu işlemten sonra parça kendi ağırlığını taşıyabilecek kadar bir mukavemet kazanmış olur. Bu yöntemin diğer bir görevi de istenilen gözeneklilik miktarını vermektir. Kalıpta sıkıştırma yöntemlerini, tek yönlü sıkıştırma ve çift yönlü sıkıştırma olarak iki ayrı grupta inceleyebiliriz (Dikici, B. 2010).

2.1.1.1. Tek yönlü presleme

Tek yönlü sıkıştırma, bir kalıbın içine tozun dolması akabinde mekanik veya hidrolik pres kullanılarak tozun şekillendirilmesi işlemidir. Bu yöntemde alt zımba sabit, üst zımba ise hareketlidir. Tek yönlü sıkıştırmada dikey yönlü bir deformasyon uygulanır. Bu yöntemde uygulanan yük iş parçasına homojen olarak dağılamamaktadır. Dolayısıyla iş parçasındaki yoğunluk hareketli zımbaya doğru giderek azalmaktadır. Yoğunluktaki bu azalma iş parçasının kalınlık/uzunluk oranına bağlıdır. Yüksek kalınlığa sahip olmayan disk, rondela gibi parçaların bu yöntemle üretilme sorun teşkil etmemektedir. Ancak kalınlığı yüksek parçalarda yoğunluk homojen dağılmadığından problem oluşmaktadır (Sarıtış 1995). Tek yönlü sıkıştırma türünün bir avantajı ise kalıp tipi basittir ve maliyet açısından oldukça avantaj sağlamaktadır. Bununla birlikte iş parçasını kalıptan çıkarmak diğer yöntemlere bir miktar daha zordur. İş parçasının kalıptan çıkarılması için iki temel yöntem uygulanır. İlk yöntemde kalıp sabittir, alt zımba yükselerek iş parçasını kalıp boşluğundan dışarı gönderir. Diğer yöntemde ise alt zımba sabittir kalıp aşağı çekilerek iş parçası kalıp dışına alınır (Alpugan, Z 1981).



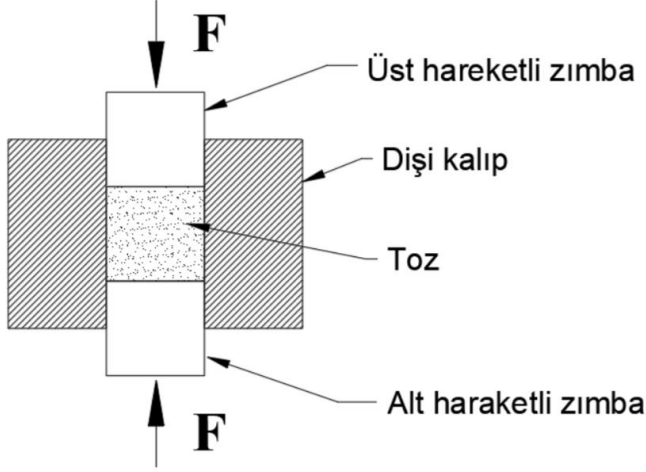
Şekil 2.1.1 Tek yönlü presleme Kalıbı (Özay Ç 2004).

2.1.1.2. Çift yönlü presleme

Tek yönlü sıkıştırmada kalınlığı yüksek iş parçaları için yoğunluk dağılımı problemi oluşmaktadır. Çift yönlü sıkıştırma prensibi ise alt üst zımbanın aynı anda sıkıştırmaya katılmasını ve daha iyi bir yoğunluk eldesini amaçlamaktadır. Bu şekilde kalıp içinde boydan boya dengeli bir yoğunluk eldesi mümkün hale

getirilebilir. Bu yöntem sıkıştırılacak iş parçalarının dikey kesitlerinin kademeli olması durumunda çok kullanışlı değildir. Parçanın kalıptan çıkarılmasının geometrisine bağlı olmakla birlikte

zordur (Herman, S 1978). Çift yönlü sıkıştırmada, alt ve üst zimbaların ikisi birden hareketlidir. Bu nedenle özel bir tip kalıp gerektirir. Bu kalıplar tozların hassasiyet ile kalıba yerleşmesine, sıkıştırılmasına ve çıkarılmasına uygun olmalıdır. Bu sıkıştırma türünde kalıp maliyeti tek yönlü sıkıştırmaya göre daha fazladır (Özay Ç. 2004).



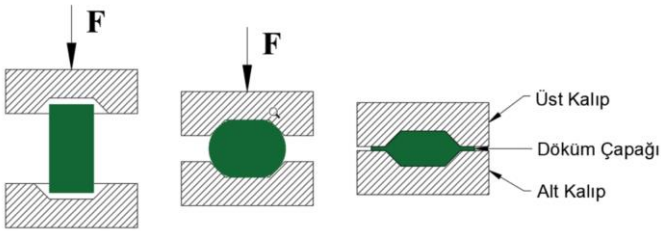
Şekil 2.1.2 Çift yönlü presleme Kalıbı (Özay Ç. 2004).

2.1.1.3. İlk presleme

Toz metalürjisi uygulamalarında tek yönlü veya çift yönlü presleme aşamaları genellikle oda sıcaklığında uygulanmaktadır. Son dönemde, sinterleme sıcaklığı altında ve oda sıcaklığı üzerinde olan ortamlarda iş parçası üretimleri gerçekleştirilmektedir. Sıkıştırma sıcaklığının yüksek olması kalıp sürtünmelerinin azalması sebebiyle daha düşük sıkıştırma basınçlarında, oda sıcaklığı ile karşılaştırıldığında daha yüksek yoğunluk elde edilmesi sebebiyle ilk presleme önemini korumaktadır.

2.1.1.4. Toz dövme

Toz dökme teknolojisi karmaşık şekillerde yüksek yoğunluk eldesi sağlayabilmesinden dolayı önemlidir. Bu yöntemde ön şekillendirilmiş tozlar harmanlanır ve bir kalıp içine yerleştirilir. Kalıp içinde pres yardımıyla toz dövülerek iş parçasına yoğunluk kazandırılmış olur.

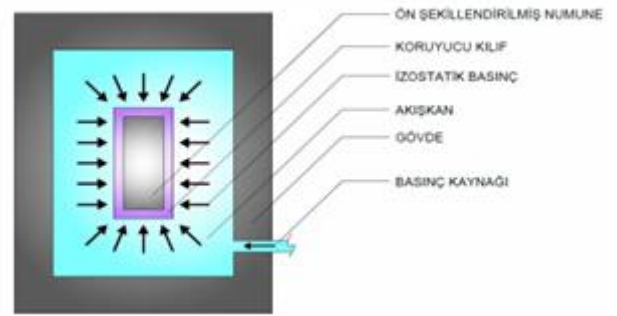


Şekil 2.1.3 Toz dövme Mekanizması (Wu Q. 2010).

2.1.2. İzostatik Şekillendirme

Ön şekillendirmeye uğramış bir iş parçası veya bir toz kütesine, hacmi boyunca eşit şekilde basınç uygulanması ile gerçekleştirilen bir yöntemdir. Bu yöntem presleme yöntemleri ile homojen olarak sıkıştırmayacak iş parçalarının üretimine etkili bir çözüm sunar. Sıkıştırma işlemi izostatik bir ortamda gerçekleşmektedir. Bu şekilde homojen bir dağılım eldesi mümkün hale gelir (Henderson ve ark 2020). Bu yöntem için e-ISSN: 2148-2683

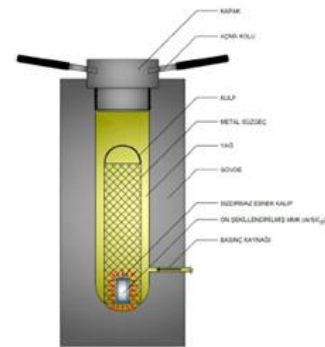
kullanılan kalıp türü bir miktar elastik olmalıdır. Genel olarak kalıp, üretim süreçleri göz önüne alınarak, lastik, poliüretan, lateks veya polisilikon gibi malzeme türlerinden seçilir. Kalıp tasarımında dikkat edilmesi gereken diğer konular ise; kalıp toz yoğunlaşmasını karşılayabilecek ölçüde büyük olmalı, kalıbın gözeneklere girememesi adına kalıbın sert ve dayanıklı polimerlerden seçilmesi gerekir. (German M, R. 2005). İzostatik preslemenin en temel avantajı, sisteminde sürtünme barındırmamasıdır. Sürtünmenin olmaması nedeniyle pres ve kalıp arasında kalıcı gerilmeler oluşmaz. Ayrıca herhangi bir yağlayıcı veya bağlacı ihtiyacı önler. Sürtünmenin olmamasının diğer bir avantajı ise daha fazla yoğunluk eldesinin mümkün hale gelmesidir. Bu yöntem ile sıkıştırılan parçalarda yoğunluk gradyanları diğer yöntemlere göre daha küçüktür. Böylece Sintermede küçülmesi sırasında çarpılma olmaz Bu sebeple; sert metaller, seramikler, paslanmaz çeliklerin sıkıştırılmasında kullanılabilir (Toplan N. 2015).



Şekil 2.1.4 İzostatik Presleme (Aritman İ. 2014).

2.1.2.1. Soğuk izostatik şekillendirme

Soğuk izostatik şekillendirme yönteminde; ıslak kalıplama ve kuru kalıplama olmak üzere iki farklı üretim yöntemi öne çıkmaz. Islak kalıplama tekniğinde, kalıp doldurulur ve sızdırmazlığı sağlanır akabinde bir sıvı haznesine yerleştirilir. Hidrolik bir sistem aracılığı ile esnek kalıba basınç uygulanır. Sürekli bir yöntem değildir. Sıkıştırılma yapıldıktan sonra kalıp sıvı içinden alınır ve iş parçası kalıptan çıkarılır. Kuru kalıplamada ise esnek kalıp basınç haznesine monte durumdadır. Esnek kalıp hazne dışına alınmaz. İki uçta yer alan tapalar ile toz doldurulur ve sıkıştırma sonra iş parçası kalıptan alınır

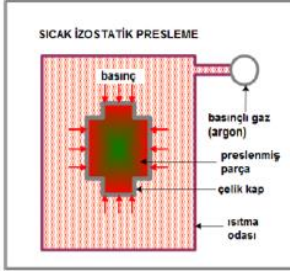


Şekil 2.1.5 Soğuk İzostatik Presleme (Aritman 2014).

2.1.2.2. Sıcak izostatik şekillendirme

Sıcak izostatik sıkıştırma yöntem olarak soğuk izostatik sıkıştırma yöntemine oldukça benzemektedir. Sıcak izostatik sıkıştırma yönteminde kap ısıtılır ve daha yüksek yoğunluk eldesi mümkün hale gelir. Diğer bir deyiş ile sinterleme, sıkıştırma aşamasına bu yöntem sayesinde dahil edilebilir. Soğuk izostatik

sıkıştırma yönteminde kap içinde, kalıp yüzeyinde basınç uygulamak amacıyla sıvılar kullanılırken, sıcak izostatik sıkıştırmada inert gazlar kullanılmaktadır (Wu Q 2010).

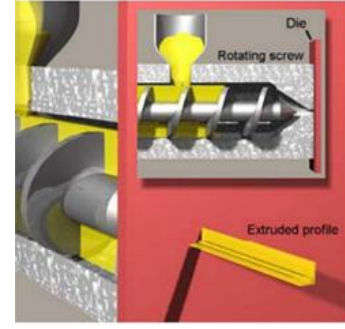


Şekil 2.1.6 Sıcak izostatik Presleme (SubsTech 2017).

Seramik malzemelerde uygun bir sıkıştırma ve yüksek sıcaklık altında uzun süre yapılırsa dahi relatif yoğunluk 80%-90% civarında kalmaktadır. Sinterleme işleminde tam yoğunluk eldesi ancak difüzyon hızının yüksek olduğu ergime noktasına yakın sıcaklık değerlerinde mümkün olmaktadır. Ancak seramikler çok yüksek ergime sıcaklıklarına sahiptirler bu nedenle klasik yöntemler çok yüksek maliyet ve teknik açıdan problem oluşturmasından dolayı mümkün olmamaktadır. Seramik malzemelerde yüksek yoğunluk eldesi sıcak izostatik şekillendirme ile mümkün hale gelmektedir. Sıcak izostatik sıkıştırma yönteminde yoğunluk, toz malzemenin hareketi ile gerçekleşmektedir. Bu durum daha düşük sıcaklıkta ve daha kısa sürede yüksek bir yoğunluk eldesine imkân verir. Sıcak izostatik sıkıştırma günden güne daha önemli ve kullanışlı hale gelmektedir. Günümüzde takım çelikleri, nükleer yakıt, titanyum alaşımlar, refrakter malzemeler, seramik kompozitler ve süper alaşımların üretiminde kullanılabilir (Saritaş- 1995).

2.1.3. Ekstrüzyon

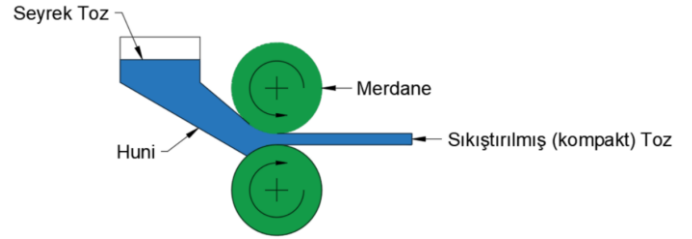
Ekstrüzyon ile sıkıştırma yöntemi, metal tozlarının şekillendirilmesinde kullanılabilen yöntemlerden biridir. Metal tozları kapalı bir kap içine konular ve kabın havası vakumlanır. Tozlar ısıtılarak ekstrüzyon yoluyla iş parçaları üretilir. Bu yöntemle üretilen iş parçalarında yüksek yoğunluk elde edilmektedir. Tozlar ısıtılır ise sinterlemeye gerek olmaz. Takım çeliklerinin üretiminde kullanılan bir yöntemdir. Ekstrüzyon tekniği diğer basınçlı toz şekillendirme teknikleri ile kıyaslandığında üretim hızı açısından önemli avantajlara sahip olan bir teknik olup boru veya katalitik dönüştürücülerde kullanılan gözenekli seramik yapılar gibi iki boyutlu parçaların istenilen ebatlarda (boylarda) ekonomik olarak şekillendirilmesine imkan sağlayan bir yöntemdir. Bununla birlikte yüksek miktarlarda polimerik esaslı bağlayıcı kullanılıyor olması nedeniyle elde edilen ham parçaların sinter öncesinde ön ısıl işlemlerle uzaklaştırılıyor olması maliyet ve ek işlemler açısından bir dezavantaj oluşturmaktadır (Özay Ç. 2004).



Şekil 2.1.7 Toz ekstrüzyon (Özay Ç. 2004).

2.1.4. Toz haddeleme

Haddeleme işlemi silindir çiftleri arasında toz geçirerek sıkıştırma işlemidir. Haddeleme yöntemi Şekil 8'de verilmektedir. Haddeleme işleminde izlenen iki yöntem bulunmaktadır. İlk yöntemde tozlar silindir çiftlerine düşey olarak beslenir. İkincisinde ise tozlar yatay olarak beslenir ve şekillendirme gerçekleşir. Haddeleme işlemi sürekli bir yöntemdir. Bu yöntemle elde edilen parçalarda yüksek yoğunluk görülmektedir (Skotnikova, K ve ark. 2014).



Şekil 2.1.8 Toz Haddeleme (Skotnikova, K ve ark. 2014).

2.1.5. Toz haddeleme

Enjeksiyon ile toz sıkıştırma yönteminin temel prensibi, toz ile bağlayıcı karışımın bağlayıcının ergime sıcaklığı altında ısıtılması ve basınç ile kalıba yerleştirilerek şekillendirilmesidir. Soğutma sonrası bağlayıcı malzemenin uzaklaştırılır ve iş parçası sinterlemeye hazır hale gelir. Bu yöntem genel olarak seramik ve metal malzemeler için kullanılabilir. Bilinen yöntemlerle kalıplanamayan boşluklu parçalar, et kalınlığı 0,6-5mm aralığında olan tozlar enjeksiyonla kalıplanabilir. Enjeksiyonla toz sıkıştırma yöntemi karmaşık şekilli iş parçalarının sıkıştırılmasına imkân vermektedir (Toplan N. 2015).

2.2. Basınçsız Teknikler

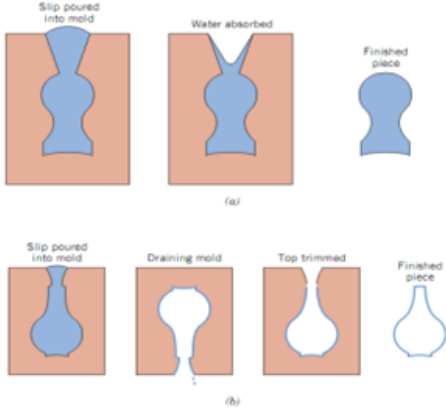
Toz sıkıştırma yöntemlerinde genel olarak basınç altında çalışan yöntemler geliştirilmesine rağmen özellikle seramik üretimi için kullanılan bazı basınçsız yöntemlerde bulunmaktadır. Bu yöntemlerin ortak özelliği iş parçasına kendi ağırlığını taşıyacak kadar yoğunluk verme işlemi için basınç yerine bağlayıcı kullanılmasıdır.

2.2.1.1. Çamur (slip) döküm

Çamur döküm seramiklerin şekillendirilmesinde kullanılan bir yöntemdir. İnce seramik tozlarının %25-30 oranında bir çözücü ile karıştırılarak çamur haline getirilir ve kalıp içine dökülür. Çamur içindeki çözücü alçı kalıpta yer alan gözenekler tarafından emilerek çözücü kalıptan alınır. Bir sonraki aşama şekillendirilmiş iş parçasının kalıptan alınmasıdır. Çamur döküm

yöntemi diğer şekillendirme yöntemleri ile üretilemeyen karmaşık geometrilerin üretimine olanak sağlar.

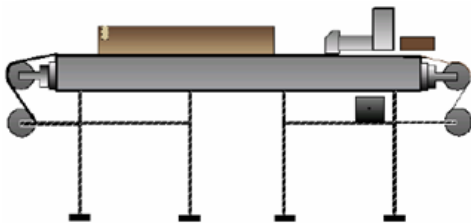
Yaş döküm, birkaç aşamada gerçekleşir. Bu nedenle üretim hızı yavaştır. Bu nedenle seri üretime uygun değildir. Bu yöntemi hızlandırmak için basınç uygulanabilir. Böylece sistem basınçlı yaş döküm adını alır. Basınçla şekillenen çamur daha az su içerdiğinden kuruma işlemi daha kısa sürer (Çalışkan F. 2016).



Şekil 2.2.1 Çamur (Slip) Döküm (Çalışkan F. 2016).

2.2.1.2. Şerit döküm

Seramiğin sac halinde incecik ve düz bir şekilde üretilebildiği bir yöntemdir. Şerit dökümde ilk aşama uygun bir çamurun hazırlanmasıdır. Çamur bağlayıcı ve toz karışımı ve pekiştirici ilave edilerek hazırlanır. Çamur doktor bıçağının altından hareket ederek şerit oluşturur. Döküm esnasında çamur bir cam altlığın üzerine yerleştirilir. Doktor bıçağı plakası hareket ettirilerek şerit kalınlığı ayarlanabilir. Döküm sonrasında cam ısıtılır ve malzemeden ayrılması sağlanır. Daha sonra kesme işlemi gerçekleştirilir ve şeritler kurutulur. Daha sonra sinterleme gerçekleştirilir (Hayahi T 1991, Schuetz ve ark 1997). Şerit döküm yöntemin uygulanabilmesi için bazı ekipmanlara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu sistemler; hareketli konveyör, kurutma sistemi, ısıtıcı sistem, döküm makinesi. Bu yöntem 0.01-1 mm kalınlığında elektronik paketler, elektronik devre altlıkları ve kapasitörlerin üretiminde kullanılabilir. Şerit döküm yöntemi yalnızca iki boyutlu parça üretimine imkân sağlar. Yüzey parlaklığı kontrolü zordur. Yüzeyde pürüzler oluşabilir.



Şekil 2.2.2 Şerit Döküm Yöntemi (Lindkop. P ve ark 1986).

3. Toz Sıkıştırma Yöntemlerinin Karşılaştırılması

Toz metalürjisi yöntemi birçok uygulama alanına sahiptir. Bu nedenle farklı özellikler içeren malzeme türleri için farklı sıkıştırma türlerinin ihtiyacı irdelenmesi gereken bir konu haline gelmiştir. İkinci bölümde bahsedilen toz sıkıştırma yöntemlerinin, bu bölümde, yatırım maliyeti, kalıp maliyeti, yoğunluk, üretim hızı, uygulanabilirliği materyal türü, üretim boyutu gibi parametreler altında karşılaştırılması sunulacaktır. Tek yönlü presleme, üretim hızı, yatırım ve kalıp maliyeti açısından oldukça avantajlıdır. Tek yönlü preslemede sadece iki boyutlu parçalar üretilebilir ve iş parçasından eşit bir yoğunluk ince parça haricinde sağlanamaz. Çift yönlü preslemede ise üretim hızı yüksek, elde edilen yoğunluk tek yönlü preslemeye göre daha yüksek olmakla birlikte kalıp ve yatırım maliyetleri tek yönlü preslemeye nazaran bir miktar daha fazladır. Ayrıca tek yönlü presleme gibi sadece iki boyutlu iş parçalarına uygulanabilir. Tek ve çift yönlü preslemeye alternatif olarak ılık presleme hakkında konuşabiliriz. Yöntem olarak iki presleme türünden farkı ılık presleme sıcaklığı oda sıcaklığından yüksek, sinterleme sıcaklığından düşük seçilir. Böylece sinterleme süresinin kısılması hedeflenmiştir. İzostatik presleme, karmaşık şekilli parçaların, yüksek yoğunluk ile üretiminde kullanılan önemli bir yöntemdir. Bu yöntemde kalıp ve yatırım maliyetleri yüksektir ve sürekli bir yöntem değildir. İzostatik presleme soğuk ve sıcak olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. İzostatik presleme soğuk ve sıcak olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Sıkıştırma, sinterleme sıcaklığının altında yapıldığında soğuk, sinterleme sıcaklığında olursa sıcak izostatik şekillendirme olarak isimlendirilmektedir. Sıcak izostatik şekillendirmenin soğuk izostatik şekillendirmeden üstünlüğü, sıkıştırma sonra sinterleme gereksiniminin olmamasıdır. Ekstrüzyon yöntemi genel olarak iki boyutlu boru veya katalitik malzemelerin üretiminde kullanılır. Üretim hızı açısından oldukça avantaj sağlamaktadır. Sürekli bir yöntemdir. Ekstrüzyon yöntemi kalıp maliyeti açısından olumsuzlar barındırmaktadır. Yatırım maliyeti ise çok yüksek değildir. Toz enjeksiyon yöntemi ise geleneksel yöntemler ile kalıplanamayan karmaşık şekilli veya çok küçük boyutlu karmaşık şekilli iş parçalarının üretiminde kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntemde toz bağlayıcı yardımıyla hamur haline getirilir ve kalıba yerleştirilir. Sürekli bir yöntem değildir. En büyük dezavantajı bağlayıcıların iş parçasından uzaklaştırılması maliyetlidir. Toz haddeleme yöntemi ise metal tozlarının bir dizi silindir arasından beslenerek şekillendirilmesidir. Bu yöntem iki boyutlu iş parçalarının üretiminde etkili bir yöntemdir. Toz haddeleme ile sıkıştırılan iş parçalarından yüksek yoğunluk eldesi mümkündür. Çamur (slip) döküm karmaşık şekilli seramik malzemelerin üretiminde kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntemde çok ince boyutlara sahip seramik tozları bağlayıcı ilavesi ile çamur haline getirilir ve kalıba yerleştirilir. Yatırım ve kalıp maliyetleri düşüktür. Sürekli bir yöntem olmayan çamur döküm yönteminde sıkıştırma sonrası bağlayıcı ilave katkıların iş parçasından uzaklaştırılması gerekmektedir. Şerit döküm ise iki boyutlu seramik tozlarının sıkıştırılmasında kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntemde de çamur döküm yöntemindeki gibi tozlar çamur haline getirilir. Bu nedenle şerit döküm yönteminde iş parçasında sıkıştırma sonra kurutma işlemi gereklidir. Şerit döküm yönteminde, çamur döküme oranla daha fazla yoğunluk eldesi mümkündür.

Tablo 4.1 Toz sıkıştırma yöntemlerinin karşılaştırılması

	Kalıp Maliyeti	Yoğunluk	Üretim hızı	Ek işlem	Malzeme	Boyut	Yatırım Maliyeti
Tek Yönlü Pres	Düşük	Düşük	Hızlı	Yok	Metal	2-D	Düşük
Çift Yönlü Pres	Orta	Orta	Hızlı	Yok	Metal	2-D	Orta
Soğuk izostatik Şekillendirme	Yüksek	Yüksek	Yavaş	Yok	Metal, Seramik	3-D	Yüksek
Sıcak izostatik Şekillendirme	Yüksek	Yüksek	Yavaş	Yok	Metal, Seramik	3-D	Yüksek
Çamur Döküm	Düşük	Orta	Yavaş	Kurutma,	Seramik	3-D	Düşük
Şerit Döküm	Düşük	Yüksek	Yavaş	Kurutma	Seramik	2-D	Düşük
Ekstrüzyon	Yüksek	Yüksek	Hızlı	Kesme	Metal, Seramik	2-D	Orta
Enjeksiyon	Düşük	Yüksek	Yavaş	Kurutma	Metal, Seramik	3-D	Orta
Toz Haddeme	Düşük	Yüksek	Hızlı	Kesme	Metal	2-D	Orta

4. Sonuçlar ve Değerlendirme

Toz metalurjisi yöntemi geleneksel üretim yöntemlerine alternatif bir yöntemdir. Toz metalurjisi tozların üretilmesi, sıkıştırılması ve sinterlenmesi aşamalarından oluşmaktadır. Uygun bir üretim planı oluşturabilmek için toz sıkıştırma mekanizmalarının tanınması ve uygun yöntemi belirlenmesi gereklidir. Bu makaleden Tek yönlü presleme, çift yönlü presleme, soğuk izostatik sıkıştırma, sıcak izostatik sıkıştırma, toz dövme, toz enjeksiyon, toz ekstrüzyon, toz haddeme, çamur (slip) döküm ve şerit döküm yöntemleri detaylı olarak anlatılmış ve bu yöntemlerin karşılaştırması sunulmuştur.

Kaynakça

- Alpugan, Z. (1981). T/M'de Presleme Tekniği ve Nükleer Yakıt Üretimine Uygulaması. *Tübitak*.
- Aritman, İ. (2014). Soğuk İzostatik Presleme ile Üretilen Al/SiCp Metal Matrisli Kompozitlerde Faktör Etkileşimlerinin Mekanik Özelliklere Etkisi ve Karakterizasyon Çalışmaları. *Yüksek Lisans Tezi*. Ege Üniversitesi.
- Boothroyd, G., Dewhurst, P., & Winston, K. (2010). Design for Powder Metal Processing. *Product Design for Manufacture and Assembly* (s. 11).
- Çalışkan, F. (2016). Seramiklerin Şekillendirilmesi. *Ders Notları*. Sakarya Üniversitesi.
- Dikici, B. (2010). *Toz Metalurjisi Yöntemiyle Nikel Titanyum Alaşımlarının Üretimi, Yüksek Lisans Tezi*. İTÜ.

- German, M. R. (2005). Powder Metallurgy Particulate Materials Processing. *Metal Powder Industries Federation*, (s. 528). New Jersey.
- Hayashi, T. (1991). Surface Chemistry of Ceramic Shaping Processes. *FC Annual Report for Overseas Readers* (s. 16-36). Japan Fine Ceramic Association.
- Henderson, R. J., Chandler, H. W., Akisanya, A. R., Barber, H., & Moriarty, B. (July 2020). Finite Element Modeling of Cold Isostatic Pressing. *Journal of the European Ceramic Society*, (s. Volume 20, 1121-1128). doi:https://doi.org/10.1016/S0955-2219(99)00280-0.
- Herman, S. (1978). Sintering an Economical Process for the Manufacture of Metallic Precision Parts. *Mannesman Konferans Notları*. Almanya.
- Kempton, H. R. (1993). History of Powder Metallurgy. *Metals Handbook, Volume 7* (s. 14-20). içinde U.S.A.
- Lindkop, P., & Arbstedt, P. (1986). Iron Powder Manufacturing Technigues: A Brief Review. *Powder Metallurgy, Volume 29, Number 1*. içinde doi:https://doi.org/10.1179/pom.1986.29.1.14.
- Mistler, R. E., & Twinname, E. R. (2000). Tape Casting, Theory and Practice. *American Ceramic Society*. Westerville, OH.
- Novak, P., Benediktova, D., Mestek, S., Tsepeleva, A., & Kopecek, J. (10 January 2023). Aluminum alloys with natural ratio of alloying elements manufactured by powder metallurgy. *Journal of Alloys and Compunds*, (s. Volume 931). doi:https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2022.167440.

- Özay, Ç. (2004). Toz Metalurjisi Yöntemi ile Üretilen Cu-C-Al₂SiO₅ Kompozitinin Abrisiv Aşınma Dayanımının Araştırılması.
- Prof. J. S. Colton. (2011). Manufacturing Processes and Equipment.
- Rojas-Diaz, L., Verano-Jimenez, L., Munoz-Garcia, E., Esguerra-Arce, J., & Esguerra-Arce, A. (15 January 2020). Production and characterization of aluminum powder derived from mechanical saw chips and its processing through powder metallurgy. *Powder Technology*, (s. vOLUME 360, 301-311).
- Sarıtaş, S. (1995). Powder Metallurgy Processed Materials. *Metallurgy and Materials* (s. 437-445). içinde Gazi Üniversitesi.
- SubsTech ,Isostatic Pressing of Metallic Powders. (2017, 12 11). http://www.substech.com/dokuwiki/doku.php?id=isostatic_pressing_of_metallic_powders.
- Schuetz, J. E., Khoury, I. A., & Di Chiara, R. A. (1997). Water-Based Binder for Tape Casting. *Ceramic Industry* (s. 42-44). içinde
- Skotnikova, K., Kursá, M., & Szurman, I. (2015). *Powder Metallurgy*. Technical University of Ostrava.
- Toplan, N. (2015). Pekiştirme ve Presleme Teknikleri. *Ders Notları*. Sakarya Üniversitesi.
- Wu, Q., Li, C., & Tang, H. (15 September 2010). Surface Characterization and Growth Mechanism of Laminated Ti₃SiC₂ Crystals Fabricated by Hot Isostatic Pressing. *Applied Surface Science, Volume 256*, 6986-6990. doi:<https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2010.05.012>



Hozat Apricot Kernel: Pomological and Physicochemical Properties with Comparison of Apricot Kernel Varieties Harvested in Turkey

Çağlar Mert Aydın^{1*}

^{1*} Munzur University, Tunceli Vocational Highschool, Department of Food Technology, Tunceli, Turkey, (ORCID: 0000-0003-4078-7410), cmaydin@munzur.edu.tr

(1st International Conference on Scientific and Academic Research ICSAR 2022, December 10 - 13, 2022)

(DOI: 10.31590/ejosat.1217820)

ATIF/REFERENCE: Aydın, Ç. M. (2022). Hozat Apricot Kernel: Pomological and Physicochemical Properties with Comparison of Apricot Kernel Varieties Harvested in Turkey. *European Journal of Science and Technology*, (45), 107-115.

Abstract

Apricot is a fruit demanded and consumed in a variety of ways by consumers. Apricot fruit has a kernel inside of it. Due to limited knowledge of bioactive compounds, apricot kernels were predicted as a food waste in the past, and they had no economic value. Awareness as to nutrition and bioactive compounds increased recently, the idea has emerged that apricot kernel is as healthy as its fruit, therefore science research has focused on examining bioactive properties of fruit kernels.

In this study, sweet and bitter apricot kernel varieties harvested in 2022 were used. The sweet apricot kernel varieties used in this study were Hasanbey (Malatya), Savak (Iğdir), Alyanak (Isparta) and Hozat sweet; the bitter apricot kernel varieties were Hozat bitter and Zerdali (Malatya). Pomological and physicochemical properties of Hozat apricot kernels, compared with other apricot kernels harvested in Türkiye, were performed. As pomological properties, weight of seed, weight of kernel and seed-to-kernel weight ratio were investigated. Moisture content, ash content, acidity (pH), protein content, oil content and total phenolic content of apricot kernels were also determined. The effect of the variety variable on pomological and physicochemical properties of the apricot kernel were evaluated using the SPSS 29 program.

Overall, it was found that the variety variable had a significant effect on pomological and physicochemical properties of apricot kernels. It means each apricot kernel variety has its unique pomological and physicochemical properties.

Keywords: Tunceli, Apricot, Kernel, Statistics, Hozat.

Hozat Kayısı Çekirdeği: Pomolojik ve Fizikokimyasal Özelliklerinin Türkiye'de Yetiştirilen Kayısı Çekirdek Çeşitleriyle Karşılaştırılması

Öz

Kayısı yaygın olarak tüketilen ve talep edilen bir meyve ürünüdür. Kayısı çekirdeği meyvenin içinde bulunmaktadır. Geçmişte kayısı çekirdeği hiçbir ekonomik değeri olmayan, gıda atık maddesi olarak görülen bir ürün olmasına karşın gıda maddelerinin içinde bulunan bioaktive içerikle alakalı bilgi birikimi arttıkça gıda atık maddelerinde bulunan bu maddeler önem kazanmaya başlamıştır. Bu da kayısı çekirdeğinde bulunan besin içeriğinin araştırılması gerekliliğini doğurmuştur.

Bu çalışmada 2022 yılında yetiştirilen acı ve tatlı kayısı çekirdekleri kullanılmıştır. Kullanılan tatlı kayısı çekirdek çeşitleri Hasanbey, Savak, Alyanak ve Hozat tatlı olup acı kayısı çeşidi olarak Zerdali ve Hozat acı kullanılmıştır. Pomolojik analiz olarak çekirdek ağırlığı, kabuklu çekirdek ağırlığı ve iç çekirdeğin toplam çekirdeğe oranı olarak gerçekleştirilmiştir. Fizikokimyasal özellik olarak nem, kül, asit (pH), protein, yağ ve toplam fenolik içerik analizleri yapılmıştır. Çeşidin bu özelliklere olan etkisini belirlemede SPSS 29 uygulaması kullanılmıştır.

Genel olarak, kayısı çekirdek çeşidinin çekirdeğin pomolojik ve fizikokimyasal özelliklerini önemli düzeyde etkilediği belirlenmiştir. Bu da her bir kayısı çekirdek çeşidinin kendine özgü özelliklere sahip olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Tunceli, Kayısı, Çekirdek, İstatistik, Hozat

* Corresponding Author: cmaydin@munzur.edu.tr

1. Introduction

The apricot, *Prunus armeniaca* L. is a member of the Rosaceae. It is an edible plant and native to parts of Asia due to that it could be grown in climates where winters are cold and summer are warm. The global apricot production continuously rises as the demand for plant sources has been increasing. Apricot is consumed on daily basis in Middle Eastern countries, with Turkey being the world's largest producer of the fruit. Malatya province is the largest producer of the fruit in Türkiye every year [67]. Apricot varieties harvested in Malatya and by-products of the fruit were well studied to understand its properties. Because some of apricot varieties are commercially grown in only one region of country; vast majority of the varieties are not known outside of the region. Although Hozat apricot is widely cultivated every year, there is no study investigating properties of Hozat apricot and its kernel in literature.

Apricots are well known for their characteristic yellowish-orange flesh color, taste and woody stone containing the kernel. Apricots contain various bioactive compounds, vitamins (A, C and E) and minerals [7]. Therefore, consuming the fruit has a positive effect on human health. Even though the fruit is certainly the most important and value-added part of the plant, the kernel, one of the by-products, has growing interest as awareness of healthy diet increases [29].

Apricot kernel is an organic product that was occasionally considered an unwanted part of the fruit in the past and was evaluated as an industrial waste. To protect climate and nature, various studies were performed to use the kernel in industry [10]. Moreover, the waste valorisation of kernels from apricot could achieve greater economic benefits and reduce waste disposal problems as it can be converted into value-added products. The studies found that the kernel can be utilized for thermal energy source [60], medicine [44], cosmetic products [41], pharmaceutical products [20] and fabrication of antimicrobial film [70]. The kernel is also considered a promising ingredient in food industry due to its distinctive properties.

The first objective of this study gets a comprehensive information on Hozat apricot kernel varieties with identifying pomological and physicochemical properties. The investigated pomological characteristics were seed weight, kernel weight and seed-to-kernel weight. For physicochemical properties, the analyses identifying moisture content, ash content, acidity (pH), oil content, protein content and total phenolic content of the kernel were performed. The second objective is comparison of properties of Hozat apricot kernel varieties with some other apricot kernels harvested in Türkiye. The used apricot varieties were Isparta Alyanak (sweet), Iğdir Salak (sweet), Malatya Hasanbey (sweet) and Malatya Zerdali (bitter).

2. Material and Method

2.1. Sample Preparation Process

Samples were obtained from local market in Isparta, Malatya, Iğdir and Tunceli in 2022. In order for the samples to fully represent apricot kernel mass, each apricot kernel was collected from at least 4 sellers. After the samples were taken, all of them were brought to Munzur University Food Engineering laboratory and they kept in dark at 20°C until the analysis start off.

Each apricot kernel variety was separately mixed and 10 of them were randomly selected to determine the pomological characteristics of apricot kernel varieties. For physicochemical analyses, the outer shell of the apricot was broken, and inner kernel part was taken away. For each apricot variety, at least 250 g of each apricot kernel was weighed then the weighed kernels were pulverized and mixed. Mixed apricot kernel powder was used in the analyses.

2.2. Method

2.2.1. Determination of pomological characteristics

Pomological characterization was performed on 10 apricot kernels randomly selected from the mass. The weight of kernel with its shell (seed weight, g), the weight of inner kernel (kernel weight, g) and seed-to-kernel weight ratio (%) were investigated [66].

2.2.2. Moisture content

10 g sample was dried in an oven at 105°C until it reached constant weight, then cooled in a desiccator [11].

2.2.3. Ash content

Determination of ash content was performed using the AOAC¹ method [3]. 3 g of sample was weighed into the crucibles, after waiting for 1 hour in the oven, the burning process was carried out at 600°C in the muffle furnace until the inside of the crucible turned white. The crucibles were cooled in desiccator, then weighed.

2.2.4. Acidity (pH)

The method used in the study of Kalkan et. al. (2012) adapted for this study [36]. 5 g sample was mixed with 50 mL distilled water for 2 hours using a magnetic stirrer, then the mixture was filtered, and 20 mL was taken from the filtrate. Acidity was determined in a calibrated digital pH meter.

2.2.5. Oil content

The oil content in Tunceli apricot kernel varieties were determined by using the Soxhlet method which is explained in the study of Dogan and Basaoglu (1985) [17]. 10 g of powdered apricot kernel was weighed into Soxhlet cartridge. N-hexane was used for the extraction process. The extraction process was decided to be 5 hours [6].

2.2.6. Protein content

Protein content was determined by Kjeldahl method [4]. 1 g of powdered apricot kernel was weighed, and 25 mL sulfuric acid and catalyst tablet were added to it. The burning process was continued until green colour was formed. After the tubes cooled, the distillation process was started. Titration was performed using 0.1 N HCl, crude protein content of apricot kernel varieties was determined according to the following formula.

$$\% \text{ Protein Content} = \frac{[(V_1 - V_0) \times N \times F \times 14 \times 10^{-3}] \times 100}{M}$$

V_1 = Volume of spent HCl acid solution (mL)

V_0 = Volume of HCl acid solution spent in the witness experiment (mL)

N = Concentration of adjusted hydrochloric acid solution (0.1)

M = Weight of sample taken (gr)

F = Nitrogen to protein conversion factor (6.25)

2.2.7. Total phenolic content (TPC)

The total phenolic content (TPC) was determined using Folin-Ciocalteu reagent (FRC) according to Slinkard and Singleton (1977) [58]. For the analyze, 1 mL sample, which was diluted at a suitable rate with solvent, was mixed with 5 mL of FRC solution (0.2 N), then the mix was vortexed and was kept at dark for 5 minutes. Then, 8 mL of sodium carbonate solution (%7.5) was added and incubated in the dark area at room temperature for 2 hours. Thereafter, the absorbance values of the samples were measured at a wavelength of 765 nm by UV-Vis spectroscopy (Shimadzu UV-1800). The result was expressed as mg Gallic acid equivalent (GAE)/ 100 g dry weight. The standard curve of gallic acid was conducted with different concentrations range (10, 50, 100 and 200 mg/L) and with good linearity ($r^2 > 0.99$). For each sample, the Folin-Ciocalteu assay was performed in triplicate.

2.2.8. Statistical analysis

All the analyses of apricot kernel varieties were done in three parallels according to a randomized block design [6]. SPSS 29 program was used to evaluate results of each analysis. Kolmogorov-Smirnov test was utilized to determine whether results for each analysis show homogeneous distribution. It was found that each analysis data set showed a homogeneous distribution, hence parametric statistical methods were decided to be used for the evaluation. In variance analysis, one-way ANOVA and Duncan multiple comparison test (0.05%) were used for significance levels. Pearson test was used for correlation statistics.

3. Results and Discussion

Evaluation of pomological characteristics of apricot kernel varieties was demonstrated at table 4.1. It was found that seed weight was 1.44- 4.76g, kernel weight was 0.38- 1.13g and seed-to-kernel weight ratio was between 16.36- 31.56%. In previous studies investigating the pomological properties of apricot kernel, it was stated that seed weight ranged from 1 to 5 g [7, 14, 18, 21, 31, 33, 38, 47, 48, 50, 52], kernel weight changed between 0.29 g and 0.65 g [8, 25, 52, 65] and seed-to-kernel weight ratio was in between 18.8- 38.0% [8, 25, 45, 51, 52, 62]. The seed-to-kernel weight ratio, kernel weight and seed weight of apricot kernel varieties changed significantly dependent on variety of apricot kernel, $p < 0.001$.

Table 4.1. Pomological characteristics of apricot kernel varieties.

	Seed Weight (g)	Kernel Weight (g)	Seed-to-Kernel Weight Ratio (%)
Isparta Alyanak	4.76 ± 0.82d	1.13 ± 0.32b	23.42 ± 3.26b
Iğdır Salak	2.32 ± 0.26c	0.38 ± 0.08a	16.36 ± 2.12a
Hasanbey	2.27 ± 0.20c	0.53 ± 0.03a	23.58 ± 1.36b
Hozat Sweet	1.72 ± 0.19a, b	0.53 ± 0.05a	31.09 ± 3.18c
Hozat Bitter	1.44 ± 0.12a	0.45 ± 0.04a	31.56 ± 4.61c
Zerdali	2.11 ± 0.25b, c	0.48 ± 0.05a	22.83 ± 2.53b

Even though weight of seed and kernel were significantly higher in Isparta apricot kernel than any other varieties used in this study. the seed-to-kernel weight ratio was the highest in Hozat varieties with no significant difference between them. No statistical difference for kernel weight was found between sweet and bitter apricot kernels, $p = 0.072$. However, seed weight of sweet and bitter apricot kernels showed statistically difference, $p < 0.05$. This finding was also demonstrated in the study of Rampackova et. al. (2021) [51], which evaluated 32 different apricot kernel varieties. In addition, Iğdir statistically had the lowest seed-to-kernel weight ratio with 16.36%. It is compatibility with the result of Ozyoruk and Guleryuz (1992) [48], which observed that Iğdir apricot kernel had 2.4 g seed weight with 11- 18.2% seed-to-kernel ratio.

Possible correlations among the weight of seed, the weight of kernel and seed-to-kernel weight ratio were examined. It was found that there wasn't any correlation between apricot seed weight and seed-to-kernel weight ratio ($r = -0.297$), and between apricot kernel weight and seed-to-kernel weight ratio ($r = 0.110$). However, for walnut kernels harvested in Suceava, Romania [43], and in Ovacık, Hozat and Nazimiye, Tunceli [5], a strong positive correlation between kernel weight and seed-to-kernel weight ratio was demonstrated. This can be interpreted that correlation between the weight of seed or kernel and seed-to-kernel weight ratio could be related to type of fruit. Moreover, it was found that there was a strong correlation between apricot seed weight and apricot kernel weight ($r = 0.906$).

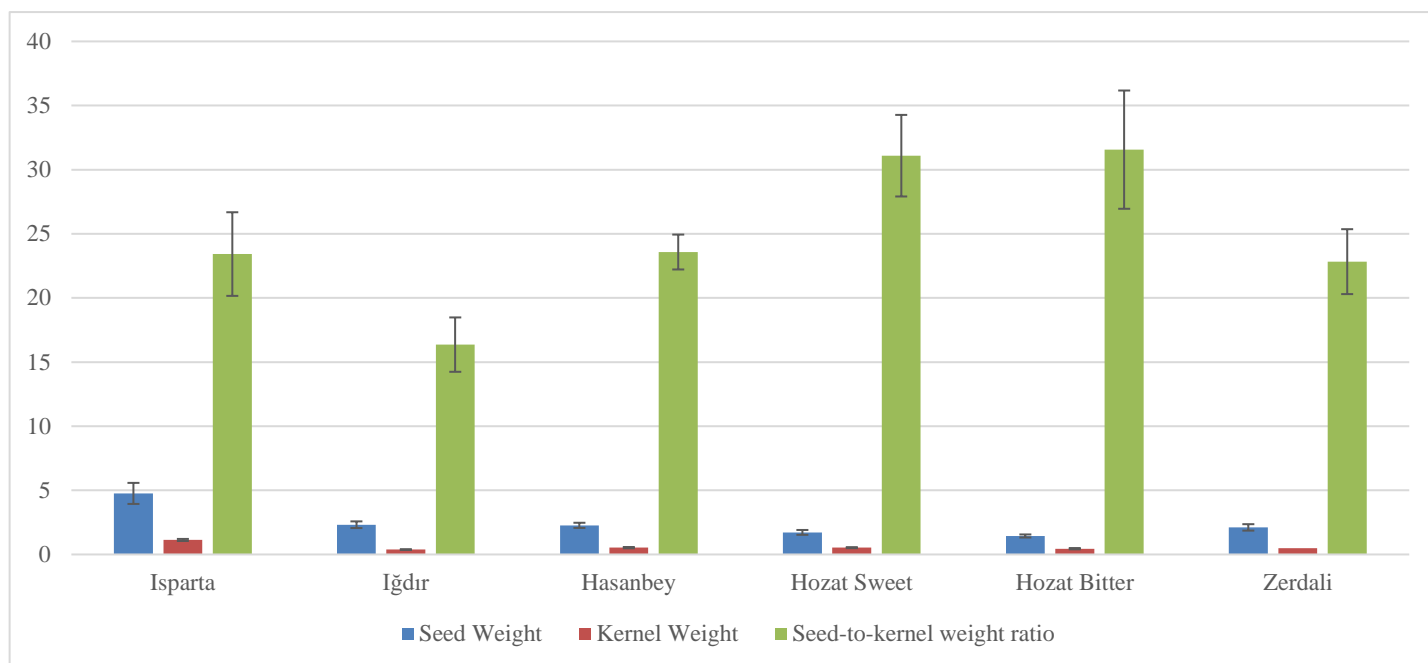


Figure 1. Pomological characteristics of apricot kernel varieties.

Physicochemical properties of apricot kernel varieties were demonstrated at table 4.2. The analyses were performed to determine moisture content, ash content, acidity (pH), oil content and protein content of various apricot kernel varieties. It was found that physicochemical properties of apricot kernel varieties used in this study significantly changed according to the variety, $p < 0.001$.

Moisture ratios of apricot kernel varieties used in this study were determined in the range of 2.92- 28.37% with Isparta apricot kernel statistically having the highest moisture content. Previous

studies demonstrated that moisture content of apricot kernel varieties was in the range of 2 - 5% [32, 35, 55, 63]. However, Bayer and Melton (1990) [8] and Shariatifar et. al. (2017) [56] found that the apricot kernel harvested in New Zealand has 27.4-38.8% moisture content. Moisture contents of apricot kernels used in this study are in according with literature. Moreover, it was found that the moisture content of apricot kernel changed significantly regarding apricot kernel variety, but moisture contents of Hozat sweet and bitter apricot kernel had no significant difference.

Table 4.2. Physicochemical properties of various apricot kernel varieties.

	Moisture Content	Ash Content	Acidity (pH)	Oil Content	Protein Content
Isparta	28.37 ± 1.76b	1.85 ± 0.21a	6.69 ± 0.01b	45.94 ± 1.38a	18.90 ± 0.26a
Iğdır	3.76 ± 0.48a	3.42 ± 0.17d	6.63 ± 0.05b	45.83 ± 1.30a	26.01 ± 0.13d
Hasanbey	4.20 ± 0.16a	2.42 ± 0.24b, c	6.49 ± 0.04a	43.20 ± 0.80a	24.47 ± 0.31b
Hozat Sweet	2.92 ± 0.07a	2.15 ± 0.12a, b	6.69 ± 0.04b	67.08 ± 3.98b	24.77±0.21b, c
Hozat Bitter	3.43 ± 0.15a	1.88 ± 0.15a	6.62 ± 0.04b	63.37 ± 6.39b	24.90 ± 0.10c
Zerdali	3.90 ± 0.07a	2.62 ± 0.22c	6.54 ± 0.03a	40.77 ± 2.01a	26.48 ± 0.07e
Significance	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

Ash ratios of apricot kernel varieties were found in the range of 1.85- 3.42%. In previous studies, ash content in apricot kernel varieties was reported to be in the range of 1.7- 2.9% [2, 8, 10, 15, 23, 45, 50, 55, 57, 63]. Therefore, it could be stated that the result of this study is compatible with the previous studies in the literature. The ash content in apricot kernels statistically differ according to the variety. This finding is parallel to the result of *e-ISSN: 2148-2683*

Seker et. al., 2010 [55]. The reason for ash ratio difference in apricot kernels could be due to season in which apricot kernels were harvested [1]. In addition, kernel genotype and growing conditions of the plant could also have an effect on the ash content of the kernels [29, 63]. Iğdir apricot kernel had the highest ash content, followed by Zerdali apricot kernel. There is no significant difference on ash contents of Hozat apricot kernels.

The acidity of apricot kernel varieties was found in pH range of 6.49- 6.69, Malatya bitter and sweet apricot kernel (Zerdali and Hasanbey) had statistically lower ph value than other apricot kernels used in this study. No statistical difference was found in ph value between sweet and bitter apricot kernels, $p=0.13$.

There was a significant difference on oil contents of apricot kernels used in this study. Hozat apricot kernel varieties had significantly higher oil content than other apricot kernels, with no significant difference between them. Previous studies stated that apricot kernel varieties have oil content in range of 40- 55% [8, 15, 23, 45, 55, 64]. However, the oil content of apricot kernels harvested in Ladakha region was found to be 66.7% [37]. In this study, oil ratios of Hozat apricot kernels were found to be 63.37- 67.08% and even though oil ratios of apricot kernel varieties used in this study, except Hozat varieties, are in accordance with the

literature, the oil content of Hozat sweet apricot kernel draws attention in terms of the highest oil content found in apricot kernel varieties until now. This difference can be interpreted as genotype difference of Hozat sweet apricot kernel variety [28, 53]. Moreover, different studies found different oil content for the same apricot kernel variety [26, 55]. This may be caused by many factors. These factors could be difference of soil structure in which apricot varieties were grown, different maintenance conditions or even different climate conditions [19, 39, 68]. Hozat bitter apricot kernel was found to have higher protein content than Hozat sweet apricot kernel, with no significant difference between them. However, protein content between Malatya sweet apricot kernel (Hasanbey) and Malatya bitter apricot kernel (Zerdali) statistically showed difference in favour for Malatya bitter apricot kernel. Protein ratio in apricot kernel varieties was stated to be found between 14.1- 27.7% by previous studies [8, 9, 15, 23, 34, 45, 50, 51]. Contrary to these, Kappor et. al. (1987) [37] found 45.3% protein content in apricot kernel harvested in Ladakha region. In this study, protein content found to range from 18.90% to 26.48% is consistent with most of the studies' result in the literature. Moreover, protein content in apricot kernels statistically changed according to the variety, with Zerdali statistically having the highest protein content. The lowest protein content among apricot kernels used in this study was found in

Isparta Alyanak apricot kernel. This result is the proof that the genotype feature in apricot kernels influences protein content [30]. Moreover; soil structure, climate conditions and apricot fruit's care throughout cultivation were stated to have an effect on protein content of fruit's kernel [19, 39, 68].

Different solvent varieties were used to decide which solvent type is better to extract phenolic content in Hozat apricot kernels. It was found that methanol showed significantly better extraction efficiency to extract phenolic content in apricot kernel than other solvents. It is compatibility with the study of Yigit et. al. (2009) [67] and Teffane et. al. (2022) [61], which demonstrated that methanol is much better to extract phenolic content in apricot kernels. Thus, it was decided to use methanol as a solvent to determine total phenolic content of apricot kernel varieties used in this study.

Total phenolic contents of various apricot kernels could be seen at table 4.4. Total phenolic contents of apricot kernels used in this study ranged from 64.04 to 89.46 mg GAE/100g dry weight. There was a significant difference between bitter apricot kernels (Malatya Zerdali and Hozat Bitter) and sweet apricot kernels (Malatya Hasanbey, Hozat Sweet and Igdir), having statistically higher phenolic content than the bitter kernels. The same result was also found by other studies [40, 42, 67, 71]. However, Rampackova et. al. (2021) [51] used 32 cultivars of different apricot kernel, and found that even though average of the sweet kernels had higher phenolic content than average of the bitter kernels, some bitter kernels had higher phenolic content than some sweet kernels. It could be due to the specific plant genotype and interactions of cultivation conditions [42, 54].

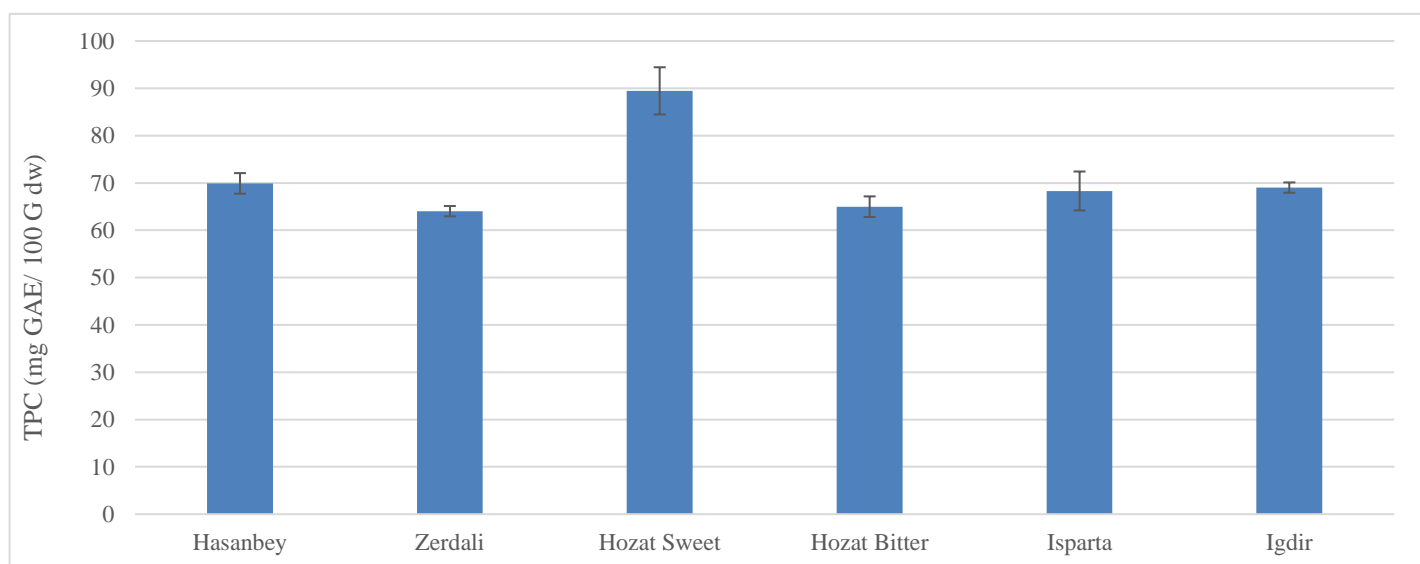
Previous studies have found that total phenolic contents of apricot kernel varieties could change according to extraction method and solvent [16, 24, 69]. In addition, various studies have demonstrated that total phenolic contents of apricot kernel varieties could show difference regarding with type of the kernel [12, 27, 42, 51]. In this study, there was a significant difference depending on type of apricot kernel, $p<0.001$, with Hozat sweet kernel having significantly higher total phenolic content than other apricot kernels. The reason for why total phenolic content changes according to type of kernel was explained by other studies, which stated that genetic variety, growing conditions, geographical location and soil composition could affect total phenolic content in the kernel of fruits [13, 22, 27, 59].

Table 4.3. Total phenolic content of Hozat apricot kernel varieties according to the solvent.

Apricot Kernel Type	Solvent	Total Phenolic Content (mg GAE/ 100g dry weight)
Hozat Bitter	Water	19.96 ± 2.49a
	Ethanol	15.66 ± 4.33a
	Methanol	64.99 ± 2.18b
Hozat Sweet	Water	14.17 ± 1.92b
	Ethanol	11.98 ± 2.35a
	Methanol	89.46 ± 4.99c

Table 4.4. Total phenolic content (TPC) of apricot kernel varieties (mg GAE/ 100 g dw).

Type of Apricot Kernel	Total Phenolic Content
Malatya Sweet (Hasanbey)	69.91 ± 2.18a
Malatya Bitter (Zerdali)	64.04 ± 1.09a
Hozat Sweet	89.46 ± 4.99b
Hozat Bitter	64.99 ± 2.18a
Isparta Sweet (Alyanak)	68.31± 1.09a
Igdir Sweet (Salak)	69.03 ± 1.09a

**Figure 3.** Total phenolic content of apricot kernel varieties.

4. Conclusions and Recommendations

All in all, Hozat apricot kernel varieties harvested in 2022 were analysed in this research, pomological characteristics of these apricot varieties were found as seed weight 1.44-1.72g, kernel weight 0.45-0.53g and seed-to-kernel weight ratio 31.09-31.56%. Pomological characteristics of other apricot kernel varieties used in this study were also determined as seed weight 2.11-4.76g, kernel weight 0.38-1.13g and seed-to-kernel weight ratio 16.36-23.58%. It was found that even though seed weights of Hozat apricot kernel varieties were significantly lower than other apricot kernel varieties, seed-to-kernel weight ratios of Hozat apricot kernel varieties were significantly the highest.

Physicochemical properties of apricot kernels used in this study showed statistically difference according to type of kernel. The physicochemical properties of Hozat apricot kernel varieties were found as 2.92-3.43 % in moisture content, 1.88-2.15 % in ash content, 6.62-6.69 pH in acidity, 63.37-67.08 % in oil content and 24.77-24.90 % in protein content. It is noticeable that oil contents of Hozat apricot kernels were found to be the highest oil content found in apricot kernel up till now. The physicochemical

properties of other apricot kernel varieties used in this study were also determined as 3.76-28.37% in moisture content, 1.85-3.42 % in ash content, 6.49-6.69 pH in acidity, 40.77-45.94 % in oil content and 18.90-26.48 % in protein content. Moreover, TPC of apricot kernels showed statistically difference according to type of kernel, with Hozat sweet having the highest TPC. TPC of Hozat apricot varieties showed statistically difference. It is a need to express that sweet apricot kernels had higher TPC than bitter apricot kernels.

5. Acknowledge

The author declares that this document does not require an ethics committee approval or any special permission. Our study does not cause any harm to the environment.

References

1. Akca Y. Cevizlerde meyve büyümesi ve meyve gelişiminin saptanması üzerine bir araştırma. *Turk J Agric For.* 24. 349-354. 2000.

2. Al-Bachir M. Compositions and microbial properties of gamma irradiated apricot (*Prunus armeniaca* L.) kernel. *J. Stress Physiol. Biochem.* 17, 79–87. 2021.
3. AOAC¹, Approved methods of analysis. St. Paul, Minnesota. *The American Association of Cereal Chemists. Tenth Edition*, March 2000, Metod, 923.03. 1999.
4. AOAC², Approved methods of analysis. St. Paul, Minnesota. *The American Association of Cereal Chemists. Tenth Edition*, March 2000, Metod 950.48. 1999.
5. Aydın C. M. and Guven A. Determination of physicochemical properties of some walnut varieties cultivated in Tunceli province. *Integrated Farming*. Iksad Publishing House. 83- 111. 2022.
6. Aydın C. M. Malatya kayısı çekirdeğinin biyoaktif madde içeriği yönünden incelenmesi. İnönü Üniversitesi. Fen bilimleri. Gıda Mühendisliği. Doktora tezi. 2022.
7. Batmaz M. F. Bazı kayısı genotiplerinin adana ekolojik koşullarındaki verim ve kaliteleri. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana. 2005.
8. Beyer R. and Melton L. D. Composition of New Zealand Apricot Kernels, *N.Z. Crop Hortic. Sci.* 18:39–42. 1990.
9. Caetano-Silva M.E.; Netto F.M.; Bertoldo-Pacheco M.T.; Alegria, A. and Cilla, A. Peptide-metal complexes: Obtention and role in increasing bioavailability and decreasing the pro-oxidant effect of minerals. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 61, 1470–1489. 2021.
10. Celik Y.H.; Yalcin R.; Topkaya T.; Basaran E. and Kilickap E. Characterization of hazelnut, pistachio, and apricot kernel shell particles and analysis of their composite properties. *J. Nat. Fibers.* 18, 1054–1068. 2021.
11. Cemeroglu B. Gıda analizlerinde genel yöntemler, Gıda Analizleri, Ed: B. Cemeroglu. *Gıda Teknolojisi Yayınları*, No:34, Ankara. 2010.
12. Chen Y., Al- Ghamdi A. A., Elshikh M. S., Shah M. H., Al-Dosary M. A. and Abbasi A. M. Phytochemical profiling, antioxidant and HepG2 cancer cells antiproliferation potential in the kernels of apricot cultivars. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 27, 163–172. 2020.
13. Conor A. M., Finn C. E. ve Alspach P. A. Genotypic and Environmental Variation in Antioxidant Activity and Total Phenolic Content among Blackberry and Hybridberry Cultivars. *J Amer. Soc. Hort. Sci.* 130 (4). 527- 533. 2005.
14. Cukadar K., Demirel H., Ünlü H. M., Aslay M. and Bozbek, Ö. Kayısı çeşit seleksiyonu II. V. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Erzurum, 391-395. 2007.
15. Demir K. N. Kayısı çekirdeği yağının ekstraksiyonunda enzim etkisi: ekstraksiyon koşullarının optimizasyonu. İstanbul teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul. 2011.
16. Dogan A. İlkbahar geç donlarına toleranslı bazı kayısı genotiplerinin verim ve meyve kalite özellikleri ile biyokimyasal içeriklerinin belirlenmesi. İnönü Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Malatya. 2018.
17. Dogan A. and Basoglu F. Yemeklik Bitkisel Yağ Kimyası ve Teknolojisi Uygulama Klavuzu. A. Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları. 951. 62. 1985.
18. Doğru C. B., Kaya T., Pehlivan M. and Gülsoy, E. Aras havzasında yetiştirilen Şalak kayısı çeşidinin fenolojik ve pomolojik özellikleri üzerine yetiştirme yerinin etkisi. VII. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Çanakkale, 25- 29. 2015.
19. Ekren S., Sonmez C., Sancaktaroglu S. and Bayram E. Farklı biçim yüksekliklerinin adaçayı (*Salvia officinalis* L.) genotiplerinde agronomik ve teknolojik özelliklere etkisinin belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 44(1), 55-70. 2007.
20. El Shemy M.A. Effect of some essential oils, salts and salicylic acid on reducing decay, keeping quality and prolonging shelf-life of canino apricot fruits. *Menoufia J. Plant Prod.* 5, 111–128. 2020.
21. Elgin İ. Sofralık ve kurutmalık kayısıların üretimi, tüketimi, Ticareti, Standardizasyonu, Malatya Deneme ve Üretim İstasyonu, s. 305. 1975.
22. Fan X., Jiao W., Wang X., Cao J. and Jiang W. Polyphenol composition and antioxidant capacity in pulp and peel of apricot fruits of various varieties and maturity stages at harvest. *Int J of Food Sci and Tech.* 53. 327- 336. 2018.
23. Femenia A., Rossello C., Mulet A. and Canellas J. Chemical composition of bitter and sweet apricot kernels, *J. Agric. Food Chem.* 43:356–361. 1995.
24. Gaya P.; Peirotén A. and Landete J.M. Transformation of plant isoflavones into bioactive isoflavones by lactic acid bacteria and bifidobacteria. *J. Funct. Foods.* 39, 198–205. 2017.
25. Gezer I. and Dikilitas S. The study of work process and determination of some working parameters in an apricot pit processing plant in Turkey, *J. Food Eng.* 53:111–114. 2002.
26. Gezer I., Haciseferoğulları H. and Demir F. Some physical properties of Hacıhaliloğlu apricot pit and its kernel, *Journal of Food Engineering*, 56, 49-57. 2002.
27. Gomaa E. Z. In vitro antioxidant, antimicrobial, and antitumor activities of bitter almond and sweet apricot (*Prunus armeniaca* L.) kernels. *Food Sci. Biotechnol.* 22(2): 455-463. 2013.
28. Gore M. and Kurt O. Bazı yağ bitkilerinin yağ oranları ve yağ asit kompozisyonlarının karşılaştırılması. *ADÜ Ziraat Dergisi.* 18 (2). 275- 284. 2021.
29. Gul V., Ozturk E. and Polat T. Yağlık Ayçiçeği Tanelerinin Bazı Karakteristik Özelliklerinin Belirlenmesi. *Atatürk Üni. Ziraat Fak. Derg.* 48 (2): 81- 85. 2017.
30. Gulsoy E. and Balta F. Aydın ili Yenipazar, Bozdoğan ve Karacasu ilçelerinden selekte edilen Badem (*Prunus amygdalus* Batch) genotiplerinin protein, yağ ve yağ asidi bileşimlerinin belirlenmesi. *Iğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Der.* 4 (1). 9- 14. 2014.
31. Gulsoy E., Kaya T., Pehlivan M. and Doğru Çokran B. Textural and physicochemical characteristics of Şalak (Apricose) apricot cultivar. VII Int. Sci. Agric. Symp. Agrosym, Bosnia Herzegovina. 2016.
32. Guner M., Vatandaş M. and Dursun E. Bazı kayısı çeşitlerinde çekirdek kırılma karakteristiklerinin belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 5 (1), 95-103. 1999.
33. Haciseferoğulları H., Gezer İ., Özcan M. M. and Asma B. M. Postharvest chemical and physical-mecanical properties of some Apricot varieties cultivated in Turkey. *J. Food Eng.*, 79: 364-373. 2007.
34. Jankovic B.; Manic N.; Dodevski V.; Radovic I.; Pijovic M.; Katnic Đ. and Tasic G. Physicochemical characterization of carbonized apricot kernel shell as precursor for activated carbon preparation in clean technology utilization. *J. Clean. Prod.* 236, 117614. 2019.
35. Juhaimi F. A., Özcan M. M., Ghafoor K. and Babiker E. E. The effect of microwave roasting on bioactive compounds, antioxidant activity and fatty acid composition of apricot kernel and oils. *Food Chemistry.* 243, 414- 419. 2018.

36. Kalkan N. N., Oz M. H. and Cangi R. Saruç'un üretim tekniği ve bazı fiziksel-kimyasal özelliklerinin belirlenmesi. *Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi*. 12. 11- 18. 2012.
37. Kappor N.; Bedi K.L. and Bhatia A.K. Chemical composition of different varieties of apricots and their kernels grown in Ladakha region. *J. Food Sci. Technol.* 24, 141–143. 1987.
38. Karadeniz T. and İslam A. Van merkez ilçede yetiştirilen zerdalilerin (*Prunus armeniaca* L.) seleksiyon yoluyla ıslahı. *Yüzüncü Yıl Üniv., Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2: 163-174. 1995.
39. Katar D., Arslan Y. and Subasi I. Ankara ekolojik koşullarında farklı ekim zamanlarının ketencik (*Camelina Sativa* L.) Bitkisinin yağ oranı ve bileşimi üzerine olan etkisinin belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*. 9 (3). 84- 90. 2012.
40. Kaya G. and Keskin M. Comparison of antidiabetic and antioxidant activities of sweet and bitter apricot kernels. *Progress in nutrition*. 23 (2). 1-5. 2021.
41. Kiralan M. and Ketenoglu O. Apricot (*Prunus armeniaca* L.) Kernel: A valuable by-product. In *Mediterranean Fruits Biowastes*; Springer: Cham, Switzerland, pp. 547–558. 2022.
42. Korekar G., Stobdan T., Arora R., Yadav A. and Singh, S. B. Antioxidant Capacity and Phenolics Content of Apricot (*Prunus armeniaca* L.) Kernel as a Function of Genotype. *Plant Foods Hum Nutr.* 66. 376–383. 2011.
43. Leahu A., Damian C., Oroian M. and Hretcanu C. Estimation of biochemical properties of walnuts from the region of Suceava- Romania. *Journal of Faculty of Food Engineering*. 12 (2). 169- 175. 2013.
44. Ozarslan S.; Atelge M.R.; Kaya M. and Ünalın S. A. Novel Tea factory waste metal-free catalyst as promising supercapacitor electrode for hydrogen production and energy storage: A dual functional material. *Fuel*. 305, 121578. 2021.
45. Ozcan M. Composition of some apricot (*Prunus armeniaca* L.) kernels grown in Turkey, *Acta Aliment.* 29:289–293. 2000.
46. Ozkarakas I., Ercan N., Gurnil K. and Kucuk E. Bazı önemli kayısı (*Prunus armeniaca* L.) çeşitlerinin Ege Bölgesi koşullarında değerlendirilmesi. *Anadolu J. of AARI.*, 18: 30-48. 2008.
47. Ozkarakas I. and Ercan N. Güneydoğu Anadolu Bölgesinden toplanan bazı kayısı (*Prunus armeniaca* L.) genetik kaynakları materyalinin Ege Bölgesine adaptasyonu ve değerlendirilmesi. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derg.* 14(1): 1-15. 2004.
48. Ozyoruk C. and Guleryuz M. Iğdır ovasında yetişen kayısı çeşitleri üzerinde pomolojik biyolojik ve fenolojik araştırmalar. *Ataturk Uni. Zir. Fak. Der.* 23 (1). 16-28. 1992.
49. Pektekin T.A. Ülkemizde Yetiştirilen Kayısı Çeşitleri ve Özellikleri, *Standart* 6:49–51. 1994.
50. Pala M., Açkurt F., Löker M., Gürcan T. and Yıldız M. Türkiye'de Yetiştirilen Degisik Kayısı Çeşitlerinin Bilesimi ve Beslenme Fizyolojisi Açısından Degerlendirilmesi, *Gıda Teknol.* 1:34–39. 1996.
51. Rampackova E.; Göttingerová M.; Gála P.; Kiss T.; Ercis J. S. and Necas, T. Evaluation of protein and antioxidant content in apricot kernels as a sustainable additional source of nutrition. *Sustainability*. 13, 4742. 2021.
52. Sağlam O. Hacılar (Kayseri) yöresi kayısılarının (*Prunus armeniaca* L.) seleksiyonu. Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri. 2021.
53. Sathe S. K., Seeram N. P. and Ksirsagar H. H. Fatty acid composition of California grown almonds. *Journal of Food Science*. 73(9). 607-614. 2008.
54. Scalzo J, Politi A, Pellegrini N, Mezzetti B, Battino M. Plant genotype affects total antioxidant capacity and phenolic contents in fruit. *Nutrition* 21:207–213. 2005.
55. Seker I. T., Ozboy Ozbaş O., Gökbulut I., Ozturk S. and Koksel H. Utilization Of Apricot Kernel Flour As Fat Replacer In Cookies. *Journal of Food Processing and Preservation*, 34 (1), 15-26. 2010.
56. Shariatifar N.; Pourfard I.M.; Khaniki G.J.; Nabizadeh R.; Akbarzadeh A.; Nejad A.S.M. Mineral composition, physico-chemical properties and fatty acids profile of *prunus armeniaca* apricot seed oil. *Asian J. Chem.* 29, 2011–2015. 2017.
57. Sharma A.; Kshetrimayum C.; Sadhu H.G. and Kumar S. Arsenic-induced oxidative stress, cholinesterase activity in the brain of Swiss albino mice, and its amelioration by antioxidants Vitamin E and Coenzyme Q10. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 25, 23946–23953. 2018.
58. Slinkard, K. and Singleton, V. L. Total phenol analyses: automation and comparison with manual methods. *American Journal of Enology and Viticulture*, 28, 49-55. 1977.
59. Sochor J., Zitka O., Skutkova H., Pavlik D., Babula P., Krška B., Horna A. Adam V., Win M. M., Abdul-Hamid A., Baharin B., Anwar F., Sabu M. C. ve Pak-Dek M. S. Phenolic Compounds and Antioxidant Activity of Peanut's Skin, Hull, Raw Kernel and Roasted Kernel Flour. *Pak J Bot.*, 43 (3). 1635- 1642. 2011.
60. Tanwar B.; Modgil R. and Goyal A. Antinutritional factors and hypocholesterolemic effect of wild apricot kernel (*Prunus armeniaca* L.) as affected by detoxification. *Food Funct.* 9, 2121–2135. 2018.
61. Teffane M., Boudries H., Bey M. B., Kadi A. and Boukhalfa F. Effect of solvent type, extraction temperature, agitation speed and microwave power on phenolic compound extraction and antioxidant activity of apricot kernels (*Prunus armeniaca* L.). *Current bioactive compounds*. 18 (1). 2022.
62. Tekeli S.T. Türk meyve ve sebzelerinde C vitamini ve Beta karoten miktarları üzerinde araştırmalar. TÜBİTAK IV. Bilim Kongresi, 5-8 Kasım 1973.
63. Tuna H. E. Gıda atığı olan vişne, nar, kabak ve kayısı çekirdeklerinin kek üretiminde değerlendirilmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul. 2015.
64. Turan S., Topçu A., Karabulut I. and Vural H. Farklı Kayısı Çeşitlerine Ait Çekirdeklerin Yağ Asidi Bileşimi ve Tokoferol İçeriği, *10. Gıda Kongresi*, Türkiye: 21 23 Mayıs 2008.
65. Vursavus K. and Ozguven F. Mechanical behaviour of apricot pit under compression loading. *J. Food Eng.* 65:255–261. 2004.
66. Yarılgac T., Ozrenk K., Muradoglu F. and Tufenkci S. Gevaş yöresinde selekte edilmiş bazı cevizlerin (*Juglans regia* L.) pomolojik özellikleri ve makro-mikro element düzeyleri. *Tarım Bilimleri Dergisi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi*. 13 (1). 33-37. 2002.
67. Yiğit D., Yiğit N. and Mavi A. Antioxidant and antimicrobial activities of bitter and sweet apricot (*Prunus armeniaca* L.) kernels. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 42: 346-352. 2009.
68. Yılmaz S. and Tunçturk M. Muş ekolojik koşullarında toprak işlemeli ve toprak işlemez tarımda bazı aspir (*Carthamus Tinctorius* L.) çeşitlerinin verim ve verim öğelerinin

- belirlenmesi. *Yuzuncu Yil University Journal Of The Institute Of Natural And Applied Sciences*. 23 (1). 69-78. 2018.
69. Zhang R., Zeng Q., Deng Y., Zhang M., Wei Z. Zhang Y. and Tang X. Phenolic profiles and antioxidant activity of litchi pulp of different cultivars cultivated in Southern China. *Food Chem*. 136, 1169–1176. 2013.
70. Zhou S.; Zhai X.; Zhang R.; Wang W.; Lim L.T. and Hou H. High-Throughput fabrication of antibacterial starch/pbat/agnps@sio₂ films for food packaging. *Nanomaterials*. 11, 3062. 2021.
71. Zezulova E., Gottingerova M., Gala P., Kiss T., Ercisli S. and Necas T. Evaluation of protein and antioxidant content in apricot kernels as a sustainable additional source of nutrition. *Sustainability*. 13 (9). 11. 2021.



Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu Tarafından Uşak İlinde Süt Sığırcılığı İşletmelerine Verilen Desteklerin Sektörel Analizi

Sibel Alapala Demirhan^{1*} Özkan Ölmez²

^{1*} Uşak Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, Uşak, Türkiye ORCID: 0000-0001-7677-5919, [sibel.alapalasadak.edu.tr](mailto:sibel.alapalasadak@edu.tr)

²TKDK Uşak İl Koordinatörlüğü, Uşak, Türkiye (ORCID: 0000-0002-5742-7844), ozkanolmz@gmail.com

(1st International Conference on Engineering, Natural and Social Sciences ICENSOS 2022, December 20 - 23, 2022)

(DOI: 10.31590/ejosat.1222378)

ATIF/REFERENCE: Alapala Demirhan, S. & Ölmez, Ö. (2022). Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu Tarafından Uşak İlinde Süt Sığırcılığı İşletmelerine Verilen Desteklerin Sektörel Analizi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (45), 116-119.

Öz

Avrupa Birliği tarafından aday ve potansiyel aday ülkelerin AB standartlarına, politikalarına ve müktesebatına uyum çabalarına destek olmak amacıyla IPA programı uygulanmaktadır. IPA fonları, AB aday ve potansiyel aday ülkelerin ekonomik gelişmesine destek olmak ve sosyal uyumun sağlanmasına yönelik gerçekleştirilen projelerin desteklenmesini amaçlamaktadır.

IPA'nın beşinci bileşeni olan Kırsal Kalkınma Bileşeni (IPARD); AB ortak tarım politikası, kırsal kalkınma politikası ve ilgili diğer politikalarının uygulanması ve yönetimi için katılım öncesi dönemde aday ülkelerin bu yöndeki kurumsal kapasite gelişimini ve yapısal uyumunu artırmayı hedefleyen bir bileşendir. Bu amaçla, tarım sektörünün modernizasyonu ve kırsal alanların sürdürülebilir kalkınmasına hizmet edecek şekilde IPARD kapsamında aday ülkelere mali destek sağlanmaktadır. IPARD Programının (2007-2013) sona ermesini takiben, IPARD II (2014-2020) programı hazırlanmıştır.

IPARD kapsamında projeler mevcut işletmelerin modernizasyonu ve yeni tarımsal işletme kuruluşu olarak planlanabilmekte ve proje kapsamında yapım işleri, makine ekipman alımı, hizmet alımı, görünürlük harcamaları uygun harcama kalemleri olarak desteklenmektedir.

Hazırlanan çalışmada da 2015 yılından itibaren Uşak ilinde işletmelere verilen destekler incelenmiştir. İşletmelerin hayvan refahı ve verimi konusunda eski tip klasik işletmelere kıyasla daha verimli oldukları, Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından uygun koşullar sağlanması ile yararlandırılan ari işletme, soğuk süt primi, buzağı desteği, çoban desteği vb. desteklerinden daha büyük oranda ve daha kolay yararlanabildiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu, IPARD, destek, sektörel analiz

Sectoral Analysis of the Support of the Agriculture and Rural Development Support to Dairy Facilities in Uşak

Abstract

The IPA program is implemented by the European Union in order to support the efforts of candidate and potential candidate countries for harmonization with EU standards, policies and acquis. IPA funds aim to support the economic development of EU candidate and potential candidate countries and to support projects carried out to ensure social cohesion.

The Rural Development Component (IPARD), the fifth component of IPA; It is a component for the implementation and management of the EU common agricultural policy, rural development policy and other relevant policies, aiming to increase the institutional capacity development and structural adjustment of the candidate countries in this direction in the pre-accession period. For this purpose, financial support is provided to candidate countries within the scope of IPARD in a way that will serve the modernization of the agricultural sector and the sustainable development of rural areas. Following the termination of the IPARD Program (2007-2013), the IPARD II (2014-2020) program was prepared.

Within the scope of IPARD, projects can be planned as the modernization of existing enterprises and the establishment of new agricultural enterprises, and within the scope of the project, construction works, machinery and equipment purchase, service procurement, visibility expenditures are supported as eligible expenditure items.

In the prepared study, the supports given to businesses in Uşak province since 2015 were examined. Beekeeping, cold milk premium, calf support, shepherd support, etc. benefited by the Ministry of Agriculture and Forestry, where the enterprises are more efficient in terms of animal welfare and efficiency compared to the old-style classical enterprises. It has been seen that they can benefit from their support to a greater extent and more easily.

Keywords: Rural Development Support Institution, IPARD, support, sectoral analysis

1. Giriş

Uşak ili Ege Bölgesinin İç Batı Anadolu bölümünde yer alan Uşak, 38°13' ve 38° 56' enlemleri ile 28° 48' ve 29° 57' boylamları arasında, Ege Bölgesi ile İç Anadolu bölgesinin birbirlerinden ayrıldığı İç batı Anadolu eşiğinin batı kenarında konumlanmıştır. Kuzeyde Kütahya, doğuda Afyon, güneyde Denizli ve batıda Manisa illeri bulunmaktadır. 5.341 km² yüzölçümü ile ülke yüzölçümünün %0,7 lik kısmını oluşturmaktadır (Anonim, 2022a).

Kuzeyinde Şaphane, Kuzeydoğusunda Murat Dağı, Güneydoğuda Bulkaz Dağı ile çevrilidir. Uşak-Kütahya il sınırını oluşturan Murat Dağı volkanik yapılıdır. Coğrafi konumundan dolayı Akdeniz iklimi ile İç Anadolu'nun karasal iklimi arasında kaldığından bitki örtüsü de buna benzer bir durum göstermektedir. Yazları sıcak ve kurak, kışları ise iç Anadolu'ya göre daha ılık geçen bir karasal iklim egemendir. Ege Denizi üzerinden gelen bulutların getirdiği yağışlar, il iklimini Orta Anadolu ikliminden ayırır (Anonim, 2022b).

Uşak ilinin iklimi Ege ve İç Anadolu bölgeleri arasında bir geçiş özelliği gösterir. Daha çok karasal iklim hüküm sürer. Yazları sıcak, kışları uzun ve sert geçer. Senelik yağış miktarı 430 mm ile 700 mm arasındadır. Sıcaklık -24°C ile +39,8°C arasında seyredir. 0°C altında geçen gün sayısı 70'dir. Yağışların çoğu kışın yağar. Yazın yağış oldukça azdır (Anonim, 2022c).

Uşak ili ile ilgili genel bilgilendirmenin ardından IPA fonlarının değerlendirilmesi gerekmektedir. Avrupa Birliği tarafından aday ve potansiyel aday ülkelerin AB standartlarına, politikalarına ve müktesebatına uyum çabalarına destek olmak amacıyla IPA programı uygulanmaktadır. IPA fonları, AB aday ve potansiyel aday ülkelerin ekonomik gelişmesine destek olmak ve sosyal uyumun sağlanmasına yönelik gerçekleştirilen projelerin desteklenmesini amaçlamaktadır (Bulutcu, 2015).

IPA'nın beşinci bileşeni olan Kırsal Kalkınma Bileşeni (IPARD); AB ortak tarım politikası, kırsal kalkınma politikası ve ilgili diğer politikalarının uygulanması ve yönetimi için katılım öncesi dönemde aday ülkelerin bu yöndeki kurumsal kapasite gelişimini ve yapısal uyumunu artırmayı hedefleyen bir bileşendir. Bu amaçla, tarım sektörünün modernizasyonu ve kırsal alanların sürdürülebilir kalkınmasına hizmet edecek şekilde IPARD kapsamında aday ülkelere mali destek sağlanmaktadır. Türkiye, IPARD bileşeni kapsamında aday ülkelere sağlanan mali desteklerden yararlanmak amacıyla, AB'nin ilgili politikalarıyla ve UKKS dokümanı ile uyumlu şekilde IPARD 1 Programını hazırlamış ve Kasım 2007'de Avrupa Komisyonuna sunmuştur. Ülkemizin ihtiyaçlarını ve koşullarını gözeterek IPARD Programı (2007-2013) Avrupa Komisyonu Kırsal Kalkınma Komitesi'nde görüşülerek kabul edilmiş ve Avrupa Komisyonu tarafından 25 Şubat 2008 tarihinde onaylanmıştır. Programın onaylanmasından sonra, IPARD kapsamında AB mali yardımlarının kullanılabilmesi için Türkiye ile AB arasında 2010 yılında Sektörel Anlaşma imzalanmıştır. Sektörel Anlaşma, IPARD Programının uygulanmasına ilişkin prosedür ve genel kuralları içermektedir (Bulutcu, A.B. 2015).

IPARD Programı; tarım sektörünün sürdürülebilir modernizasyonuna katkı sağlanmasını, gıda güvenliği, veterinerlik, bitki sağlığı, çevre ve diğer standartlara ilişkin AB standartlarına ulaşmasının teşvik edilmesini, kırsal alanların sürdürülebilir kalkınmasına katkı sağlanmasını, yerel kırsal kalkınma stratejileri ve tarım-çevre tedbirlerinin uygulanması için

hazırlık faaliyetlerinin yapılmasını hedeflemektedir (TKDK, 2014).

IPARD Programının (2007-2013) sona ermesini takiben, IPARD II (2014-2020) programı hazırlanmıştır. IPARD II programı Avrupa Komisyonu tarafından 11 Mart 2014 tarih ve 231/2014 sayılı tüzük ile onaylanmış olan IPA 2 bileşenleri arasında kırsal kalkınma programı olarak 6 Mayıs 2017 tarih ve 2017/10079 sayılı karar ile yürürlüğe girmiştir. Bu kapsamda, Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu hâlihazırda IPARD II programını uygulamaktadır. Avrupa Komisyonu tarafından onaylanan IPARD III programı 2021-2027 yılları arasında uygulanacaktır (Anonim, 2022d).

2. IPARD - Süt Üreten Tarımsal İşletmeler

IPARD kapsamında süt üreten tarımsal işletmeler en az 10, en fazla 120 süt ineği veya en az 5, en fazla 50 süt veren manda veya en az 50, en fazla 500 süt veren koyun veya en az 50, en fazla 500 süt veren keçi kapasiteli olarak desteklenmektedir. Yatırımlar; en az 5.000 en fazla 500.000 Avro ya kadar uygun harcamalarının %50 - 70'i arasında değişen oranlarda hibeye hak kazanabilmektedir. Projeler mevcut işletmelerin modernizasyonu ve yeni tarımsal işletme kurulumu olarak planlanabilmekte ve proje kapsamında yapım işleri, makine ekipman alımı, hizmet alımı, görünürlük harcamaları uygun harcama kalemleri olarak desteklenmektedir. Program bünyesinde canlı hayvan, yem ve yem bitkisi, arazi, mevcut bina alımları için ödeme yapılmamaktadır (Anonim, 2022e).

3. Süt Üretimi

Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından açıklanan verilere göre Uşak İlinde 2015-2021 yılları arası büyükbaş hayvan sayısı ve bunlardan üretilen süt sayıları tablo 1 de görülmektedir.

Tablo 1: Büyükbaş hayvan sayısı (adet) ve üretilen süt miktarı (ton/yıl) (Anonim, 2022f)

Yıl	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
<i>Büyükbaş Sayısı (Adet)</i>	135 Bin	124 Bin	129 Bin	130 Bin	143 Bin	X	140 Bin
<i>İnek Sütü Üretimi (Ton/Yıl)</i>	180 Bin	187 Bin	219 Bin	204 Bin	X	X	283 Bin

TKDK Uşak İl Koordinatörlüğünce IPARD projelerinden faydalanan işletme sayıları da Tablo 2 de görülmektedir. IPARD II de proje sayısındaki azalma dikkat çekmektedir. İşletmelerin ürettikleri sütün yıllık toplam miktarına ait resmi sayılara ulaşılamadığı için tabloda belirtilmemiştir.

Tablo 2. Desteklenen proje sayıları (Anonim, 2022g)

TEDBİR 101: Tarımsal İşletmelerin Fiziki Varlıklarına Yönelik Yatırımlar	
Süt Üreten Tarımsal İşletmeler (İnek)	
IPARD I Proje Sayısı	IPARD II Proje Sayısı
15	6

4. İşletmelere Verilen Destekler

Desteklenen yatırımlar yeni işletme kurulumu olarak başvuru yapmış ve yapım işleri, makine ekipman alımı, hizmet alımı ve görünürlük harcamalarına ait harcama kalemlerinden faydalanmışlardır.

Tablo 3. IPARD I döneminde inek sütü üreten işletmelerine verilen desteklerin işletme ölçeğinde incelenmesi

IPARD I	İşletme Kurulum yılı	İşletme Büyüklüğü	Yatırım Tutarı (TL)	Ödenen Hibe (TL)	Ödenen Hibe (Avro)	İlçe
1 Nolu İşletme	2013	120	3.472.267,35	1.712.473,66	554.827,04	Merkez
2 Nolu İşletme	2014	49	1.681.912,01	987.358,73	319.895,91	Merkez
3 Nolu İşletme	2015	120	3.033.216,19	1.537.810,40	498.237,62	Sivaslı
4 Nolu İşletme	2015	49	2.708.860,16	1.396.918,54	422.204,12	Sivaslı
5 Nolu İşletme	2015	19	723.133,34	383.154,66	116.188,45	Merkez
6 Nolu İşletme	2015	120	3.293.676,28	1.711.085,77	509.095,18	Ulubey
7 Nolu İşletme	2015	19	1.156.968,04	573.343,11	162.978,07	Banaz
8 Nolu İşletme	2015	120	3.698.564,81	1.832.048,13	505.155,69	Merkez
9 Nolu İşletme	2015	49	737.755,05	368.807,38	101.692,28	Merkez
10 Nolu İşletme	2015	120	3.374.084,21	1.595.928,77	479.660,69	Merkez
11 Nolu İşletme	2015	59	2.058.448,09	708.017,62	195.223,65	Merkez
12 Nolu İşletme	2015	120	3.008.542,25	1.764.971,77	508.692,30	Merkez
13 Nolu İşletme	2015	120	3.173.552,30	1.802.949,95	497.132,37	Ulubey
14 Nolu İşletme	2015	48	2.639.650,37	1.351.716,81	372.712,61	Banaz
15 Nolu İşletme	2015	49	1.943.605,36	921.374,41	254.053,11	Merkez

Tablo 3 incelendiğinde ödenen hibelerin yarısının Uşak merkeze yapıldığını, bunu Sivaslı, Banaz, Ulubey deki işletmeler takip

ettiği ve Eşme ile Karahallı ilçelerine hibe ödemelerinin yapılmadığı görülmüştür.

Tablo 4. IPARD II döneminde inek sütü üreten işletmelerine verilen desteklerin işletme ölçeğinde incelenmesi

IPARD II	İşletme Kurulum yılı	İşletme Büyüklüğü	Yatırım Tutarı (TL)	Ödenen Hibe (TL)	Ödenen Hibe (Eu)	İlçe
1 Nolu İşletme	2017	20	1.043.313,88	669.746,50	133.624,44	Merkez
2 Nolu İşletme	2017	19	432.404,89	267.559,97	51.634,56	Eşme
3 Nolu İşletme	2018	49	2.758.024,19	1.160.161,72	182.897,87	Banaz
4 Nolu İşletme	2019	30	1.274.504,14	573.586,33	61.925,18	Merkez
5 Nolu İşletme	2019	49	1.804.211,46	711.236,46	79.634,15	Sivaslı
6 Nolu İşletme	2022	30	2.732.042,06	1.421.902,33	57.757,16	Ulubey

Tablo 4 incelendiğinde Uşak ilini hayvancılık yönünden en gelişmiş ilçesi olan Eşme ilçesinde de hibe ödeme yapıldığı, Covid 19 salgını döneminde ise 2020-2021 yıllarında hibe ödemelerin yapılmadığı görülmektedir.

5. Sonuç

TKDK tarafından Uşak ilinde desteklenen yatırımlar incelendiğinde IPARD I uygulama dönemi olan 2012-2016 yılları arasında işletme kurulum maliyetleri canlı hayvan başına ortalama 31.080 TL olarak kurulmuştur. 50 baş altı hayvan kapasiteli işletmeler canlı başına ortalama 40.030 TL ye yapılırken, 50-120 baş arası işletmeler 27.445 TL ye kurulmuştur. Hazırlanan çalışmada kurulum yılları yazılı işletmelerin IPARD II uygulama döneminde 50 baş altında planlandığı görülmektedir, işletmelerin kurulum maliyetleri canlı hayvan başına 50.992 TL olarak gerçekleşmiştir, bu sayı işletme kurulum maliyetlerinin %25 oranında arttığını göstermektedir.

TKDK hibelerinden faydalanarak kurulan işletmeler, yatırım sonunda AB standartlarına sahip olduklarını belgelendirmek durumundadırlar. İşletmelerin hayvan refahı ve verimi konusunda eski tip klasik işletmelere kıyasla daha verimli oldukları, Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından uygun koşullar sağlanması ile yararlandırılan ari işletme, soğuk süt primi, buzağı desteği, çoban desteği vb. desteklerinden daha büyük oranda ve daha kolay yararlanabildiği düşünülmektedir.

Birim maliyet hesabı yapıldığında yeni kurulacak büyükbaş hayvancılık işletmesinin karlılık oranının 50 baş ve yukarı planlanmasının işletme kurulum bütçesini artırmasına rağmen, uzun dönemde daha kazançlı olacağı düşünülmektedir. Sürü projeksiyonu dikkate alındığında büyük işletmelerin uzun vadede daha sürdürülebilir olabileceğine inanılmaktadır. Ülkemizde hayvansal üretimdeki desteklere yönelik çalışmalar yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

Anonim, 2022a, Uşak Belediyesi Coğrafi Yapısı, Erişim Tarihi: 20.01.2022 <https://www.usak.bel.tr/sayfa/cografya-yapisi/>

Anonim, 2022b, Uşak Belediyesi Fiziki Yapısı, Erişim Tarihi: 20.01.2022 <https://www.usak.bel.tr/sayfa/fiziki-yapisi/>

Anonim, 2022c. Uşak Valiliği. İklim.

<http://www.usak.gov.tr/iklim>, Erişim: 20.01.2022

Anonim, 2022d, Tarım ve Orman Bakanlığı,

<https://www.tkd.gov.tr/Duyuru/avrupa-komisyonu-ipard-iii-programini-onayladi-11109>

Anonim, 2022e, Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu <https://tkd.gov.tr/Content/File/BasvuruFiles/BasvuruPaketiHazirolamaDokumanlari/BasvuruCagriRehberi/IPARDII/10.0/101.pdf> Erişim Tarihi: 20.01.2022

Anonim, 2022f, Uşak İl Tarım ve Orman Müdürlüğü,

<https://usak.tarimorman.gov.tr/> Erişim Tarihi: 20.01.2022.

Anonim, 2022g, TKDK Uşak İl Koordinatörlüğü,

<https://usak.tkd.gov.tr/BizeUlasin.aspx> Erişim Tarihi: 20.01.2022.

Bulutcu, A.B. 2015. "IPARD Programı ile ulusal kırsal kalkınma programlarının tamamlayıcılık açısından değerlendirilmesi" AB uzmanlık tezi. AB Dış İlişkiler Genel Müdürlüğü, Ankara. 2015.

TKDK. 2014. Katılım Öncesi Yardım Aracı Kırsal Kalkınma Programı (IPARD). "Et Üreten Tarımsal İşletmelere Yatırım. Başvuru Çağrı Rehberi V 3.3" 2014.



Otomobil Ön Tampon Braketinde Tasarım İyileştirmesi

Efe Savran¹, Sinan Vargelci², Lino Catenaro³, Fatih Karpat^{4*}

¹ Bursa Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Bursa, Türkiye, (ORCID: 0000-0002-9518-6498), efesavran@uludag.edu.tr

² STEP Turkey, Dış Trim Yöneticiliği, Bursa, Türkiye (ORCID: 0000-0003-4353-4865), sinan.vargelci@step-tr.com

³ STEP Turkey, Genel Müdürlük, Bursa, Türkiye (ORCID: 0000-0002-3180-5667), lino.catenaro@step-tr.com

^{4*} Bursa Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Bursa, Türkiye, (ORCID: 0000-0001-8474-7328), karpat@uludag.edu.tr

(1st International Conference on Engineering, Natural and Social Sciences ICENSOS 2022, December 20 - 23, 2022)

(DOI: 10.31590/ejosat.1219759)

ATIF/REFERENCE: Savran, E., Vargelci, S., Catenaro, L. & Karpat, F. (2022). Otomobil Ön Tampon Braketinde Tasarım İyileştirmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (45), 120-125.

Öz

Otomobil parçaları dinamik yüke maruz kalan yapısal elemanlardır. Yapı geneli için tolerans dâhilinde zamanla deformasyon veya konum değişikliği ortaya çıkabilmektedir. Belirlenen kısıtlar dışına çıkma durumuna önlem amacıyla parçalar için tasarım iyileştirmesi gerekmektedir. Bu çalışmada bir otomobil ön tampon braketinin deformasyon ve kütle azaltımı hedefiyle tasarım iyileştirmesi gerçekleştirilmiştir. Toplamda 4 aşamadan oluşan iyileştirme süreci sonunda ilk braket modeline göre gerilim değerinde %42,7 azalma, deformasyon değerinde %48 azalma ve kütle değerinde de %18,5 azalma gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Braket, Otomobil ön tampon, Tasarım, Sonlu elemanlı analizi, Hafifletme.

Design Improvement on Automobile Front Bumper Bracket

Abstract

Auto parts are structural elements subjected to dynamic load. Deformation or change of position may occur over time within the tolerance for the overall structure. Design improvement is required for parts in order to prevent going out of the determined constraints. In this study, a design improvement was carried out with the aim of reducing deformation and mass reduction of an automobile front bumper bracket. At the end of the improvement process consisting of 4 stages in total, a 42.7% decrease in maximum stress value, 48% decrease in deformation value and 18.5% decrease in mass value was achieved compared to the first bracket model.

Keywords: Bracket, Automobile front bumper, Design, Finite element Analysis, Lightweight.

1. Giriş

Otomobiller birden fazla parçadan oluşan hareketli yapılardır. Bir bütünü ortaya çıkaran bu parçalar farklı geometrilerde ve farklı malzemelerden oluşmaktadırlar. Parçaların birbirleriyle temasta olması ve ortak hareket etmeleri yapısal rijitlik ve dayanım durumlarının dikkate alınmasını gerektirmektedir. Bununla birlikte firmaların enerji tüketimi açısından da gelişim göstermek için rekabet içerisinde oldukları genel bilinirliktedir ve bunun için hafif parça kullanımına özen göstermektedirler.

Hafif olmasına dikkat edilen otomotiv parçalarından bir tanesi braketlerdir. Braketler genel anlamda iki farklı yapı

arasında kuvvet aktarımı bakımında köprü görevi gören parçalardır. Bir motor braketini motor için hem konum koruma için kullanıldığı gibi konfor ve yapısal dayanım açısından titreşim sönmüleyici olarak da görev yapmaktadır. Benzer şekilde ön tampon montaj braketini plastik malzemeli ön tampon ile çamurluk panelini yapısal olarak birbirine bağlayan braketler de mevcuttur.

Dalmış ve diğ. (Dalmış et al., 2017), bahçe tipi traktörlerde 3 noktalı kaldırma sistemindeki braketin yorulma performansını sonlu elemanlı analizi ve deneysel olarak incelemişlerdir. Deneysel çalışma esnasında hidrolik silindiri tutan braketin 11218. çevrimde hasara uğradığını görmüşlerdir. Braket kalınlığının 12 mm'den 19 mm'ye artırılmasıyla ve GG25 malzemenin GG35 ile değiştirilmesiyle sorun çözümlenmiştir.

* Sorumlu Yazar: karpat@uludag.edu.tr

Öğüçlü ve Yıldırım (Öğüçlü & Yeldar, 2022), ticari faaliyet gösteren bir hurda kesme makinesine ağırlık azalma amacıyla topoloji optimizasyon çalışması uygulamışlardır. Çalışmaya konu olan makasın üst çene kısmı çelik malzemeden yapılmıştır. Sonlu elemanlar yönteminde modellenen üst çeneye 402124 N yük uygulanmıştır ve bağlantı noktasından silindirik mesnet tanımlanmıştır. Gerçek şartların karşılanması için düşey doğrultuda 9806,6 mm/s²'lik yer çekimi ivmesi de uygulanmıştır. Kesme işlemi kesilen malzeme ile temas halinde olan bıçak kısmına yer değiştirme tanımlanıp tepki kuvvetleri elde edilmiştir. Statik yapısal analizde gerilim ve deformasyon dağılımının elde edilmesinin ardından topoloji optimizasyon aşamasında %50 kütle azalımı hedefiyle 24 tekrar ile istenilen yapı ortaya çıkarılmıştır. Yapılan çalışmanın sonucunda deplasmanda yaklaşık %10 artış olurken, kütle miktarı yaklaşık %25 azalmıştır.

Albak (Albak, 2019), bir Formula SAE aracında ağırlık azaltma hedefiyle fren pedalında topoloji optimizasyon çalışması gerçekleştirmiştir. Pedal malzemesi olarak hafiflik, yeterli dayanım ve finansal durumdan dolayı alüminyum alaşımı tercih edilmiştir. Topoloji optimizasyonu için pedal boyutlarını dikkate alan bir blok parça oluşturulmuştur. Blok parçaya 2000 N kuvvet uygulanıp gerilim dağılımı elde edilmiştir. Gerilim dağılımına göre göreceli olarak yük olmayan bölgelerden malzeme boşaltımı işlemi olmak üzere 54 tekrarlama sonucunda topoloji optimizasyon çalışması sonlandırılmıştır. Çalışmanın sonucunda kütle olarak yaklaşık %11 azalış, gerilim olarak yaklaşık %6,5 artış ve deplasman olarak %4,6 azalış elde edilmiştir.

Doğan ve diğ. (Doğan et al., 2020), kütle azalımı hedefiyle bir kamyon fren pedalına topoloji optimizasyon çalışması uygulamıştır. 3000x30x18 mm ebatlarında olan ilk pedal modeli St37 malzeme ile statik yapısal analize dâhil edilmiştir. Modelin gerçek şartları karşılaması için pedal üst sabitleme değıline silindirik mesnet, alt sabitleme deliğine yay kuvveti ve alt yüzeyine ise 500 N yük tanımlanmıştır. Statik yapısal analizden gerilim dağılımının elde edilmesinin ardından topoloji optimizasyon çalışmasına geçiş yapılmıştır. Yük uygulama yüzeyi, mesnet delikleri ve yay kuvveti etkileyen yüzeyler malzeme boşaltımı dışında tutulacak kısımlar olarak seçilmiştir. Topoloji optimizasyonu sonucunda ortaya çıkan yapının optimum olup olmadığının tespit edilebilmesi için şekil optimizasyonu çalışmasına geçiş yapılmıştır. Bu aşamada pedal dış kalınlığı ile boşaltım yapılmış kısımdan kalan yan yüzey kalınlığı temel parametrelerdir. Şekil optimizasyonu sonucunda pedal dış kalınlığı 2,3 mm, iç yan yüzey kalınlığı ise 2 mm olarak belirlenmiştir. Çalışmanın genel sonucunda ise %50 daha hafif bir pedal ortaya çıkarılmıştır.

Kirthana ve Nizamuddin (Kirthana & Khaja Nizamuddin, 2018), motor braketini tasarım iyileştirmesi çalışması yapmışlardır. Statik yapısal analiz için aynı sınır şartlarını braket modelinin farklı malzemeli çeşitlerine uygulayarak malzeme tespiti yapmışlardır. Burada kıyaslama için gri dökme demir, alüminyum silikon karpit ve alüminyum 5052 alaşımı tercih edilmiştir. 2 aşamalı tasarım değışikliği metodolojisi uygulayıp statik analizleri tekrarlamışlardır. Nihai tasarım ve Alüminyum 5052 alaşımıyla en hafif yapı elde edilmiştir.

Bu çalışmada bir otomobil ön tampon braketinin tasarım iyileştirmesi 4 aşamada gerçekleştirilmiştir. Aşamalarda iyileştirme durumunun görülebilmesi için statik yapısal analiz çalışmaları yapılmıştır. Birinci iyileştirme aşamasında braket üst uç bölgesindeki göreceli olarak yüksek deformasyon azaltılmış,

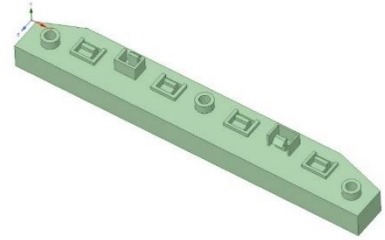
ikinci iyileştirme aşamasında malzeme yönünden tespit ve optimizasyonu gerçekleştirilmiştir, üçüncü iyileştirme aşamasında yapı genelindeki yüksek deformasyon değıerinin azaltılması için braket iç kısmına destekleyici duvarlar eklenmiş ve istenilen durum elde edilmiştir, dördüncü iyileştirme aşamasında ise elde edilen son braket modelinde ilk modele kıyasla kütsel artış meydana geldiğinden dolayı hafifletme amaçlı yüksekliği azaltılmıştır ve dayanımsal açıdan da bir sorun görülmeyerek tasarım iyileştirme çalışması sonlandırılmıştır. Bu çalışma ile hafif, yeterli dayanıma sahip ve deformasyonu azaltılmış bir braket tasarımı elde edilmiştir.

2. Materyal ve Metot

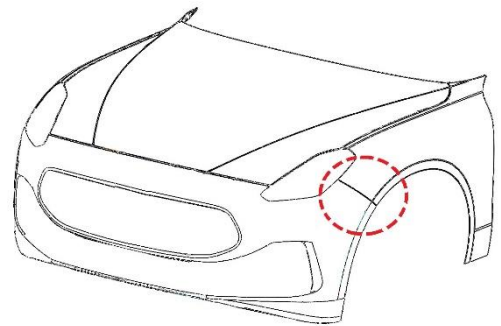
2.1. Model İncelemesi

Çalışmaya konu olan otomobil ön tampon braketini, ön tampon bağlantı bölgesi ile araç çamurluk paneli arasında bağlantı ara parçası olarak görev yapmaktadır. Braket, çamurluk paneline 2 adet ile tampon kısmına ise 4 adet bağlantı pini ile montajlanmaktadır. Pinlerin haricinde montaj rijitliğinin artırılması için 3 adet perçin montajı yapılmıştır.

Ara bağlantı braketini, 230 mm uzunluğunda, 15 mm yüksekliğinde ve 30 mm genişliğindedir. Perçin delikleri 6 mm çapında olup tampon bağlantı pinlerinin genişliği 7 mm, çamurluk tarafı ise 5 mm dir. Brakete ait görsel şekil 1'de, araç üzerindeki konumu ise şekil 2'de kırmızı çizgi ile görülmektedir.



Şekil 1. Ara bağlantı braketine ait görsel



Şekil 2. Braket araç üzeri konumu

2.2. Sonlu Elemanlar Yöntemi

Braketin tasarım iyileştirmesi için sonlu elemanlar yönteminden (SEY) yararlanılmıştır. Çalışmanın gerçekleştirilmesinde kullanılan sonlu elemanlar yöntemi temel olarak 3 ana probleme cevap bulabilmektedir. Bunlar sırasıyla; denge problemleri, yayılma problemleri ve özdeğer problemleridir (İrsel, 2007). Çözüm sistemi gereğı sonlu elemanlar yöntemi, uygun boyutlardan oluşan birim elemanlar üzerindeki yüklem tiplerine karşılık yer değıştirme miktarını ve gerilim değıerlerini ortaya koyabilmektedir. Bu sonuca Hooke

kanunu gereğince birim elemanın rijitlik değerini dikkate alarak ulaşmaktadır. Doğadaki her maddenin bir yay karakteristiğine sahip olduğu düşüncesiyle parçaya gelen etki değerine cevaben şekil değişikliği oluşmaktadır. Şekil 3'te SEY'de yük tiplerine bağlı olarak birim çubuk elemanda ortaya çıkacak olan şekil değişim miktarlarını gösteren matris formu görülmektedir.

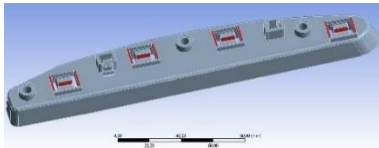
$$\begin{bmatrix} F_1 \\ Q_1 \\ M_1 \\ T_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{AE}{L} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{12EI}{L^3} & \frac{6EI}{L^2} & 0 \\ 0 & \frac{6EI}{L^2} & \frac{4EI}{L} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{GJ}{L} \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} u_1 \\ v_1 \\ \theta_1 \\ \phi_1 \end{bmatrix}$$

Şekil 3. SEY örnek çözüm sistemi

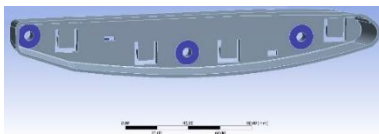
Bu çalışmadaki durum denge probleminde ait olduğundan dolayı deformasyon ve gerilim değerlerinin elde edilmesi için parçaya statik yapısal analizler uygulanmıştır. Bu analizlerin sonucunda deformasyon değerleri ve Von-Mises eşdeğer gerilim hipotezine göre gerilim değerleri tespit edilmiştir. Von-Mises eşdeğer gerilim değerinin belirlenmesine ait ifade denklem 1'de görülmektedir (Doğan et al., 2020).

$$\sigma_{eş} = \sqrt{\frac{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_1 - \sigma_3)^2}{2}} \quad (1)$$

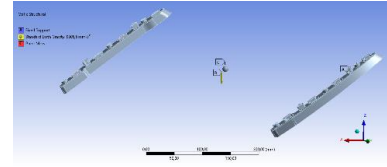
Analiz çalışması sırasında üretici firmanın regülasyonuna uygun olarak dinamik yüklerin etkisiyle birlikte en kötü senaryo koşulları dikkate alınarak braket ile tampon temas yüzeylerinden yük uygulanmıştır. Yük uygulanmış yüzeyler şekil 4'te görülmektedir. Braketin çamurluk paneliyle temasta olan pin yüzeyleri ve alt yüzeyde perçin ile temas halinde olan yüzeylere de sabit mesnet tanımlanmıştır. Sabit mesnet yüzeyleri şekil 5'te mavi renk ile gösterilmiştir. Kilogram biriminde noktasal yük uygulaması yapıldığından dolayı düşey ekseninde 9806,6 mm/s²'lik yer çekimi ivmesi tanımlanmıştır. Analizlere ait sınır şartları şekil 6'da görülmektedir.



Şekil 4. Yük uygulama Yüzeyleri



Şekil 5. Sabit mesnet uygulama yüzeyleri



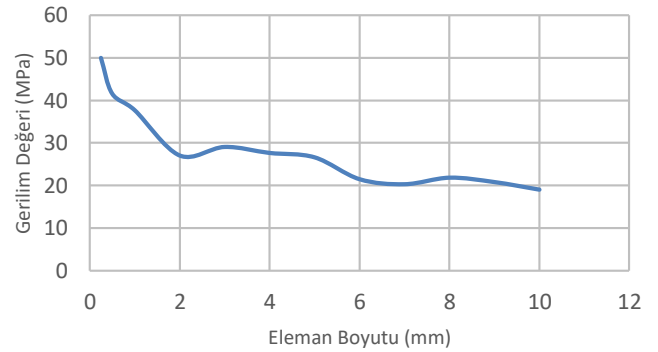
Şekil 6. Yapısal analiz sınır şartları

2.3. Ağ Yakınsama Çalışması

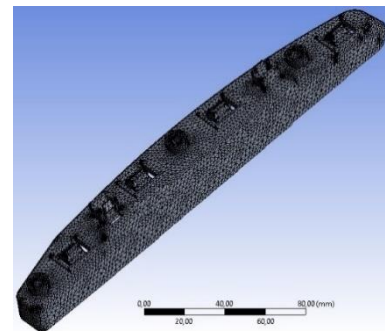
Sonlu elemanlar yöntemi bir bütünün uygun boyutlu parçalara ayrılıp incelenmesini gerçekleştirdiğinden dolayı bütünün hangi boyutlarda alt parçalara ayrılması önem arz etmektedir. Burada optimize edilecek olan birim eleman boyutu yapı için çok büyük seçildiğinde istenilen sonuçlar gereken detayda görülemeyecektir. Benzer şekilde birim eleman boyutunun çok küçük seçilmesi ise aynı şiddeteki yükün çok daha küçük bir yüzeye etkimesinden dolayı oluşacak gerilim değerinin olağandan çok yüksek çıkmasına neden olacaktır. Yapılacak yakınsama çalışmasında gerilim yükselmesine yakın bir eleman boyutunun seçimi hem istenen detay dağılımın görülmesini sağlayacak hem de değer olarak doğru sonuç elde edilebilecektir. Çalışmadaki braket parçası için yapılan yakınsamaya ait grafiksel gösterim şekil 7'de görülmektedir. Çalışmanın sonucunda göre 2 mm ve daha düşük boyutlardaki gerilim artış eğiminin arttığı görülerek birim eleman boyutu için 2 mm'ye karar verilmiştir. 2 mm birim elemanlı ağ örgüsünün görüntüsü şekil 8'de paylaşılmıştır.

Mesh işleminde kullanılan ayarlar ise aşağıdaki gibidir:

- Size Function: Adaptive
- Relevance Center: Fine
- Span Angle Center: Fine
- Transition: Slow



Şekil 7. Ağ yakınsama grafiği



Şekil 8. Ağ örgülü braket modeli

2.4. Malzeme

Otomobillerde düşük yakıt tüketimi hedefi hem rekabet hem de küresel zorunluluk anlamında yer almaktadır. Bu bağlamda teknolojik gelişmelerin yanında hafiflik de otomobillerde etkili bir parametredir. Otomotiv parçalarında yapılabilecek göreceli küçük bir değişiklik dahi seri üretim durumu dikkate alındığında büyük avantajlar sağlamaktadır. Bu çalışmadaki braket için plastik grubunun yoğunluk ve ağırlık avantajından yararlanmak için analiz çalışmalarında PE, ABS, PA6-GF30, PEEK, PLA ve PVC'den yararlanılmıştır. Malzemelere ait mekanik özellikler (Annanto et al., 2019; Chen et al., 2017; Dhande et al., 2014; Khalajmasoumi et al., 2012; Ward et al., 2016; Zhang et al., 2014) tablo 1'de paylaşılmıştır.

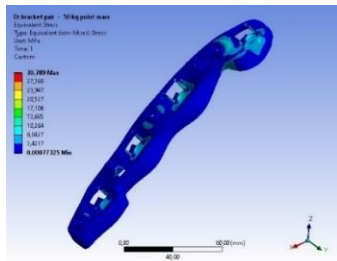
Tablo 1. Malzemelerin mekanik özellikleri

Malzeme Adı	Yoğunluk (g/cm ³)	Elastisite Modülü (MPa)	Poisson Oranı
Polietilen (PE)	0.95	1050	0.34
Akrilnitril-Bütadien-Stirol (ABS)	1.06	2240	0.38
Polyamid (PA6-GF30)	1.4	9500	0.34
Polieter-eterketon (PEEK)	1.45	5900	0.4
Polilaktik Asit (PLA)	1.24	3500	0.36
Polivinil Klorit (PVC)	1.3	3360	0.16

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

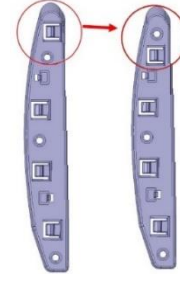
3.1. Birinci İyileştirme Çalışması

Yapısal analiz çalışmalarında ilk olarak temel braket modelinin incelenmesi gerçekleştirilmiştir. İlk modele ait gerilim ve deformasyon dağılımı sonucu şekil 9'da görülmektedir.



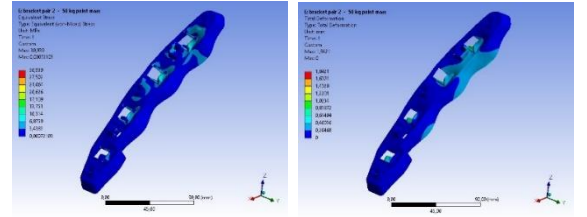
Şekil 9. İlk modele ait yapısal analiz sonucu

İlk model üzerinde yapılan incelemelerin ardından birinci tasarım değişikliği uygulanmıştır. İlk modelde yükün uygulama doğrultusu dikkate alınarak deformasyonu azaltıcı iyileştirme çalışması yapılmıştır. Yapısal tasarım değişikliği şekil 10'da gösterilmiştir.



Şekil 10. Birinci iyileştirme çalışması

Yapılan değişikliğin doğrulanması için ilk modelde uygulanan analiz modeli ikinci tasarıma da uygulanıp gerilim dağılımı ve deformasyon miktarı elde edilmiştir. İkinci modele ait yapısal analiz sonuçları şekil 11'de verilmiştir.



Şekil 11. Birinci iyileştirme çalışması sonuçları

3.2. İkinci İyileştirme Çalışması

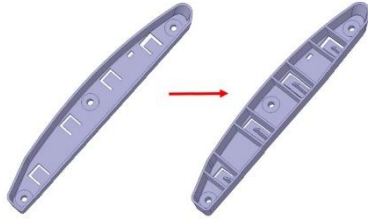
Çalışmada parça malzemesinde yapılabilecek değişiklikler ile iyileştirmenin devamını sağlamak adına aynı sınır şartları altında 6 farklı malzeme kullanılarak analizler tekrarlanmıştır. Malzeme farkına göre bulunan değerler tablo 2'de paylaşılmıştır. Yapılan malzeme değerlendirmesinde hafifliğin ön planda olması gerektiği bilinirliği üzerine polietilen malzemenin en düşük kütle değerine sahip olduğu bulunmuştur.

Tablo 2. Malzeme değerlendirme tablosu

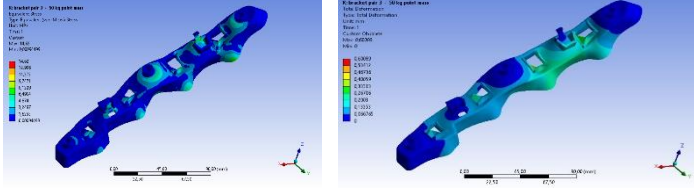
Malzeme	Gerilim (MPa)	Deformasyon (mm)	Kütle (kg)
PE	30.393	1.8421	0.027661
ABS	31.293	0.90709	0.030864
PA6-GF30	31.612	0.21396	0.040764
PEEK	31.124	0.34406	0.042219
PLA	31.456	0.5808	0.036105
PVC	32.808	0.59146	0.037852

3.3. Üçüncü İyileştirme Çalışması

Yapısal tasarım anlamında birinci iyileştirme çalışmasında yapılan değişikliklerin ardından deformasyon ve gerilim değerlerinin azaltılması için üçüncü iyileştirme çalışmasında braketin iç kısmına bağlantı pinlerinin kenarlarına ve orta kısmına 2 mm kalınlığında ara destek duvarları eklenmiştir. Yapılan değişikliğin doğrulanması için aynı sınır şartlarıyla yapısal analiz tekrarlanıp gerilim ve deformasyon değerleri elde edilmiştir. Bu aşamada gerçekleştirilen yapısal değişiklik şekil 12'de, tasarım doğrulama analizinin sonuçları ise şekil 13'te paylaşılmıştır.



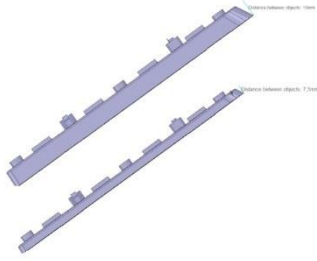
Şekil 12. Üçüncü iyileştirme çalışması



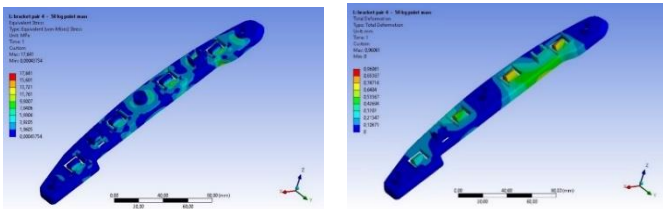
Şekil 13. Üçüncü iyileştirme çalışması sonuçları

3.4. Dördüncü İyileştirme Çalışması

İkinci braket modelinin doğrulama analizi sonuçlarında braket modelindeki 15 mm olan yüksekliğin 7.5 mm'ye indirilebileceği ve bununla birlikte gerilim ve deformasyon değerleri dikkate alınarak kütle değerinde azalma sağlanabileceği görülmüştür. Yükseklik değişimi şekil 14'te görülmektedir.



Şekil 14. Dördüncü iyileştirme çalışması



Şekil 15. Dördüncü iyileştirme çalışması sonuçları

4. Sonuç

Bu çalışmada, hafiflik ve yapısal dayanım hedefiyle bir otomobil ön tampon braketinde sonlu elemanlar yöntemi yardımıyla 4 aşamalı tasarım iyileştirme yapılmıştır. Tasarım iyileştirme sürecinin her aşamasında doğrulama analizleri yapılarak iyileştirme çalışmasının ilk modele göre farklılığı tespit edilmiştir. Yapısal tasarım değişikliğinin haricinde hafiflik hedefiyle farklı malzeme türlerinin de aynı sınır şartları altında analiz edilmesiyle iyileştirme çalışma kapsamı genişletilmiştir. Yapılan tasarımsal değişiklikler sonucunda elde edilen sonuçlar tablo 3'te özetlenmiştir.

Tablo 3. Sonuç tablosu

İyileştirme Çalışması	Sonuç
1	Braket uç kısmındaki deformasyon miktarı azaltıldı.
2	6 farklı malzeme çeşidi arasında Polietilenin en düşük kütleli sağladığı fakat en yüksek deformasyonu verdiği bulundu. Düşük deformasyon hedefi için Polyamid tercih edilmelidir.
3	İç destek duvarlarının eklenmesiyle ilk modele kıyasla gerilimde %52,5 azalma, deformasyonda %68 azalma, kütlede %20 artış meydana geldi.
4	Parça yüksekliğinin yarıya indirilmesiyle ilk modele göre gerilimde %42,7 azalma, deformasyonda %48 azalma, kütlede %18,5 azalma meydana geldi.

5. Teşekkür

Bu çalışmada 119C154 proje koduyla destek sağlayan TÜBİTAK'a ve özverili katkılarından dolayı Furkan Karagülle'ye, Eren Dülger'e ve Furkan Eren Çilek'e teşekkürlerimizi sunarız.

Kaynakça

- Albak, E. İ. (2019). Formula SAE Aracında Ağırlık Azaltılmasına Yönelik Fren Pedalının Topoloji Optimizasyonu Yöntemiyle Optimum Tasarımı. *Uluslararası Muhendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi*, 328–334. <https://doi.org/10.29137/umagd.467057>
- Annanto, G. P., Ismail, R., Haryanto, I., Ariyanto, M., Pambudi, K. A., & Pranoto, K. A. (2019). Numerical analysis of stress and displacement on the index finger of the prosthetic hand due to hook position. *AIP Conference Proceedings*, 2114(September). <https://doi.org/10.1063/1.5112461>
- Chen, D. C., Lai, B. Y., & Gao, F. Y. (2017). Simulation analysis of turbine blade in 3D printing aquarium. *MATEC Web of Conferences*, 123, 4–8. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201712300008>
- Dalmiş, İ. S., Tezcan, O., & Eruslu, S. Ö. (2017). Fatigue life enhancement of three point hitch system brackets in the garden series tractors. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 23(2), 185–194.
- Dhande, D. K. K., Jamadar, P. N. I., & Ghatge, S. (2014). Conceptual Design and Analysis of Brake Pedal Profile. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, 03(11), 17432–17441. <https://doi.org/10.15680/ijirset.2014.0311048>
- Doğan, O., Kalay, O., Kartal, E., & Karpat, F. (2020). Optimum Design of Brake Pedal for Trucks Using Structural

Optimization and Design of Experiment Techniques.
International Journal of Automotive Science And Technology, 4(4), 272–280.
<https://doi.org/10.30939/ijastech..783552>

- İrsel, G. (2007). *Dişli Benzeri Parçaların Ekstrüzyonunda Değişik Ekstrüzyon Oranlı Parçaların Sonlu Elemanlar Analizi*.
- Khalajmasoumi, M., Koloor, S. S. R., Arefnia, A., Ibrahim, I. S., & Yatim, J. M. (2012). Explicit dynamic simulation of high density polyethylene beam under flexural loading condition. *Applied Mechanics and Materials*, 229–231(July 2015), 2150–2154.
<https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.229-231.2150>
- Kirthana, S., & Khaja Nizamuddin, M. (2018). Finite element analysis and topology optimization of engine mounting bracket. *Materials Today: Proceedings*, 5(9), 19277–19283. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2018.06.286>
- Öğüçlü, Ö., & Yeldar, Ç. (2022). Geri dönüşüm makinalarında topoloji optimizasyonu ile ağırlık azaltma uygulaması. *4th International Congress on Engineering Sciences and Multidisciplinary Approaches*.
- Ward, J., Harwood, C. M., & Young, Y. L. (2016). *Inverse Method for Determination of the In Situ Hydrodynamic Load Distribution in Multi-Phase Flow Hydroelastic response of flexible surface-piercing bodies in multi-phase flows View project Structural Mechanics View project*. December.
<https://www.researchgate.net/publication/308627046>
- Zhang, Z., Nie, S., Liao, W., Li, L., & Yuan, S. (2014). Tribological behaviors of carbon fiber reinforced polyetheretherketone sliding against silicon carbide ceramic under seawater lubrication. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part J: Journal of Engineering Tribology*, 228(12), 1421–1432.
<https://doi.org/10.1177/1350650114541108>



Pedestrian-Friendly Vehicle Bumper Design

Onur Can Kalay¹, Sinan Vargelci², Lino Catenaro², Fatih Karpat^{1*}

^{1*} Bursa Uludag University, Department of Mechanical Engineering, Bursa, Turkey, (ORCID: 0000-0001-8643-6910; 0000-0001-8474-7328)

onurcankalay@uludag.edu.tr; karpat@uludag.edu.tr

² STEP TURKEY, Inc., Headquarter, Bursa, Turkey, (ORCID: 0000-0003-4353-4865; 0000-0002-3180-5667)

sinan.vargelci@step-tr.com; lino.catenaro@step-tr.com

(1st International Conference on Engineering, Natural and Social Sciences ICENSOS 2022, December 20-23, 2022)

(DOI: 10.31590/ejosat.1220760)

ATIF/REFERENCE: Kalay, O. C., Vargelci, S., Catenaro, L. & Karpat, F. (2022). Pedestrian-Friendly Vehicle Bumper Design. *European Journal of Science and Technology*, (45), 126-130.

Abstract

Pedestrians are considered vulnerable users, considering their high risk of injury or even fatality in car-to-pedestrian accidents. The post-accident injuries may lead to long-term hospitalizations and deprivation of daily activities. In this regard, car manufacturers have incorporated several new features into their products in order to minimize injury (and associated fatalities) to vehicle occupants and pedestrians, especially in the last two decades. Yet hundreds of thousands of people have died on roadways each year. From this standpoint, pedestrian injuries have become a globally recognized safety concern; hence the interest (and awareness) in pedestrian-friendly vehicle designs has increased. The automobile vehicle bumper system aims to absorb the impact energy produced by the collision and, to some extent, preserve the occupant, pedestrian, and car body. So far, the researchers have performed extensive studies in order to address the relationship between vehicle design and pedestrian safety based on numerical simulations, accident data, and crash tests. In order to better understand the influence of vehicle bumper design on pedestrian safety, the present study adopted a systematic literature review approach. It aimed to help gain better insights regarding the effects of design, material selection, and geometrical modifications on the performance of the bumper system, considering pedestrian safety. The current trends in designing pedestrian-friendly vehicle bumper designs were identified and discussed.

Keywords: Automotive, Bumper, Pedestrian Safety, Injury, Finite Element.

Yaya Dostu Araç Tampon Tasarımı

Öz

Araç-yaya kazalarında yüksek yaralanma ve hatta ölüm riskleri göz önüne alındığında, yayalar araç pasif güvenliği kapsamında savunmasız kullanıcılar olarak değerlendirilmektedir. Bu kapsamda, otomobil üreticileri, özellikle son yirmi yılda, araçta bulunanların ve yayaların yaralanmasını (ve buna bağlı ölümleri) en aza indirmek maksadı ile ürünlerine birçok yeni özellik dâhil etmişlerdir. Yine de, her yıl yüzbinlerce insan trafik kazaları neticesinde hayatını kaybetmektedir. Bu noktadan hareketle, yaya yaralanmaları (ve güvenliği) konusu küresel çapta yankı uyandıran bir güvenlik sorunu haline gelmiş ve yaya dostu araç tasarımlarına olan ilgi (farkındalık) de artmıştır. Otomobil araç tampon sistemi, çarpışmanın ürettiği darbe enerjisini emmeyi ve bir dereceye kadar yolcu, yayayı ve araç gövdesini korumayı amaçlayan kritik bir araç bileşendir. Bu çalışmada, otomobil araç tampon tasarımının yaya güvenliği üzerindeki etkisini daha iyi anlamak için sistematik bir literatür taraması yaklaşımından faydalanılmıştır. Bu kapsamda, tasarımın, malzeme seçiminin ve geometri değişikliklerinin araç tampon sisteminin performansı üzerindeki etkisi yaya güvenliği dikkate alınarak incelenmiştir. Yaya dostu araç tampon tasarımlarında kullanılan güncel yaklaşımlar ortaya koyulmuş ve tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Otomobil, Tampon, Yaya Güvenliği, Yaralanma, Sonlu Elemanlar.

* Corresponding Author: karpat@uludag.edu.tr

1. Introduction

Worldwide, injuries due to pedestrian-vehicle accidents are increasing annually and remain a significant safety concern. In order to mitigate injury (and associated deaths) to vehicle occupants, car manufacturers incorporated many features into their vehicles, especially in the last two decades (Teng et al., 2010). Yet each year, around 1.3 million people are killed on roadways (World Health Organization, 2022), and it is estimated that crash injuries (both fatal and non-fatal) will cost the world economy around 1.8 trillion USD from 2015 to 2030 (Chen et al., 2019). From this standpoint, designing pedestrian-friendly vehicles is one of the primary considerations for reducing high injury/fatality risk and economic burden.

Pedestrians can suffer varying levels of injury in case of a traffic accident. In this regard, the leg and head (covers facial injuries) regions are the principal body injury areas, according to the statistics (Teng et al., 2016). Head injuries account for the highest percentage of pedestrian fatalities with 60% of all regions, while leg injuries are responsible for the highest rate among severe injuries with 50% of all regions (Ishikawa et al., 2003). Evaluating the primary vehicle parts causing pedestrian injuries is essential in order to design pedestrian-friendly vehicles. The bumper, windshield, front hood, and A-pillar can be listed as leading car parts causing pedestrian injuries. Among them, the bumper system of the vehicle accounts for 40% of total leg injuries (Ishikawa et al., 2003; Teng et al., 2016).

With the rapid increment of global motorization, Governments and insurance companies forced car manufacturers to follow more advanced safety requirements. In most pedestrian-vehicle accidents, the lower extremities of the pedestrians are impacted due to the collision of the front bumper (Rambhad et al., 2020). The task of the bumper system is to absorb the energy produced by the collision and, to some extent, preserve the passenger/pedestrian and the car body. In general, the vehicle bumper system consists of three main components: (1) fascia, (2) bumper beam, and (3) energy absorber (Davoodi et al., 2012). The fascia is a non-structural component utilized to mitigate the drag force. The purpose of the bumper beam is to absorb the low-impact energy produced by the crash. Lastly, the energy absorber is utilized in order to dissipate kinetic energy during the collision (Davoodi et al., 2008).

In order to better understand state-of-the-art pedestrian-friendly vehicle bumper design, the present study performed a systematic literature review. Mainly, the research works utilized Finite Element Analysis (FEA) simulations and multi-objective optimization approaches to improve the bumper design being examined and interpreted. This systematic literature review aims to provide insightful information by evaluating the influence of design, material selection, safety concerns (regulations), and geometrical modifications (for instance, multi-objective optimization) on bumper performance, considering pedestrian safety.

2. Material and Method

The present study adopted a systematic literature review approach in order to review and evaluate the scientific papers published from 2017 to 2022. The ScienceDirect® electronic

database was utilized for screening and collecting the articles. To achieve this end, the following keywords were entered into the ScienceDirect® database: (1) automotive, (2) bumper, (3) pedestrian safety, (4) injury, and (5) finite element. Consequently, $n = 47$ records were identified. In this regard, the exclusion and inclusion criteria applied to the collected papers are presented in Figure 1.

Inclusion and Exclusion	Criteria	Details
Exclusion	Search engine results	No open access (NOA)
		Non-related (NR)
		Weakly related (WR)
Inclusion	Search engine results	Closely related (CR)
		Partially related (PR)

Figure 1. Exclusion and inclusion criteria identified within the present study

Afterward, four phases of exclusion and inclusion criteria were applied to the collected records ($n = 47$), and $n = 2$ and $n = 30$ papers were excluded due to the NOA and NR + WR criteria, respectively (see Figure 2).

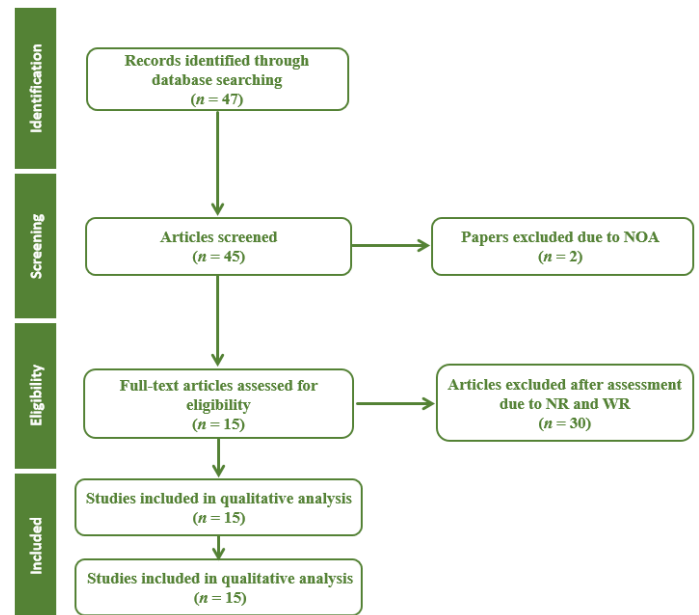


Figure 2. Phases of exclusion and inclusion criteria

3. Results and Discussion

Distribution of the papers published in the ScienceDirect® electronic database by years and subject areas is depicted in Figures 3 and 4, respectively. It is worth mentioning that the number of articles was increased in recent years, especially in the last three years (see Figure 3). Figure 4 also depicts that most of the studies were performed in the “Engineering” and “Materials Science” fields.

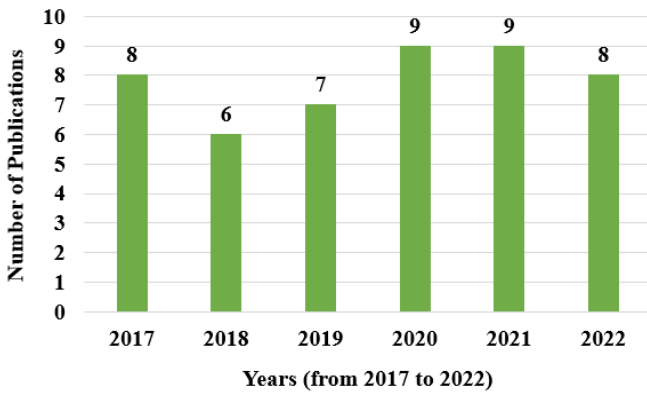


Figure 3. Distribution of the number of publications by years

Engineering	Materials Science	Social Sciences
22	13	6
Medicine and Dentistry	Energy	Environmental Sciences
2	1	1

Figure 4. Distribution of publications by subject area

The results of the systematic literature review are detailed in this section. To this end, the papers collected from the ScienceDirect® database were summarized and further interpreted. Mainly, the research works ($n = 15$) utilized FEA and multi-objective optimization techniques in order to design pedestrian-friendly vehicle bumpers were evaluated (see Figure 5).

Innovations associated with material selection (for instance, hybrid material combination), geometry modifications, and multi-objective optimization techniques are valuable instruments for designing a pedestrian-friendly vehicle bumper system. In this regard, Yang et al. (2020) tested a hybrid-material vehicle bumper made of an aluminum-steel combination and aimed to reduce pedestrian lower extremity injury. Their study employed FEA to achieve this end and compared the efficacy of the proposed aluminum-steel hybrid design with other counterparts through FEA simulations. Due to its advantages, for example, lower strength and stiffness, the aluminum-steel bumper design showed superior performance than its steel counterpart in terms of pedestrian lower extremity injury. Qi et al. (2018) first proposed an innovative double-hat thin-walled bumper design using a hybrid material combination. With this in mind, the researchers also indicated that the approach identified within the research work holds great promise for reducing vehicle mass and improving pedestrian safety. They further improved the initial design by utilizing aluminum foam in order to fill the hybrid-material beam. The nonlinear explicit FEA simulations revealed that the foam filler could enhance the specific energy absorption. However, it also should be highlighted that the empty beam design has a lower initial peak force, meaning that lower risk for pedestrian safety (i.e., better protection).

Later, Sun et al. (2021) aimed to improve the (1) energy absorption and (2) intrusion of the vehicle bumper system and employed a multi-objective optimization technique to achieve this end. Their study first modeled a real-life impact scenario and then validated the established model by comparing FEA findings with the available experimental data. It was indicated that the results of the research work could help gain better insights regarding vehicle bumper design. Ahmed (2020) emphasized that the main reason behind pedestrian-vehicle accidents (e.g., fatal injury and deaths) is the pedestrian-to-vehicle collision and therefore developed an FEA-based approach to simulate the car-to-pedestrian impacts. The research work considered the EURO-NCAP requirements during FEA simulations. As a result, the developed FEA-based model was found to be a suitable instrument in order to evaluate the car-to-pedestrian impacts and developments regarding the composite structure of the hood. Recently, Lei et al. (2021) utilized a sedan in order to carry out an experimental test campaign investigating the influence of various lower extremities. The findings of the research work demonstrated that placement of upper body mass could increase the risk of knee ligament damage. The study also proposed a multi-objective optimization algorithm to optimize the front-end structures. A nonlinear explicit FEA model was built to simulate pedestrian lower extremity injury.

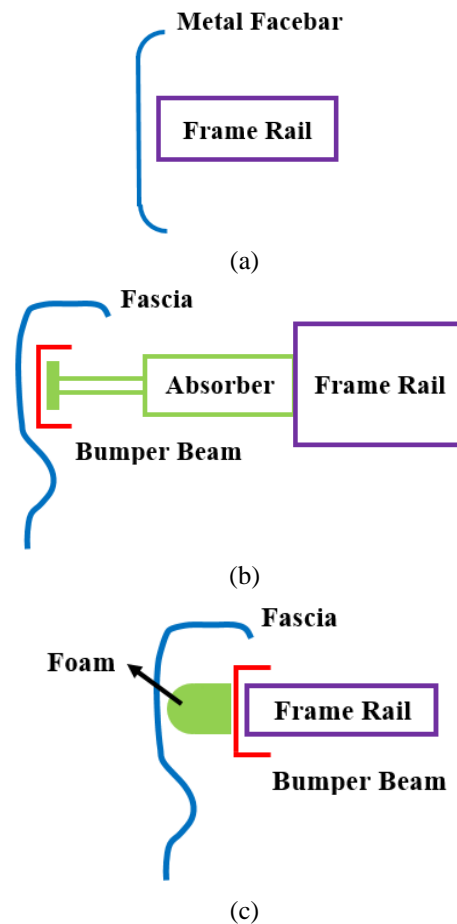


Figure 5. Common bumper designs

Chu et al. (2019) aimed to rationalize the subjective assessment while choosing a lightweight vehicle safety scheme and developed a multi-objective method to achieve this task. The researchers considered three different materials (i.e., high-strength steel, glass fiber-reinforced aluminum laminates, and polymer composite-metal hybrid) to evaluate and validate the efficacy of the developed multi-objective approach. In this regard, some quantitative criteria (for instance, maximum deflection and energy absorption) were evaluated utilizing FEA. Wang et al. (2018) explored a novel vehicle bumper system comprising a Negative Poisson Ratio (NPR) beam plus an NPR absorber. It was indicated that the NPR absorber could achieve relatively high protection for pedestrians (lower leg injury) in case of a vehicle-to-pedestrian accident. Godara and Nagar (2020) considered eight beam cross-sections in order to optimize the design of the frontal bumper system. The research work defined the material of the bumper system as carbon fiber composite. FEA simulations were utilized to analyze the automotive bumper beam in terms of displacement and stress at 10, 20, and 30 km/h.

Nachippan et al. (2021) carried out FEA simulations in order to define the best bumper material, considering passenger/pedestrian safety. To this end, three different material properties were considered, and the models were evaluated in terms of strain, stress, and deformation. Decker et al. (2019) performed FEA simulations and physical tests to assess and interpret overall pedestrian safety (i.e., adult and child). During the trials, the research considered the EURO-NCAP Pedestrian Protocol (v. 8.5) and utilized human body models. In this regard, four different cars were modeled to simulate impacting vehicles.

Both primary vehicle contact and the following (secondary) ground contact may lead to pedestrian injuries (Chandak et al., 2021; Zhang et al., 2022). It is estimated that above 300,000 pedestrians were killed only in 2019 (Shang et al., 2021). In this regard, pedestrian safety has become a globally recognized safety concern. So, the effects of vehicle bumper design and the countermeasures to be taken are highly significant to minimize car-to-pedestrian accidents and, thus, associated fatalities. Shang et al. (2021) conducted comprehensive research in order to evaluate pedestrian injuries emphasizing the absence of a validated pedestrian model for ground contact. It aimed to investigate the effects of contact characteristics and the initial pedestrian location on the following (i.e., secondary) ground contact. Later, Kim et al. (2017) aimed to optimize the design of the automotive vehicle hood in order to mitigate pedestrian head injuries and employed FEA to achieve this end. In this regard, two different composite materials were considered as possible candidates. As a result, the proposed final design within the scope of research work reduced weight while improving collision performance. Zhou et al. (2022) chose the B-pillar component to study head impact protection. Their research work aimed to demonstrate the effects of temperature on steel-plastic structures in terms of head impact protection. It also benefited from FEA simulations to achieve the identified objectives within the scope of the research work. Huang et al. (2020) performed computational biomechanical analyses and aimed to evaluate head injury risk, considering a traffic accident scenario. Recently, Liu et al. (2022) defined 12 design variables and performed an optimization study in order to simulate a traffic accident. It aimed to develop an intelligent approach enabling accident reconstruction.

The present study utilized a systematic review approach to evaluate and interpret the state-of-the-art vehicle bumper designs in terms of pedestrian safety. A total of $n = 47$ papers were collected through the ScienceDirect® electronic database, and $n = 32$ records were excluded due to NOA + NR + WR criteria. In this regard, the research articles ($n = 15$) employing FEA simulations and optimization techniques in order to improve the automotive vehicle bumper design are being examined and interpreted (Ahmed 2020; Chu et al., 2019; Decker et al., 2019; Godara and Nagar, 2020; Huang et al., 2020; Kim et al., 2017; Lei et al., 2021; Liu et al., 2022; Nachippan et al., 2021; Qi et al., 2018; Shang et al., 2021; Sun et al., 2021; Wang et al., 2018; Yang et al., 2020, Zhou et al., 2022). The systematic literature review reveals that mainly three methods have been adopted to optimize automotive vehicle bumpers, considering pedestrian safety: (1) hybrid material selection (for instance, aluminum-steel), (2) geometrical modifications, and (3) multi-objective optimization approaches.

It is also worth mentioning that the present study is only limited to records published in the ScienceDirect® electronic database between 2017 to 2022. The identification phase was performed utilizing the following keywords: (1) automotive, (2) bumper, (3) pedestrian safety, (4) injury, and (5) finite element.

4. Conclusions and Recommendations

Pedestrian injuries due to car-to-pedestrian accidents are increasing annually and have become a globally recognized safety concern. With this in mind, this systematic literature review aims to help gain better insights by evaluating the influence of design, material selection, and geometrical modifications on bumper performance, considering pedestrian safety. To this end, the research works ($n = 15$) utilized FEA simulations, and multi-objective optimization approaches were mainly evaluated and interpreted. The current approaches to obtaining pedestrian-friendly vehicle bumpers were identified and discussed.

5. Acknowledge

The authors express their gratitude to the Council of Higher Education in Turkey 100/2000 Ph.D. Scholarship.

References

- Ahmed, A. (2020). The influence of the vehicle hood inclination angle on the severity of the pedestrian adult head injury in a front collision using finite element modeling. *Thin-Walled Structures*, 150, 106674. <https://doi.org/10.1016/j.tws.2020.106674>
- Chandak, A., Gandhe, N., Choudhari, K., Gaikwad, N., & Thorat, P. (2021). To enhance crashworthiness of an automobile by introducing energy absorbers and to study its implementation. *Materials Today: Proceedings*, 47, 3006–3011. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.05.477>
- Chen, S., Kuhn, M., Prettnner, K., & Bloom, D. E. (2019). The global macroeconomic burden of road injuries: estimates and projections for 166 countries external icon. *The Lancet Planetary Health*, 3, 390–398. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(19\)30170-6](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(19)30170-6)

- Chu, Y., Sun, L., & Li, L. (2019). Lightweight scheme selection for automotive safety structures using a quantifiable multi-objective approach. *Journal of Cleaner Production*, 241, 118316.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118316>
- Davoodi, M. M., Sapuan, S. M., & Yunus, R. (2008). Conceptual design of a polymer composite automotive bumper energy absorber. *Materials & Design*, 29(7), 1447–1452.
<https://doi.org/10.1016/j.matdes.2007.07.011>
- Davoodi, M. M., Sapuan, S. M., Aidi, A., Abu Osman, N. A., Oshkour, A. A., & Wan Abas, W. A. B. (2012). Development process of new bumper beam for passenger car: A review. *Materials & Design*, 40, 304–313.
<https://doi.org/10.1016/j.matdes.2012.03.060>
- Decker, W., Koya, B., Pak, W., Untaroiu, C. D., & Gayzik, F. Z. (2019). Evaluation of finite element human body models for use in a standardized protocol for pedestrian safety assessment. *Traffic Injury Prevention*, 20, 32–36.
<https://doi.org/10.1080/15389588.2019.1637518>
- Godara, S. S. & Nagar, S. N. (2020). Analysis of frontal bumper beam of automobile vehicle by using carbon fiber composite material. *Materials Today: Proceedings*, 26, 2601–2607.
<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.02.550>
- Huang, Y., Zhou, Q., Koelper, C., Li, Q., & Nie, B. (2020). Are riders of electric two-wheelers safer than bicyclists in collisions with motor vehicles? *Accident and Analysis and Prevention*, 134, 105336.
<https://doi.org/10.1016/j.aap.2019.105336>
- Ishikawa, T., Kore, H., Furumoto, A., & Kuroda, S. (2003). Evaluation of pedestrian protection structures using impactors and full-scale dummy tests. In *Proceedings of the 18th International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles*, paper 271.
- Kim, D. –H., Jung, K. –H., Kim, D. –J., Park S. –H., Kim, D. –H., Lim, J., Nam, B. –G., & Kim, H. –S. (2017). Improving pedestrian safety via the optimization of composite hood structures for automobiles based on the equivalent static load method. *Composite Structures*, 176, 780–789.
<http://doi.org/10.1016/j.compstruct.2017.06.016>
- Lei, F., Lv, X., Fang, J., Pang, T., Li, Q., & Sun, G. (2021). Injury biomechanics-based nondeterministic optimization of front-end structures for safety in pedestrian-vehicle impact. *Thin-Walled Structures*, 167, 108087.
<https://doi.org/10.1016/j.tws.2021.108087>
- Liu, Y., Wan, X., Xu, W., Shi, L., Deng, G., & Bai, Z. (2022). An intelligent method for accident reconstruction involving car and e-bike coupling automatic simulation and multi-objective optimizations. *Accident Analysis and Prevention*, 164, 106476.
<https://doi.org/10.1016/j.aap.2021.106476>
- Nachippan, N. M., Alphonse, M., Bupesh Raja, V. K., Palanikumar, K., Sai Uday Kiran, R., & Gopala Krishna, V. (2021). Numerical analysis of natural fiber reinforced composite bumper. *Materials Today: Proceedings*, 46, 3817–3823.
<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.02.045>
- Qi, C., Sun, Y., & Yang, S. (2018). A comparative study on empty and foam-filled hybrid material double-hat beams under lateral impact. *Thin-Walled Structures*, 129, 327–341.
<https://doi.org/10.1016/j.tws.2018.04.018>
- Rambhad, K., Sutar, V., Sonwane, P., Suryawanshi, S., & Thigale, M. (2020). A review on automotive bumper beam design and analysis. *Journal of Automotive Engineering and Technology*, 5(1), 21–35.
- Shang, S., Masson, C., Llari, M., Py, M., Ferrand, Q., Arnoux, P. –J., & Simms, C. (2021). The predictive capacity of the MADYMO ellipsoid pedestrian model for pedestrian ground contact kinematics and injury evaluation. *Accident Analysis and Prevention*, 149, 105803.
<https://doi.org/10.1016/j.aap.2020.105803>
- Sun, G., Wang, X., Fang, J., Pang, T., & Li, Q. (2021). Parallelized optimization design of bumper systems under multiple low-speed impact loads. *Thin-Walled Structures*, 167, 108197.
<https://doi.org/10.1016/j.tws.2021.108197>
- Teng, T. –L., Ngo, V. –C., & Nguyen, T. –H. (2010). Design of pedestrian friendly vehicle bumper. *Journal of Mechanical Science and Technology*, 24, 2067–2073.
<https://doi.org/10.1007/s12206-010-0612-0>
- Teng, T. –L., Liang, C. –C., & Vu, T. –A. (2016). Bumper shape design for pedestrian safety. *Journal of Mechanical Science and Technology*, 30, 3243–3251.
<https://doi.org/10.1007/s12206-016-0632-5>
- Wang, C. Y., Wang, W. W., Zhao, W. Z., Wang, Y., & Zhou, G. (2018). Structure design and multi-objective optimization of a novel NPR bumper system. *Composites Part B*, 153, 78–96.
<https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2018.07.024>
- World Health Organization (WHO). Road Traffic Injuries. June 2022. [Online]. Available: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries/>
- Yang, S., Sun, Y., & Qi, C. (2020). Performance assessment and optimal design of hybrid material bumper for pedestrian lower extremity protection. *International Journal of Mechanical Sciences*, 165, 105210.
<https://doi.org/10.1016/j.ijmecsci.2019.105210>
- Zhang, Y. –L., Zeng, H. –T., Yang, X. –A., Yang, T. –F., Miao, Q. –F., Zhao, W. –D., Tong, F., & Li, D. –R. (2022). Characteristics of human movement and injury in a side collision between the front of a small car and a bicycle. *Legal Medicine*, 59, 102116.
<https://doi.org/10.1016/j.legalmed.2022.102116>
- Zhou, Q., Xia, Y., Wei, X., & Meng, Y. (2022). Temperature influence on impact protection performance of steel-plastic structures—Manifested by head impact against pillars of passenger car. *International Journal of Impact Engineering*, 159, 104054.
<https://doi.org/10.1016/j.ijimpeng.2021.104054>



Güneş Enerjili Su Isıtma Sistemleri İçin Termosifon Tip Isı Borusunda Çalışma Akışkanı Olarak Bitkisel Atık Yağ Kullanımının Deneysel İncelenmesi

Engin Özbaş*

* Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Yeşilyurt Demir Çelik Meslek Yüksekokulu, Samsun, Türkiye, (ORCID: 0000-0003-4922-7890), engin.ozbas@omu.edu.tr

(1st International Conference on Engineering, Natural and Social Sciences ICENSOS 2022, December 20 - 23, 2022)

(DOI: 10.31590/ejosat.1223450)

ATIF/REFERENCE: Ozbas, E. (2022). Güneş Enerjili Su Isıtma Sistemleri İçin Termosifon Tip Isı Borusunda Çalışma Akışkanı Olarak Bitkisel Atık Yağ Kullanımının Deneysel İncelenmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (45), 131-134.

Öz

Kontrolsüz bir şekilde çevreye bırakılan atıklar, çevre ve insan sağlığına zarar vermektedir. Bu atıklardan birisi de kullanılmış bitkisel atık yağlardır. Özellikle bitkisel yağların kızartma sonrasında diğer atıklardan ayrı toplanmayarak çevreye bırakılması/atılması önemli çevresel sorunlara neden olmaktadır. Diğer atık yağlar gibi bitkisel atık yağların da çevreye zarar vermeden kimyasal ve/veya biyolojik çeşitli aşamalardan geçirilerek geri kazanımı mümkün olabilmektedir. Bu çalışmada bitkisel atık yağın herhangi bir aşamadan geçirilmeden farklı bir şekilde değerlendirilebilmesi amaçlanmıştır. Bunun için güneş enerjili su ısıtma sistemlerinde kullanılan iki fazlı kapalı termosifon tip ısı borusunda geleneksel çalışma akışkanı olarak kullanılan suyun yerine bitkisel atık yağın kullanılabilirliği deneysel olarak incelenmiştir. Termosifon tip ısı boruları içindeki çalışma akışkanı sıvı ve gaz olmak üzere aynı anda iki fazda olmakta ve alt ucundan aldığı ısıyı üst ucuna taşımaktadır. Böylece iki farklı ortam arasında bir ısı transferi sağlanmaktadır. Termosifonlar ısıtma amaçlı kullanılabilir gibi soğutma amaçlı da kullanılabilir. Bu çalışmada vakumlu cam tüp içerisine yerleştirilen termosifon tip ısı borusu bir depo içerisindeki 400ml hacimdeki suyun ısıtılması için kullanılmıştır. Laboratuvar şartlarında gerçekleştirilen deneylerde enerji kaynağı olarak güneş enerjisi yerine akkor bir lambadan sağlanan ışık enerjisinden yararlanılmıştır. Termosifonun buharlaştırıcı hacminin %30'u kadarına çalışma akışkanı olarak 13ml bitkisel atık yağ konulmuştur. Güneş simülasyonu şeklinde yapılan ve 3 saat ile sınırlandırılan deneyler sonucunda sistemin verimi %33 olarak hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Güneş enerjisi, Su ısıtma, Termosifon, Bitkisel atık yağ, Verim.

Experimental Investigation of Using Waste Vegetable Oil as Working Fluid in Thermosyphon Type Heat Pipe for Solar Water Heating Systems

Abstract

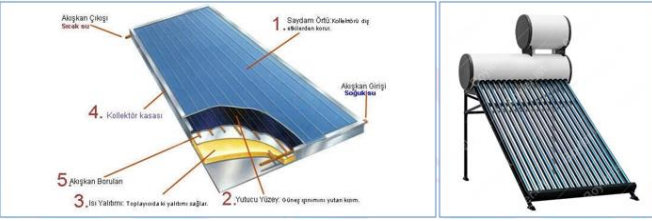
Wastes released into the environment in an uncontrolled manner harm the environment and human health. One of these wastes is used vegetable waste oils. Especially, leaving/disposing of vegetable oils to the environment after frying by not collecting them separately from other wastes causes significant environmental problems. Like other waste oils, it is possible to recover vegetable waste oils by passing through various chemical and/or biological stages without harming the environment. For this, the usability of vegetable waste oil instead of the water used as the traditional working fluid in the two-phase closed hermosyphon type heat pipe used in solar water heating systems has been experimentally investigated. The working fluid in the thermosyphon type heat pipes is in two phases at the same time, liquid and gas, and carries the heat from the lower end to the upper end. Thus, a heat transfer is provided between two different environments. Thermosyphons can be used for heating as well as for cooling. In this study, a thermosiphon type heat pipe placed in a vacuum glass tube was used to heat 400 ml of water in a tank. In the experiments carried out under laboratory conditions, light energy from an incandescent lamp was used instead of solar energy as an energy source. As the working fluid, 13 ml of vegetable waste oil was placed in up to 30% of the evaporator volume of the thermosyphon. As a result of the experiments conducted in the form of solar simulation and limited to 3 hours, the efficiency of the system was calculated as 33%.

Keywords: Solar energy, Water heating, Thermosyphon, Waste vegetable oil, Efficiency.

* Sorumlu Yazar: engin.ozbas@omu.edu.tr

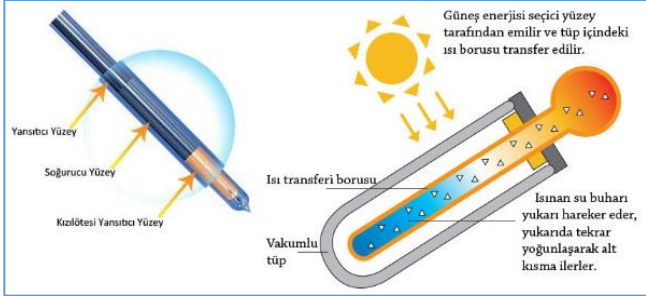
1. Giriş

Güneş enerjili su ısıtma sistemleri ülkemizde özellikle doğal gazın olmadığı yerlerde yaygın bir kullanıma sahiptir. Genellikle çatı üzerine yerleştirilen bu sistemler sayesinde şebeke suyunun güneş enerjisi tarafından ısıtılması sağlanır. Isıtılan depo içerisindeki suyun bina sıcak su tesisatındaki dolaşımı ise çatı üzerindeki sistemlerde yer çekimi kuvvetiyle yapılır. Bundan dolayı herhangi bir enerji sarfıyatı olmaksızın güneş enerjisi ile kullanım sıcak suyu hazırlanmış olur. Şekil 1’de verildiği gibi son 15-20 yıl öncesine kadar bu sistemler için tasarlanan güneş kolektörleri düz plaka haline olup camı, izolasyonu ve borulama sistemi ile karmaşık bir yapıdayken, vakumlu cam tüplerinin icadıyla oldukça basit ve verimli bir yapıya kavuşmuştur.



Şekil 1. (a) Düzlemsel kolektörler [1] (b) Vakum tüplü [2]

Piyasada vakum tüplü sistemin verimini arttırmaya yönelik farklı tasarımlar da geliştirilmiştir. Bu tasarımlardan bir tanesi de Şekil 2 ve Şekil 3’de gösterilen vakumlu cam tüp içerisine bir ısı borusunun yerleştirildiği ürünlerdir. Bu sayede şebeke suyunun ısıtılması tüp içerisinde dolaşıma gerek kalmaksızın doğrudan depo içerisinde gerçekleşmektedir.

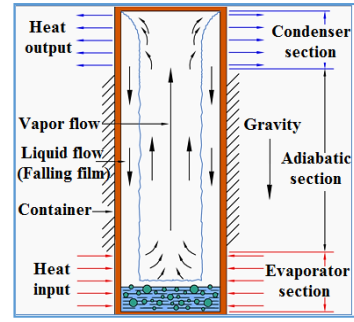


Şekil 2. Vakum tüplü güneş kolektörleri [3]



Şekil 3. Isı borulu vakum tüplü (kapalı sistem) güneş enerjili su ısıtma sistemi [3]

Bu sistemlerde kullanılan ısı boruları "iki fazlı kapalı termosifon" tip ısı borularıdır. Şekil 4’de çalışma şeması verilen bu tip ısı borularında bir çalışma akışkanı bulunur. Buharlaştırıcı bölgesinden aldığı ısı sayesinde buharlaşan çalışma akışkanı ısısını yoğunlaştırıcı bölgesine taşıyarak sıvı hale geçer ve boru iç yüzeyinden yer çekimi etkisiyle tekrar buharlaştırıcı bölgesine döner. Böylece bir ucundaki ısı kaynağından aldığı enerjiyi diğer ucuna taşımış olur.



Şekil 4. İki fazlı kapalı termosifon tip ısı borusu [4,5]

KontROLSÜZ bir şekilde çevreye bırakılan atıklar, çevre ve insan sağlığına zarar vermektedir. Bu atıklardan birisi de kullanılmış bitkisel atık yağlardır. Özellikle bitkisel yağların kızartma sonrasında diğer atıklardan ayrı toplanmayarak çevreye bırakılması/atılması önemli çevresel sorunlara neden olmaktadır. Örneğin; bitkisel atık yağın lavaboya dökülmesi, altyapıda ciddi sorunlara yol açmakta, zamanla atık su kanallarının tıkanmasına neden olabilmektedir. Ayrıca şebeke kanallarını geçerek atık su arıtma tesisine ulaşan atık yağlar, tesisin arıtma sistemine zarar vererek verimini düşürmektedir. Arıtılmadan doğrudan suya karışan bitkisel atık yağlar ise; sudaki oksijen oranını düşürerek balık ve sudaki diğer canlılara zarar vermektedir. Yağın özgül ağırlığının düşük olması nedeniyle su yüzeyinde bir film tabaka meydana gelmekte bu da hava ile su arasında oksijen geçişini önlemekte ve su altı canlı yaşamını olumsuz etkilemektedir. Suya karışan her 1 litre atık yağ yaklaşık olarak 1 milyon litre temiz suyu kirletebilmektedir. [6].

Bilindiği gibi kâğıt, plastik, metal gibi bazı atıkların geri dönüşümü yani tekrar ekonomiye kazandırılması basit bir süreç ve düşük bir maliyet ile sağlanabilmektedir. Ancak “yağ” gibi atıkların geri dönüşümleri hem daha karmaşık hem de daha maliyetli bir sürece sahiptir. Bu da atık yağların çevreye vermiş olduğu zararını en aza indirmede verilen mücadeleyi zorlaştıran bir faktördür.



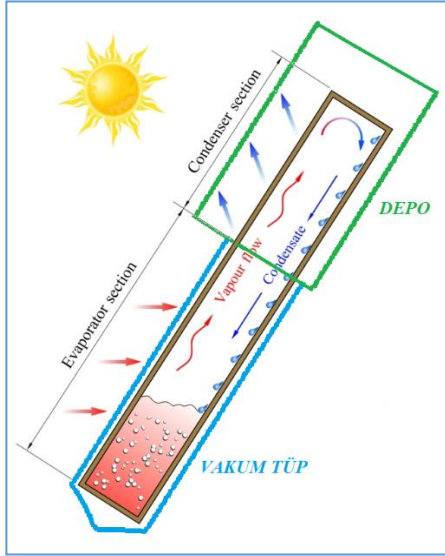
Şekil 5. Biyodizel döngüsü [7]

Şekil 5’de atık yağların geri dönüşüm sürecindeki döngüsü görülmektedir. Atık yağ ile biyolojik ve/veya kimyasal bir takım işlemlerden sonra biyodizel ve gliserin (gıda, kozmetik vb. ürünler için) üretilebilmektedir. Bu döngüdeki bir başka sorun ise bitkisel kullanılmış kızartmalık yağların canlılar üzerindeki zararlı etkileri sebebiyle yem ve sabun sanayinde kullanılmasının yasak olmasıdır [7].

Bu çalışma ile çevresel kaygılardan dolayı “bitkisel atık yağ” geri dönüşüm/kazanım işlemlerinde yeni seçeneğin geliştirilebilmesi amaçlanmıştır. Bunun için güneş enerjili vakumlu cam tüplü ısı borulu sistemlerde ısı borusunda çalışma akışkanı olarak kullanılan suyun yerine bitkisel atık yağ kullanımı deneysel olarak incelenmiştir.

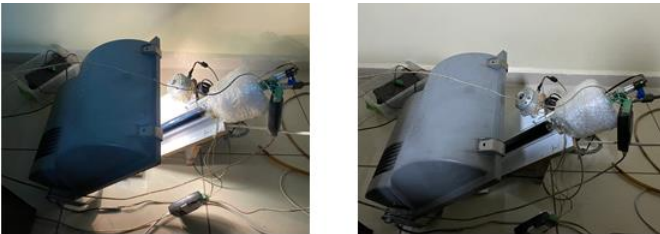
2. Materyal ve Metot

Deneyel çalışmada kullanılan sistemin tasarımı Şekil 6'da görüldüğü gibidir. Termosifon iki bölgeye sahip olup, buharlaştırıcı (evaporator) bölgesi cam tüp içerisinde, yoğuşturucu (condenser) bölgesi ise depo içerisinde kalmaktadır. Isı borusunda ısı aktarımı akışkanın faz değiştirmesi ile sağlanmaktadır. Isı borusunun vakum tüp içerisinde kalan buharlaştırıcı bölgesinde sıcaklığı artan "bitkisel atık yağ" sıvı fazdan gaz fazına geçerek yukarı doğru yükselip depo içerisindeki suyu ısıtısını aktararak tekrar sıvı faza geçer ve yerçekimi etkisiyle başlangıçtaki konumuna döner. Böylece güneş enerjisiyle depo içerisindeki suyun ısıtılması sağlanır.



Şekil 6. Güneş enerjili iki fazlı kapalı termosifon tip ısı borusu

Deneyler laboratuvar şartlarında güneş simülasyonu ile yapılmıştır. Güneş simülasyonu için Philips – HPI-T PLUS 400W akkor lamba kullanılmıştır. Sıcaklık ölçümleri K-type thermocouples ile PV panel üzerine gelen ışınım miktarı ölçümü ise DeltaOhm LP PYRA 02 pyranometer ile yapılmıştır. Tüm sıcaklıklar ve ışınım miktarı (I) otomatik olarak bilgisayara ORDEL UDL100 data logger ile aktarılmıştır. Şekil 7'de deney düzeneğinin genel görünümü bulunmaktadır.



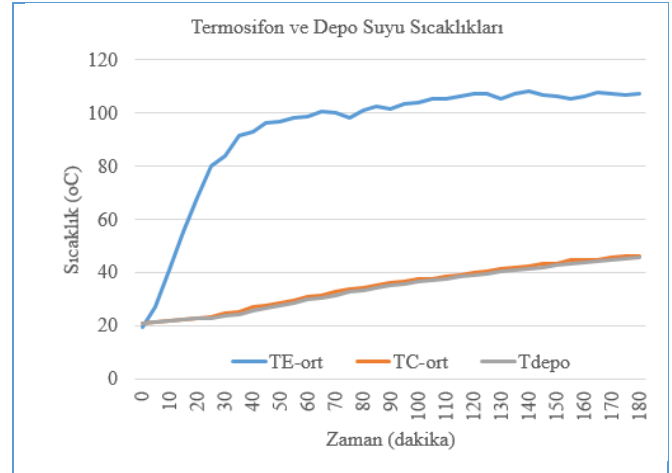
Şekil 7. Deney düzeneğinden görünüm

Termosifonun buharlaştırıcı bölgesinin hacminin %30'u kadar (13ml) bitkisel atık yağ çalışma akışkanı olarak konulmuştur. 400ml hacimli depo içerisindeki su ısıtılmıştır.

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Termosifonda buharlaştırıcı bölgesinden üç, yoğuşturucu bölgesinden iki olmak üzere toplam beş noktanın sıcaklığı ve ayrıca depo suyu sıcaklığı ölçülmüştür. Şekil 8'de ortalama buharlaştırıcı (evaporatör), yoğuşturucu (condenser) ve depo suyu

sıcaklıklarının zamana göre dağılımı verilmiştir. Deney süresince ortalama ışınım miktarı yaklaşık 490W/m² ve dış ortam sıcaklığı 23,5°C civarında ölçülmüştür.



Şekil 8. Termosifon ve depo suyu sıcaklıklarının dağılımı

Deney sonucunda depo suyu sıcaklığı 24,60C artarak 45,70C'ye ulaşmıştır. Şekil 8'den de anlaşıldığı gibi yoğuşturucu bölgesinden depo suyuna ısı transferinin etkili bir şekilde gerçekleştiği görülmektedir. Sistemden depo suyuna aktarılan ısı miktarı aşağıdaki formül ile hesaplanır. Qout ısı miktarı, m kütle, c özgül ısı ve ΔT sıcaklık farkını ifade etmektedir.

$$Q_{out}=m \times c \times \Delta T \quad (1)$$

Simülasyondan sağlanan enerji miktarı (Qin) ise aşağıdaki denklem ile hesaplanır. I ışınım miktarı, A alanı ifade etmektedir.

$$Q_{in}=I \times A \quad (2)$$

Yapılan hesaplamalar sonucu sistemin verimi %33 olarak hesaplanmıştır.

Bu çalışmada güneş enerjili su ısıtma sistemlerinde kullanılan termosifonlarda bitkisel atık yağ kullanımının etkisi deneysel olarak incelenmiştir. Güneş enerjili su ısıtma sistemlerinin verimleri %25-35 arasında değişmektedir [4-5]. Deney sistemi veriminin %33 olarak hesaplanması, termosifonlarda çalışma akışkanı olarak kullanılan suyun yerine bitkisel atık yağın kullanılabileceğini göstermiştir.

4. Sonuç

Çalışmanın amacı bitkisel atık yağ için kullanılan geleneksel geri dönüşüm/kazanım yöntemlerinin dışında yeni bir yöntemin kazandırılmasıdır. Bu doğrultuda yapılan deneyler çevresel kaygılara da cevap verebilecek sonuçlar ortaya çıkarmış ve bitkisel atık yağların güneş enerjili su ısıtma sistemlerindeki termosifonlarda çalışma akışkanı olarak kullanılabileceği anlaşılmıştır.

5. Teşekkür

Bu çalışma Ondokuz Mayıs Üniversitesi tarafından PYO.YMY.1908.22.003 proje numarası ile desteklenmiştir.

Kaynakça

- [1] (2022) TESİSAT website. [Online]. Available: <https://www.tesisat.org/duz-yuzeyli-gunes-enerjisi-kollektorleri.html>.
- [2] (2022) BOYLERİST website. [Online]. Available: <https://www.boylar.ist/magaza/vakumlu-gunes-enerji-sistemi/>
- [3] (2022) YENİLENEBİLİR YAŞAM website. [Online]. Available: <http://yenilenebiliryasam.com/2011/05/gunes-enerjisi-ile-su-istma-sistemleri.html>
- [4] Ozbas, E., 2019. Experimental study of thermal performance and pressure differences of different working fluids in two-phase closed thermosyphons using solar energy. Journal of Polytechnic 22 (1); 121-128.
- [5] Ozbas, E., Selimli, S., Ozkaymak, M., Frej, A.S.S., 2021. Evaluation of Internal Structure Modifications Effect of Two-Phase Closed Thermosyphon on Performance: An Experimental Study. Solar Energy 224, 1326-1332.
- [6] (2022) KRİSTAL website. [Online]. Available: <https://www.kristalyaglari.com/bitkisel-atik-yaglarin-geri-donusumu-nasil-yapilir>
- [7] (2022) ÇEVREMÜHENDİSLİĞİ website. [Online]. Available: <https://cevremuhendisligi.org/index.php/sifir-atik/957-bitkisel-atik-yaglarin-geri-kazanimi>



Farklı İş Çevrimlerinde Akımlı Yöntemle Üretilen Ni-P-GO Kaplamaların Özelliklerinin İncelenmesi

Gizem Cihangir^{1*}, Kubilay Kılıççı², Sezer Tan³, Hasan Algül⁴, Mehmet Uysal⁵, Ahmet Alp⁶

^{1*} Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, Sakarya, Türkiye, gizmocihangir@hotmail.com

² Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, Sakarya, Türkiye, kfurkankilic@gmail.com

³ Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, Sakarya, Türkiye, sezertan@sakarya.edu.tr

⁴ Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, Sakarya, Türkiye, halgul@sakarya.edu.tr

⁵ Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, Sakarya, Türkiye, mehmetu@sakarya.edu.tr

⁶ Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, Sakarya, Türkiye, alp@sakarya.edu.tr

(1st International Conference on Engineering, Natural and Social Sciences ICENSOS 2022, December 20 - 23, 2022)

(DOI: 10.31590/ejosat.1222987)

ATIF/REFERENCE: Cihangir, G., Kılıççı, K., Tan, S., Algül, H., Uysal, M. & Alp, A. (2022). Farklı İş Çevrimlerinde Akımlı Yöntemle Üretilen Ni-P-GO Kaplamaların Özelliklerinin İncelenmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (45), 135-139.

Öz

Gelişen teknoloji günümüz şartlarında farklı malzeme yapıları kullanma gereksiniminde beraberinde getirmiştir. Malzeme üzerinde meydana gelen elektrokimyasal reaksiyonlar malzemelerde olumsuz etkiler yaratmaktadır. Farklı mühendislik disiplinleri bu konular üzerinde çalışmaktadır. Malzemede bozulmalar yüzeyde başlar. Yüzeyi iyi olan bir malzemede gerek korozyon gerekse aşınma direnci oldukça yüksek olur. Yüzey özelliklerini geliştirmenin en makul yollarından birisi de kaplama uygulamasıdır. Kaplanan yüzey, kaplandığı metalden çok daha iyi özelliklere sahip olabilir. Uzun yıllar boyunca bu amaç için krom (Cr) kaplamalar tercih edilmiştir. Ancak çevreci yaklaşımların ön plana çıkması ile krom kaplamalara alternatif olarak elektrolitik kaplamalar oldukça başarılı bir şekilde geliştirilmiş ve uygulanmaya başlanmıştır. Bu çalışmada oksidasyon direnci düşük olan çeliğin yüzeyi akımlı yöntemle Ni-P-GO kaplanmış ve elektrokimyasal özelliği başta olmak üzere inceleme yapılmıştır. GO son yıllarda oldukça popüler olan katı yağlayıcıların başında gelmektedir. Bu çalışmada Ni-P alaşım matrisine ilave edilerek oldukça iyi bir şekilde korozyon oranı değeri (yaklaşık 10 mpy'e kadar) elde edilmiştir. Farklı iş çevrimlerinde uygulama yapılmıştır ve Ton süresinin artmasıyla birlikte tane boyutu yaklaşık olarak 28 nm'e kadar düşmüştür.

Anahtar Kelimeler: Akımlı Kaplama, Nikel Kaplama, Kompozit, Korozyon Oranı, Yüzey Morfolojisi

Investigation of the Properties of Ni-P-GO Coatings Produced by Electrodeposition Method in Different Duty Cycles

Abstract

Developing technology has brought with it the need to use different material structures in today's conditions. Electrochemical reactions occurring on the material create negative effects on the materials. Different engineering disciplines are working on these issues. Deterioration in the material starts on the surface. In a material with a good surface, both corrosion and wear resistance will be quite high. One of the most reasonable ways to improve surface properties is coating application. The coated surface can have much better properties than the metal it is coated on. For many years, chrome (Cr) coatings have been preferred for this purpose. However, with the prominence of environmentalist approaches, electrolytic coatings have been successfully developed and started to be applied as an alternative to chrome coatings. In this study, the steel surface with low oxidation resistance was coated with Ni-P-GO using the current method and the electrochemical properties were examined. GO is one of the most popular solid lubricants in recent years. In this study, a very good corrosion rate value (up to about 10 mpy) was obtained by adding Ni-P to the alloy matrix. It was applied in different work cycles and the grain size decreased to approximately 28 nm with the increase of Ton time.

Keywords: Electrodeposition Coating, Nickel Coating, Composite, Corrosion Rate, Surface Morphology

1. Giriş

Günümüzde korozyon, aşınma ve kopma nedeniyle çok fazla malzeme kaybı olup bunun bir sonucu olarak malzeme bozulması ekonomik açıdan büyük kayıplar ortaya çıkarmaktadır. Bu kayıpları önlemek günümüz mühendislerinin en büyük araştırma alanlarından. Farklı disiplinler bir araya gelerek farklı düşünceler ortaya çıkarmaktadır. Yeni bir malzeme üretmeden var olan malzemeye farklı özellikler katmak oldukça makul bir çözüm yöntemidir. Malzemede korozyon ve çatlaklar yüzeyde başlar ve malzeme kaybına varacak şekilde sonuçlar ortaya çıkarabilir. Yüzey mühendisliği bu alanda oldukça farklı çalışmalar ortaya koymaktadır. Uzunca bir süre yüzey özelliklerini geliştirmek amacı ile krom (Cr) kaplamalar oldukça verimli bir şekilde kullanılmıştır. Ancak çevresel faktörler ve insan sağlığı açısından üretim süreci oldukça tehlikelidir ve kullanımı kısıtlanmıştır (Ratnal & Dhakate, 2021).

“Akımsız kaplama elektrik enerjisi kullanmadan bir indirgeme maddesi içeren sulu bir çözeltiden metalik iyonun katalitik olarak indirgenip metalin yüzeyde biriktirilmesine dayanan kimyasal indirgeme işlemidir.” (Venkatakrishnan et al., 2014). Daha homojen kaplama kalınlığı elde etmek için kullanılır. Akımlı kaplama ise akımsız kaplamaya göre daha yaygın kullanılmaktadır. Yaklaşık 50-60°C gibi düşük sıcaklıklarda, düşük maliyetle ve daha kısa sürede daha kalın kaplama tabakası elde edilir. Bir diğer avantajı ise akımın yoğunluğu ve verilen kesikli akım ilave bir parametre olarak kullanılabilir (Tan et al., 2023). Hem anodik hem katodik olmak üzere birçok malzeme akımlı kaplama ile kompozit kaplanabilir (Walsh et al., 2020) “ Ana matris bir metal, alaşım, seramik veya polimer olup parçacıklar küresel, köşeli, plaka benzeri, tabakalı veya çekirdek kabuğu gibi olabilmektedir. Ayrıca boyutları milimetreden birkaç nm'ye kadar değişiklik gösterebilir” (Walsh, 2019).

Yüksek sıcaklıklara dayanıklı olup, yüksek oksidasyon direnci sergilediğinden ayrıca diğer metallerle alaşımlandırılabilme kabiliyeti yüksek olduğundan nikel, kompozit kaplamalarda matris olarak yaygınca kullanılmaktadır. Aynı zamanda nikel (Ni) tane büyümesini ve tanelerin elektro kristalizasyonunu azaltıp önemli ölçüde bir yapışma sağlamaktadır (Lanzutti et al., 2019; Tan et al., 2023). Nikel bazlı kaplamalardan nikel-fosfor (Ni-P) alaşımının sergilediği karakteristik özellikleri; olgun imalat süreci ve kontrol edilebilir kaplama performansı ve nedeniyle kaplama sektöründe sıkça olarak uygulanmaktadır (Lee & Wu, 2017; ZHOU et al., 2018). Ni-P alaşım kaplamalarında yüksek sertlik iyi korozyon direnci ve aşınma direnci sergiler (Pillai et al., 2012)..

Grafen hegzagonal kafes yapısına sahip olup, kafes içerisinde tek karbon atomu katmanları olması sebebiyle iyi bir katı yağlayıcıdır. Ortam sıcaklığında yüksek elektron hareketi dolayısıyla çok yüksek ısı ve elektrik iletkenliği vardır (Szeptycka et al., 2016). Bu avantajlarından ötürü grafen kompozit takviye olarak kaplamalara ilave edilir. Metal matris içerisine takviye edilen grafen mükemmel bir aşınma ve korozyon davranışı sergileyebilir. Bu özelliklerin sergilenebilmesi grafenin çözelti içerisinde etkili bir biçimde homojen olarak dağıtılması ile doğru orantılıdır. Uysal ve arkadaşları yaptıkları çalışmada Ni-W-TiO₂ kaplama çözeltisinin içerisine grafen oksit (GO) takviye etmiş ve sürtünme katsayısında önemli ölçüde düşüş meydana geldiğini iddia etmişlerdir (0,6'dan 0,2'ye) (Uysal et al., 2021).

Kesikli akım (PC) kaplama teknolojilerinde çok yaygın olarak kullanılmaktadır. Verilen akımın yoğunluğu düşük olduğunda daha büyük taneler gözlenmektedir. Yüksek akımda ise iyon derişiminin hızlı bir şekilde düşmesi pürüzlü yüzey oluşumuna neden olur. Kristalin tane boyutu alaşımın kimyası, yüzeydeki parçacıkların dağılımı, kontrolü, gelişmiş toz morfolojisi, iyi sertlik ve iyi aşınma direnci avantajlarına sahip kesikli akım kullanmak kontrol edilebilir bir üretim süreci sunduğundan oldukça kullanışlıdır (Singh et al., 2018).

Bu çalışmada, kesikli akım ile farklı çevrim döngülerinde Ni-P-GO kaplama elde edilecek olup, düşük korozyon direncine sahip çeliği en uygun koşullarda korozyon direncini geliştirmek hedeflenmiştir.

2. Materyal ve Metot

Bu çalışmada 1040 çeliği üzerine Ni-P-GO kompozit kaplama akımlı yöntemle uygulanmıştır. Akımlı kaplamada 3 farklı yöntem mevcuttur. Kesikli akım, ters-kesikli akım ve doğrudan akım bu yöntemin farklı alternatifleridir. Bu çalışmada tercih edilen yöntem kesikli akım yöntemidir. Kaplama süreci başlıca 3 temel aşamadan oluşmaktadır. İlk işlem kaplama öncesi yüzey hazırlama işlemidir. Kaplanacak malzeme (altlık) yüzeyi ilk olarak oksit tabakasından giderilmesi amacı ile sırasıyla 120-240-400-600-800-1000-1200'lük SiC zımpara kağıtları ile zımparalandı. Sonrasında hava ile temas eden yüzeylerin oksit tabakasının giderilmesi amacı ile 1M'lık hidroklorik asit (HCl) ile dağıldı. İkinci aşamada ise bileşimi tablo 1'de verilen akımlı kaplama banyosuna daldırılarak yaklaşık olarak 40 dakika boyunca kaplama işlemi gerçekleştirildi. Üçüncü aşamada ise kaplama işlemi sonrasında elde edilen numunenin mekanik ve kimyasal özelliklerinin incelenmesi için karakterizasyon aşamasına geçildi.

Tablo 1. Akımlı Ni-P-GO kompozit kaplama banyosu

Kimyasal	Miktar
NiSO ₄	0,65M
NiCl ₂	0,75M
H ₃ PO ₃	0,1M
H ₃ BO ₃	0,15M
NaCl	2M
Çalışma Şartları	
Süre	40 dakika
Sıcaklık	60
pH	5
Akım yoğunluğu	1,2 A/dm ²
İş çevrimi	Ton:50, Toff:50

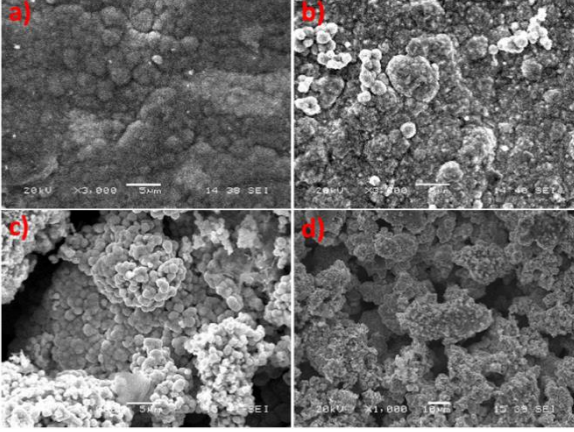
Tablo 2. Akımlı Ni-P-GO kompozit kaplamaların üretim parametreleri.

Numune	İş Çevrimi (Ton-Toff)
G1	20-80
G2	50-50
G3	60-40
G4	80-20

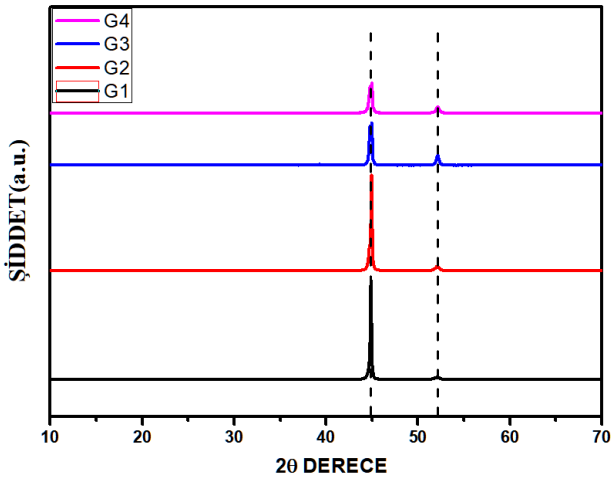
Üretilen kaplamaların yüzey görüntüleri taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile incelendi. Oluşan faz yapılarını incelemek için X-Işımları Kırınımı (XRD) analizi yapıldı. Bu analizden çıkan sonuçlar ile Scherrer Formülü kullanılarak tane boyut analizi yapıldı. Kaplama tabakasında ki elementleri belirlemek için enerji dağılım spektroskopisi (EDS) analizi yapıldı. Kaplamaların

elektrokimyasal özelliklerini belirlemek amacı ile %3,5 NaCl çözeltisi içerisinde tafel polarizasyon analizi yapıldı. Karşıt elektrot olarak doymuş kalomel elektrot (SCE), çalışma elektrotu olarak ise kaplanan numune kullanılmıştır.

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma



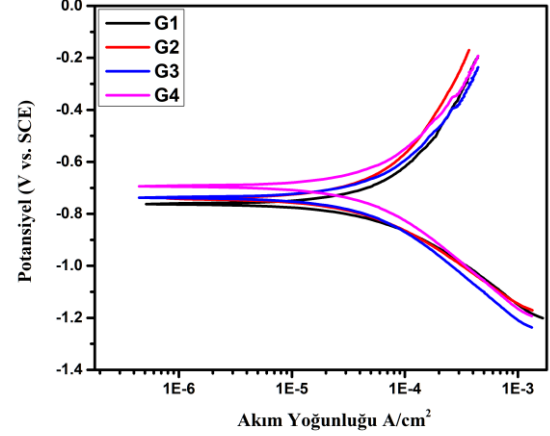
Şekil 1. Farklı iş çevrimlerinde a)20-80, b)50-50, c)60-40, d)80-20 üretilen Ni-P-GO kaplamalara ait yüzey görüntüleri.



Şekil 2. Farklı iş çevrimlerinde akımlı yöntemle üretilen Ni-P-GO kaplamaların XRD analizleri.

Tablo 3. Akımlı yöntemle üretilen Ni-P-GO kompozit kaplamalara ait farklı iş çevrimlerinde üretilen kaplamaların tane boyutu.

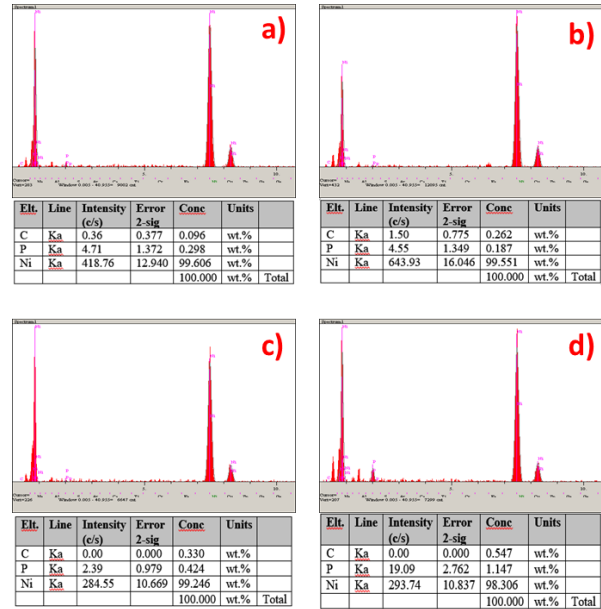
Numune	Tane Boyutu
G1	49.04nm
G2	42.95nm
G3	30.53nm
G4	28.20nm



Şekil 3. Farklı iş çevrimlerinde akımlı yöntemle üretilen Ni-P-GO kompozit kaplamalara ait tafel polarizasyon eğrileri.

Tablo 4. Akımlı yöntemle üretilen Ni-P-GO kompozit kaplamalara ait farklı iş çevrimlerinde üretilen kaplamaların mpy(inç/yıl) cinsinden korozyon oranları tablosu.

Numune	Korozyon Oranı(mpy)
G1	19.63
G2	16.41
G3	15.94
G4	10.23



Şekil 4. Farklı iş çevrimlerinde a)20-80, b)50-50, c)60-40, d)80-20 üretilen Ni-P-GO kaplamalara ait EDS analizleri

3.2. Tartışma

Şekil 1. Akımlı yöntemle üretilen Ni-P-GO kaplamalara ait yüzey görüntülerini göstermektedir. Düşük iş çevriminde GO partiküllerinin sisteme az miktarda girmesi sebebiyle alt tabaka oldukça düz bir Ni-P yapısı içermektedir. Ni-P alaşımı literatürle

uyumlu bir biçimde nodüler yapıya sahiptir ve açık bir biçimde SEM görüntülerinde görülmektedir. Artan GO oranı daha fazla nodüler yapının oluşumunu sağlamıştır. Kısmi öbeklenmelerin sebebi GO ilavesidir. Bulunduğu noktada çok fazla çekirdekleyici alan oluşturmasından ötürü nikel taneleri GO partiküllerinin etrafında birikmiştir. GO, Ni-P alaşım matrisi ile birleştiğinde kaplamanın küresel morfoloji sergilediği görülmektedir.

Şekil 2. Akımlı Ni-P-GO kompozit kaplamalara ait farklı iş çevrimlerinde üretilen X-ışınları difraktometresi (XRD) grafiğini göstermektedir. İş çevrimi oranının artmasıyla birlikte $2\theta=44^\circ$ 'deki pik şiddetinde gözle görülür biçimde azalma görülmektedir. Bunun sebebi yapısal olarak grafenin kaplama tabakasına daha fazla girmesidir. Hacimce artan GO oranı yapının kristalin halden dönüşüme başladığını göstermektedir. Aynı zamanda P oranı $2\theta=44^\circ$ 'deki pikin şiddetinin azalmasının ana sebeplerinden biridir. Artan iş çevrimiyle birlikte artan fosfor (P) oranı yapının kristal halden amorf hale gelmesine neden olmaktadır.

Tablo 3. Akımlı Ni-P-GO kaplamalara ait tane boyut analizini göstermektedir. Tane boyutu değerleri Scherrer formülasyonu kullanılarak elde edilmiştir. Artan iş çevrimi ile tane boyutu küçülme eğilimindedir. Bunun sebebi ise daha fazla çekirdekleyici alanın artan iş çevrimiyle birlikte meydana gelmesidir. Bu durumlarda tane oluşum hızı tane büyüme hızından büyüktür.

Şekil 3. Akımlı yöntemle üretilen Ni-P-GO kaplamalara ait potansiyodinamik polarizasyon(tafel) eğrilerini göstermektedir. Numuneler %3,5 NaCl tuzu içeren çözeltiye daldırılmış ve şekil x.'deki sonuçlar elde edilmiştir. G4 numunesi en düşük akım ve en yüksek potansiyel değerlerine sahiptir. Bu durumun bir sonucu olarak en iyi korozyon direncine sahip olan numune yine G4 numunesidir. Korozyon oranları tablo 4'te gösterildiği gibi G1,G2,G3,G4 numuneleri için sırasıyla 19,63, 16,41, 15,94, 10,23 mpy olarak hesaplanmıştır. GO miktarı artan çevrim döngüsü ile kaplama tabakasına hacimce daha fazla oranda girmiştir. Kaplama tabakasında meydana gelen çatlaklar 2 şekilde doldurulur. Birincisi korozif anyon olan klor (Cl-) iyonu diğeri ise GO levhalarıdır. Daha fazla miktarda kaplama tabakasına giren GO klor iyonları aktive olmadan önce boşlukları doldurur ve Cl- iyonlarının atak yapabileceği boşluk sayısını önemli ölçüde azaltır. Bu durum korozyon direncinin artmasına yol açmaktadır (Aal et al., 2009). Liu ve arkadaşları yaptıkları Ni-Co-P/GO çalışmasında Ni-Co-P matrisine GO ilave etmiş ve korozyon direncinin önemli ölçüde arttığını göstermişlerdir(Liu et al., 2019).

Şekil 4. Farklı iş çevrimlerinde akımlı yöntemle üretilen Ni-P-GO kompozit kaplamalara ait EDS analizlerini göstermektedir. Artan iş çevrimlerinde kaplama tabakasına giren GO oranı artmıştır. EDS analizlerinde çıkan karbon (C) oranı bunu ispatlamaktadır.

4.Sonuç

Artan Ton süresi ile yüzey morfolojisinden ve tane boyut analizinden anlaşılacağı üzere tane boyutunda küçülme meydana gelmiştir.

Ton süresinin artması ile XRD analizi sonucuna göre yapısal dönüşüm meydana gelmektedir ve kristalin-amorf dönüşümü gerçekleşmektedir.

Korozyon oranları artan Ton süresi düşmektedir. Bunun sebebi yapıya giren GO miktarının artan Ton süresi ile birlikte artmasıdır. GO ilavesi kaplama tabakasında meydana gelen

çatlakları doldurur ve Cl⁻ iyon atağını durdurucu yönde malzemeyi korur.

KAYNAKÇA

- Aal, A. A., El-Sheikh, S. M., & Ahmed, Y. M. Z. (2009). Electrodeposited composite coating of Ni-W-P with nano-sized rod- and spherical-shaped SiC particles. *Materials Research Bulletin*, 44(1), 151–159. <https://doi.org/10.1016/j.materresbull.2008.03.008>
- Lanzutti, A., Lekka, M., de Leitenburg, C., & Fedrizzi, L. (2019). Effect of pulse current on wear behavior of Ni matrix micro- and nano-SiC composite coatings at room and elevated temperature. *Tribology International*, 132(June 2018), 50–61. <https://doi.org/10.1016/j.triboint.2018.12.011>
- Lee, H. Bin, & Wu, M. Y. (2017). Electrodeposited nickel-phosphorous (Ni-P) alloy coating: An in-depth study of its preparation. *Metallurgical and Materials Transactions A: Physical Metallurgy and Materials Science*, 48(10), 4667–4680. <https://doi.org/10.1007/s11661-017-4201-z>
- Liu, C., Wei, D., Huang, X., Mai, Y., Zhang, L., & Jie, X. (2019). Electrodeposition of Co-Ni-P/graphene oxide composite coating with enhanced wear and corrosion resistance. *Journal of Materials Research*, 34(10), 1726–1733. <https://doi.org/10.1557/jmr.2019.15>
- Pillai, A. M., Rajendra, A., & Sharma, A. K. (2012). Electrodeposited nickel-phosphorous (Ni-P) alloy coating: An in-depth study of its preparation. *Journal of Coatings Technology and Research*, 9(6), 785–797. <https://doi.org/10.1007/s11998-012-9411-0>
- Ratnalu, G. V., & Dhakate, R. (2021). Human health hazard evaluation with reference to chromium (Cr+3 and Cr+6) in groundwater of Bengaluru Metropolitan City, South India. *Arabian Journal of Geosciences*, 14(23). <https://doi.org/10.1007/s12517-021-08671-2>
- Singh, S., Samanta, S., Das, A. K., & Sahoo, R. R. (2018). Tribological investigation of Ni-graphene oxide composite coating produced by pulsed electrodeposition. *Surfaces and Interfaces*, 12(May), 61–70. <https://doi.org/10.1016/j.surf.2018.05.001>
- Szeptycka, B., Gajewska-Midzialek, A., & Babul, T. (2016). Electrodeposition and Corrosion Resistance of Ni-Graphene Composite Coatings. *Journal of Materials Engineering and Performance*, 25(8), 3134–3138. <https://doi.org/10.1007/s11665-016-2009-4>
- Tan, S., Algül, H., Kiliçaslan, E., Alp, A., Akbulut, H., & Uysal, M. (2023). Effect of pulse current on wear behavior of Ni matrix micro- and nano-SiC composite coatings at room and elevated temperature. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 656(PA), 130345. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2022.130345>
- Uysal, M., Algül, H., Duru, E., Kahraman, Y., Alp, A., & Akbulut, H. (2021). Tribological properties of Ni-W-TiO₂-GO composites produced by ultrasonically-assisted pulse electroco-deposition. *Surface and Coatings Technology*, 410(November 2020). <https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2021.126942>
- Venkatakrishnan, P. G., Nazirudeen, S. S. M., & Narayanan, T. S. N. S. (2014). Human health hazard evaluation with reference to chromium (Cr+3 and Cr+6) in groundwater of Bengaluru Metropolitan c, South India. *Applied Mechanics and Materials*, 592–594, 385–390. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.592-594.385>

- Walsh, F. C. (2019). Modern developments in electrodes for electrochemical technology and the role of surface finishing. *Transactions of the Institute of Metal Finishing*, 97(1), 28–42. <https://doi.org/10.1080/00202967.2019.1551277>
- Walsh, F. C., Wang, S., & Zhou, N. (2020). The electrodeposition of composite coatings: Diversity, applications and challenges. *Current Opinion in Electrochemistry*, 20(February), 8–19. <https://doi.org/10.1016/j.coelec.2020.01.011>
- ZHOU, H. hui, LIAO, Z. wei, FANG, C. xu, LI, H. xin, FENG, B., XU, S., CAO, G. fei, & KUANG, Y. fei. (2018). Pulse electroplating of Ni-W-P coating and its anti-corrosion performance. *Transactions of Nonferrous Metals Society of China (English Edition)*, 28(1), 88–95. [https://doi.org/10.1016/S1003-6326\(18\)64641-2](https://doi.org/10.1016/S1003-6326(18)64641-2)



The Effect of Different Amounts of Olive Oil on Sensory Properties of Ciabatta Bread

Pinar Gumus^{1*}

^{1*} Kilis 7 Aralık University, Faculty of Health Sciences, Department of Nutrition and Dietetics, Kilis, Turkey, (ORCID: 0000-0003-4085-9859),
dr.pinargumus@gmail.com

(1st International Conference on Engineering, Natural and Social Sciences ICENSOS 2022, December 20 - 23, 2022)

(DOI: 10.31590/ejosat.1222953)

ATIF/REFERENCE: Gumus, P. (2022). The Effect of Different Amounts of Olive Oil on Sensory Properties of Ciabatta Bread. *European Journal of Science and Technology*, (45), 140-143.

Abstract

Ciabatta is a classic Italian bread type that has become popular around the world in recent years. It is characterized by crisp crust, large and irregular crumb grain. The objective of this study was to evaluate the effect of the use of different amounts of olive oil on the sensory properties of ciabatta bread samples. To determine the best mixture of bread, different amounts of olive oil were used to produce ciabatta bread. The sensory properties of three different kinds of bread (type I, type II, type III) were investigated such as shape and symmetry, crust color and crumb color, stickiness, mouthfeel, taste and aroma and overall assessment. Ash, moisture and protein content were also analyzed. In this study, when the sensory properties of the ciabatta breads were examined, it was observed that the effects of different amounts of olive oil on shape and symmetry, crust color and crumb color, stickiness, mouthfeel, taste and aroma and overall assessment of all ciabatta breads were not found statistically important ($p>0.05$). It was also found that ash and protein content was not significantly affected ($p>0.05$).

Keywords: Olive oil, Ciabatta, Bread, Sensory.

Farklı Miktarlarda Zeytinyağı Kullanımının Ciabatta Ekmeğinin Duyusal Özelliklerine Etkisi

Öz

Ciabatta, son yıllarda dünya çapında popüler hale gelen klasik bir İtalyan ekmeği türüdür. Gevrek kabuğu, büyük ve düzensiz ekmeğin içi gözenek yapısı ile bilinmektedir. Bu çalışmanın amacı, farklı miktarlarda zeytinyağı kullanımının ciabatta ekmeğinin duyu özellikleri üzerindeki etkisini değerlendirmektir. En iyi ekmeğin karışımını belirlemek için ciabatta ekmeğinin üretiminde farklı miktarlarda zeytinyağı kullanılmıştır. Üç farklı ekmeğin çeşidinin (tip I, tip II, tip III) şekil ve simetri, kabuk rengi ve ekmeğin içi rengi, yapışkanlık, ağız hissi, tat ve aroma ve de genel değerlendirme gibi duyu özellikleri incelenmiştir. Kül, nem ve protein içeriği de analiz edilmiştir. Bu çalışmada ciabatta ekmeğinin duyu özellikleri incelendiğinde, ciabatta ekmeğinin tamamında farklı miktarlarda zeytinyağı kullanımının şekil ve simetri, kabuk rengi ve ekmeğin içi rengi, yapışkanlık, ağız hissi, tat ve aroma ve genel değerlendirme üzerine etkilerinin istatistiksel olarak önemli olmadığı görülmüştür ($p>0.05$). Kül ve protein içeriğinin de önemli ölçüde etkilenmediği bulunmuştur ($p>0.05$).

Anahtar Kelimeler: Zeytinyağı, Ciabatta, Ekmeğin, Duyusal.

* Corresponding Author: dr.pinargumus@gmail.com

Table 1. Bread formulations

Composition	Types of Bread		
	Type I	Type II	Type III
Wheat Flour (g)	500 g	500 g	500 g
Water (ml)	425 ml	425 ml	425 ml
Ciabatta Yeast Mixture (g)	25 g	25 g	25 g
Olive Oil (g)	10 g	15 g	20 g
Salt (g)	7.5 g	7.5 g	7.5 g

1. Introduction

Bread that is one of the oldest foods is generally known as significant source of carbohydrates [1]. It is one of the main nutrients within the cereal and cereal-based products throughout the world from past to present [2],[3],[4]. Different types of bread are produced in the world. Flatbread, phyllo and chickpea leavened bread are unique to Turkey and are the most well-known bread varieties in the world. The most well-known types of bread are baguette (France), muffin (Eastern Europe), bagel (France), chapatti (South Asia), naan (India), tiger bread (Netherlands), tortilla (Mexico) and ciabatta bread (Italy) [5].

Ciabatta is a classic bread type from Italy's Lake Como region [6],[7]. Crispy crust is one of the most leading features used to determine the level of freshness and quality of ciabatta bread. There are lots of recipes for this bread with a thick crust and plenty of pores [6],[8]. This typical Italian bread obtained from wheat flour and yeast used as ingredients like water, salt and olive oil and flavor providers [9].

Olive oil is the main source of dietary fat in the Mediterranean diet that is highly consumed and suggested for health. Olive oil is an important food product that is highly consumed and suggested for health. The useful role of olive oil in a healthy diet has been proven in many studies around the world. A diet that includes olive oil as the main source of fat has been associated with health benefits related to cardiovascular disease, diabetes, stroke and cancer [10],[11],[12].

In this study, three different amounts of olive oil were used in ciabatta type bread production. The effect of different amounts of olive oil on sensory characteristics of bread was investigated. Ash, moisture and protein content were also analyzed.

2. Material and Method

2.1. Materials

All ingredients shown in Table 1 were used for the production of ciabatta type bread; wheat flour (Piyale, Istanbul, Turkey), ciabatta yeast mixture (Pakmaya, Kocaeli, Turkey), olive oil (Yudum Balikesir, Turkey). Three different types of ciabatta bread were produced as shown in Figure 1.

2.2. Method

2.2.1. Production of Ciabatta Bread

The formulations of three ciabatta type breads were carried out as indicated in Table 1. Productions of ciabatta type bread were conducted according to previously described method by [7],[13],[14] with minor modifications when the amounts of water, salt, ciabatta yeast mixture and wheat flour were kept constant, different amounts of olive oil were used in ciabatta bread production. Type I was prepared as control group. According to Figure 1, all ingredients (wheat flour, ciabatta yeast mixture, salt, olive oil and ice water) were taken into the mixer. The kneading process was completed in 20 minutes, 5 minutes at low speed and 15 minutes at high speed (Kitchen Aid, Artisan, USA). The dough taken from the mixer was put into fermentation for 60-90 min. Then the dough was shaped and placed in the bowl and it was left for 50 minutes for proofing. All breads were baked for 20-30 minutes by giving plenty of water vapour in an oven at 200-220°C.

2.2.2. Chemical Composition

Following methods were used to determine moisture and ash content [15], protein content of the ciabatta type bread samples [16].

2.2.3. Sensory Analysis

Sensory evaluation of ciabatta type breads was been carried out by a panelist group according to previously described study with some modifications by [17],[18]. Ciabatta type breads were determined for shape and symmetry, crumb colour, porosity, crust colour, bread stickiness, mouthfeel, taste and aroma and overall acceptability using the hedonic scale from 1 (dislike extremely) to 5 (like extremely).

2.2.4. Statistical Analysis

Experimental data for sensory evaluation was measured by using analysis of variance (ANOVA) and the significant differences were determined by Duncan's test [19].

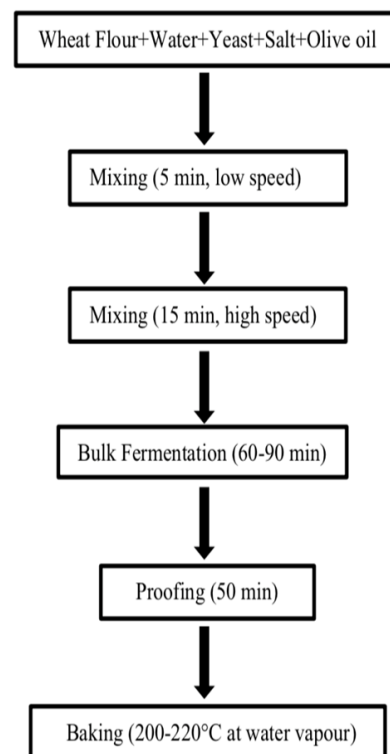


Figure 1. Production of Ciabatta Bread

3. Results and Discussion

3.1. Ash, Moisture and Protein Content

Ash contents of ciabatta breads with different amounts of olive oil are shown in Figure 2. It can be seen that the ash contents of ciabatta breads were 1.07%, 1.05% and 1.08%, respectively. There were also no significant differences among ($p>0.05$) breads with respect to ash content (Figure 2). Similar results have been observed elsewhere. Pasqualone et al. [20] reported that ash content in bread was 1.8 g/100g. Barisik and Tavman [21] stated that ash contents of bread samples varied between 1.62-2.45%. Specifications for ciabatta flour include that ash content 0.45–0.55% [13].

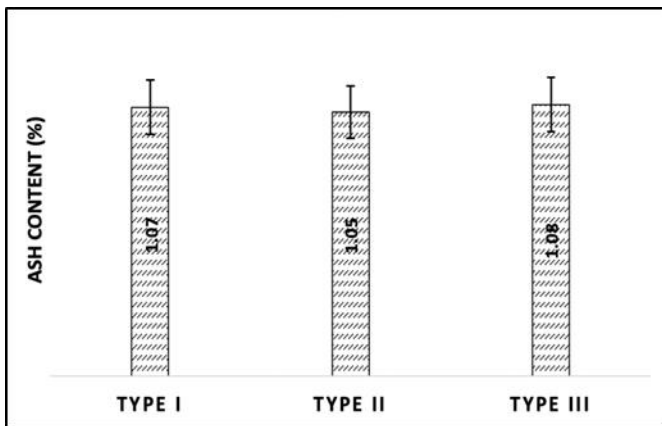


Figure 2. Ash Contents of Ciabatta Breads

Protein contents of ciabatta breads with different amounts of olive oil are shown in Figure 3. It can be seen that the protein contents of ciabatta breads were 17.13%, 16.23% and 15.71%, respectively. There were also no statistically differences among ($p>0.05$) breads with respect to protein content (Figure 3). Pasqualone et al. [20] found that protein content in bread was 8.5 g/100g. Barisik and Tavman [21] observed that protein contents of bread samples varied between 4.44-13.37%. Specifications for ciabatta flour include that protein content 12.5–14.0% [13].

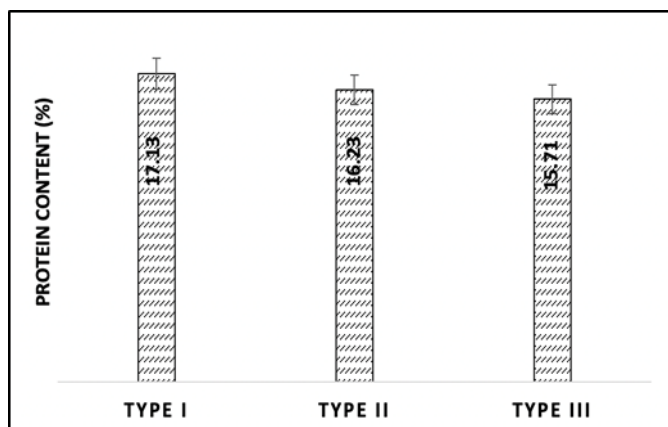


Figure 3. Protein Contents of Ciabatta Breads

Moisture contents of ciabatta breads with different amounts of olive oil are shown in Figure 4. It can be seen that the moisture contents of ciabatta breads were 26.30%, 29.54% and 22.32%, respectively. There were no significant differences between type I and type II bread ($p>0.05$). There were no significant differences between type I and type III bread ($p>0.05$). There were significant differences between type II and type III bread ($p<0.05$) with

respect to moisture content (Figure 4). Altamirano-Fortoul and Rosell [22] found that both the crust and crumb moisture content of ciabatta bread, which were 10.8g/100g and 37.3 g/100 g, respectively.

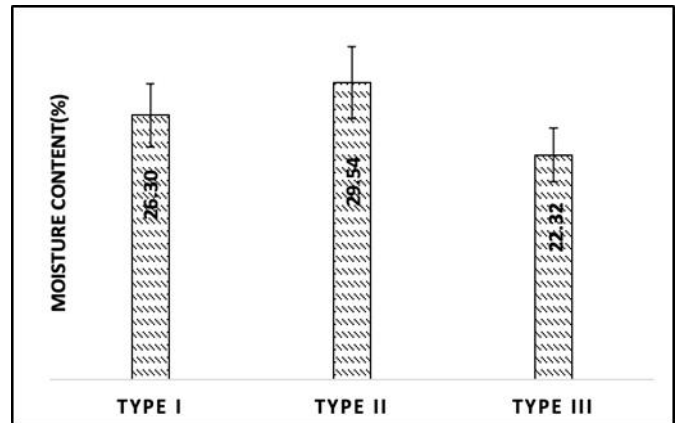


Figure 4. Moisture Contents of Ciabatta Breads

3.2. Sensory Evaluation

Sensory evaluation is important in detecting the acceptance of consumers on this formulation of ciabatta type bread. Results of the sensory evaluation are represented by a radar chart, making the results directly vivid and clear. The sensory evaluation radar maps of the three samples (Type-I, Type-II, Type-III) are shown in Figure 5. The differences and similarities of all sensory attributes was easily indicated with the radar plot.

Table 2. Sensory characteristics of Ciabatta Breads

Sample	Types of Bread		
	Type I	Type II	Type III
Shape and Symmetry	4.00±0.71 ^A	3.60±1.14 ^A	4.00±1.00 ^A
Crust Colour	3.40±1.14 ^A	3.80±0.84 ^A	4.40±0.89 ^A
Porosity	3.60±0.89 ^A	3.40±0.89 ^A	3.00±1.87 ^A
Crumb Colour	3.20±0.84 ^A	3.80±0.84 ^A	3.80±0.84 ^A
Bread Stickiness	3.00±1.58 ^A	3.80±0.84 ^A	3.60±0.89 ^A
Mouthfeel	3.00±0.71 ^A	3.80±0.45 ^A	3.80±1.10 ^A
Taste and Aroma	2.80±0.84 ^A	3.60±0.55 ^A	3.80±1.10 ^A
Overall Acceptability	2.80±0.84 ^A	4.00±0.71 ^A	4.00±1.00 ^A

For each parameter, Different letters in a row, indicate significant differences ($p < 0.05$) among bread samples.

The sensory characteristics of ciabatta type bread added with different amounts of olive oil are summarized in Table 2. There were no significant differences for eight attributes ($p>0.05$) (Table 2). According to the Duncan test, there were no statistically significant differences among types of bread regarding shape and symmetry ($p=0.545$), crust color ($p=0.145$), and crumb color ($p=0.302$), stickiness ($p=0.318$), mouthfeel ($p=0.156$), taste and aroma ($p=0.104$) and overall assessment ($p=0.06$). Vurro et al. [23] studied the use of durum wheat oil in the reformulation of Focaccia, another type of traditional Italian bread, whose classic sensory attributes are due to the presence of relevant amounts of oil in its formulation. The sensory properties of focaccia with durum wheat oil were compared with those of focaccia prepared with olive oil and sunflower oil. It was found that the type of oil significantly influenced the sensory properties of focaccia.

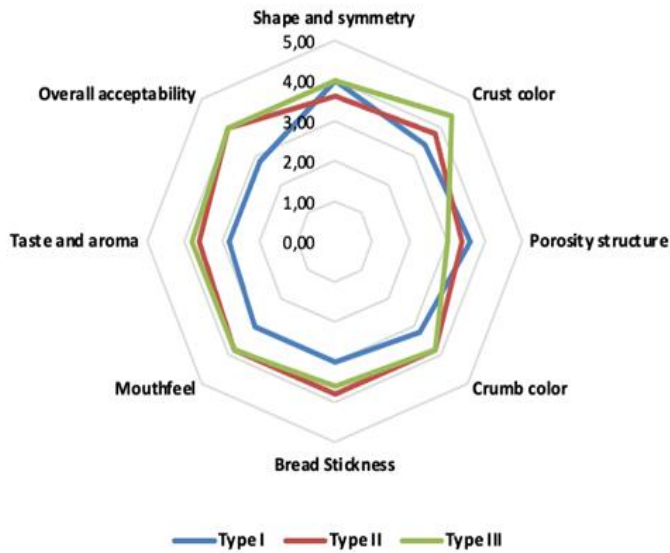


Figure 5. Radar diagram of different amounts of olive oils on the sensory properties of ciabatta bread samples.

4. Conclusions and Recommendations

The effect of the use of different amounts of olive oil on the sensory properties of ciabatta bread samples was evaluated. Considering the data obtained from this study, it was observed that the application of different amounts of olive oil on shape and symmetry, crust color and crumb color, stickiness, mouthfeel, taste and aroma and overall acceptability of breads was not affected. To better understand the effect of the use of different amounts of olive oil on ciabatta bread oxidative stability and antioxidant activity can be measured in further studies.

5. Acknowledge

The author thanks Advanced Technology Application and Research Center, Kilis 7 Aralık University for providing laboratory facilities for this study.

References

[1] Ibrahim, U. K., Salleh, R. M., & Maqsood-ul-Haque, S. N. S. (2015). Bread towards functional food: an overview. *International Journal of Food Engineering*, 1(1), 39-43.

[2] Rosell, C. M. (2011). The science of doughs and bread quality. In *Flour and breads and their fortification in health and disease prevention* (pp. 3-14). Academic Press.

[3] Grafenauer, S., Curtain, F. (2018). An audit of Australian bread with a focus on loaf breads and whole grain. *Nutrients*, 10(8), 1106.

[4] Coşan, D. Seçim, Y. (2020). Determination of Some Bread Types and Standard Recipes Produced in the Black Sea Region. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 2020, Special Issue (4), 138-151.

[5] Cingoz, A. "Hidrotermal işlem görmüş kepeklerin ekmek kalitesi ve besleyicilik değerine etkisi," Phd Thesis, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Tokat, Turkey 2018.

[6] Megep.meb.gov.tr website. (2022) [Online]. Available: http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/modulle_r_pdf/Ekmek%20%C3%87e%C5%9Fitleri.pdf

[7] World-grain.com website. (2022) [Online]. Available: <https://www.world-grain.com/articles/10326-ciabatta-a-classic-italian-bread>

[8] Zadeike, D., Jukonyte, R., Juodeikiene, G., Bartkiene, E., Valatkeviciene, Z. (2018). Comparative study of ciabatta crust crispness through acoustic and mechanical methods: Effects of wheat malt and protease on dough rheology and crust crispness retention during storage. *LWT*, 89, 110-116.

[9] Linda, T. M., Amalina, N. N., Umar, L. (2021, March). Measurement of oxygen consumption of *Saccharomyces cerevisiae* using biochip-C under influenced of sodium chloride and glucose. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2320, No. 1, p. 050025). AIP Publishing LLC.

[10] Turk, G., Caba, Z. T., Çakmak, B., Özpınar, H. (2016) Evaluation of Turkish Olive Oil Quality: Some Quality Characteristics and Turkish Food Codex. *International Journal of Food Engineering Research*, 2(2), 1-17.

[11] Oldwayspt.org website. (2022) [Online]. Available: https://oldwayspt.org/system/files/atoms/files/Med14_Olive_Oil_Article_1.pdf

[12] Armutcu, F., Namuslu, M., Yüksel, R., Kaya, M. (2013). Zeytinyağı ve sağlık: Biyoaktif bileşenleri, antioksidan özellikleri ve klinik etkileri. *Konuralp Medical Journal*, 5(1), 60-68.

[13] Bakerpedia.com website. (2022) [Online]. Available: <https://bakerpedia.com/processes/ciabatta/>

[14] Pakmaya website. (2022) [Online]. Available: <https://www.pakmayaprosyonellerdunyasi.com/tarif/ciabat-ta-ekmegi-tarifi/>

[15] Megep.meb.gov.tr website. (2022) [Online]. Available: http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Un%20Ve%20Unlu%20Mamullerdeki%20Analizler%203.pdf

[16] AACC, 2010. *Approved Methods of Analysis*, eleventh ed. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, U.S.A.

[17] Škrbić, B., Filipčev, B. (2008). Nutritional and sensory evaluation of wheat breads supplemented with oleic-rich sunflower seed. *Food Chemistry*, 108(1), 119-129.

[18] Ali, R. F., El-Anany, A. M., Mousa, H. M., & Hamad, E. M. (2020). Nutritional and sensory characteristics of bread enriched with roasted prickly pear (*Opuntia ficus-indica*) seed flour. *Food & function*, 11(3), 2117-2125.

[19] IBM Corp. Released (2015). *IBM SPSS Statistics*, Version 23.0. Armonk, NY: IBM Corp.

[20] Pasqualone, A., De Angelis, D., Squeo, G., Difonzo, G., Caponio, F., Summo, C. (2019). The effect of the addition of Apulian black chickpea flour on the nutritional and qualitative properties of durum wheat-based bakery products. *Foods*, 8(10), 504.

[21] Barisik, D., Tavman, S. (2018). Glütensiz ekmek formülasyonlarında nohut unu kullanımının ekmeğin kalitesi üzerine etkisi. *Akademik Gıda*, 16(1), 33-41.

[22] Altamirano-Fortoul, R., Rosell, C. M. (2011). Physico-chemical changes in breads from bake off technologies during storage. *LWT-Food Science and Technology*, 44(3), 631-636.

[23] Vurro, F., Summo, C., Squeo, G., Caponio, F., & Pasqualone, A. (2022). The Use of Durum Wheat Oil in the Preparation of Focaccia: Effects on the Oxidative Stability and Physical and Sensorial Properties. *Foods*, 11(17), 2679.



Analitik Hiyerarşi Karar Verme Süreci ile Hastane Yeri Seçimi Problemi: Türkiye'de Bir Uygulama

Muhammed Sütçü^{1*}

^{1*} Abdullah Gül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Kayseri, Türkiye, (ORCID: 0000-0002-8523-9103),
muhammed.sutcu@agu.edu.tr

(1st International Conference on Engineering, Natural and Social Sciences ICENSOS 2022, December 20 - 23, 2022)

(DOI: 10.31590/ejosat.1221907)

ATIF/REFERENCE: Sütçü, M. (2022). Analitik Hiyerarşi Karar Verme Süreci ile Hastane Yeri Seçimi Problemi: Türkiye'de Bir Uygulama. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (45), 144-150.

Öz

Sağlık hizmetlerinin ihtiyaçları tam olarak karşılayamamasının nedenlerinden biri de hastane yerlerinin detaylı bir araştırma ve analiz yapılmadan sezgisel yöntemlerle seçilmiş olmasıdır. Hastane yerinin doğru seçimi, acil olmayan durumlarda hastanenin maliyet ve faydalarının yanı sıra, afetlerde etkilenen nüfusun hayatta kalması üzerinde doğrudan bir etkiye sahiptir. Hastane yer seçimi için farklı kriterler uygulanan farklı çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmada amacımız, bir hastane için en iyi yeri seçmek adına yeni bir yaklaşım ortaya koymaktır. Bu çalışmanın temel amacı, Türkiye'nin büyük ilçelerine karar destek sistemini kullanarak bir hastane için en uygun ilçenin seçilmesidir. Bu çalışma, analitik hiyerarşi sürecine (AHP) dayalı yeni bir hastane kurmak için yer seçimi için bir karar destek modelinin oluşturulmasıdır. Yaklaşım, tesis yeri sorununu çözmek için Türkiye'deki 31 farklı ilden 64 ilçeye uygulanmıştır. Sonuçlar incelendiğinde Şanlıurfa ilinin Siverek ve Viranşehir illeri öncelikli olarak hastane ihtiyacı olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Karar analizi modelleri, Hastane yer seçimi, Analitik hiyerarşi süreci (AHP), Hastane yönetimi, Sağlık planlaması.

Hospital Location Selection with Analytical Hierarchy Decision Making Process: A Case Study in Turkey

Abstract

One of the most important reasons why health services cannot fully meet the necessary needs is that hospital locations are chosen intuitively without detailed research and analysis. The right choice of hospital location has a direct impact on the survival of the population affected in disasters, as well as the costs and benefits of the hospital in non-emergency situations. There are different studies that apply different criteria for hospital location selection. Our aim in this study is to present a new approach to choosing the best location for a hospital. The main purpose of this study is to select the most suitable district for a hospital by using the decision support system for the big districts of Turkey. This study is the creation of a decision support model for site selection to establish a new hospital based on the analytical hierarchy process (AHP). The approach was applied to 64 districts from 31 different provinces in Turkey to solve the facility location problem. When the results were examined, it was concluded that Siverek and Viranşehir provinces of Şanlıurfa needed hospitals primarily.

Keywords: Decision analysis models, Hospital location selection, Analytical hierarchy process (AHP), Hospital management, Health planning.

* Sorumlu Yazar: muhammed.sutcu@agu.edu.tr

1. Giriş

Sağlık sisteminde hizmet alan kişiler, kontrol edilebilen ve edilemeyen birtakım faktörlerle etkileşim halindedirler. Bu faktörlerin bir kısmı yöneticiler tarafından tamamen kontrol edilebilirken, bir kısmı kısmi olarak kontrol altına alınabilmektedir ve son olarak bazıları ise tamamen yönetimin kontrolü dışında gerçekleşmektedir. Buradan hareketle sağlık sektöründe hizmet kalitesinin iyileştirilmesinin başlangıç noktası, kontrol edilebilir faktörlerin mümkün olduğunca en iyi hale getirilmesidir. Sağlık kuruluşunun kurulmasında başlangıç aşamasında en iyileme yani optimizasyon çalışmasının dikkate alınması işletmenin konumunun doğru belirlenmesi anlamına gelmektedir. Hizmet aşamasında pek çok iyileştirme yapılabilirken, kuruluşun yerinin değiştirilmesi genellikle mümkün olmayan bir süreçtir. Kuruluş yeri seçiminde uygulanabilecek en temel yöntemler çok kriterli nicel karar verme yöntemleridir. Bu çalışmada da Çok Nitelikli Fayda Teorisi (MAUT) kullanılarak aynı anda birden fazla amacın optimize edilmesi amaçlanmaktadır.

Farklı hizmetlere kolay erişim gibi çeşitli nedenlerle kentlerde yaşayan insan sayısı hızla artmaktadır [1]. Hizmet sektörlerinin temel ve hayati alt sektörlerinden biri sağlık sektörüdür. Sağlık, toplumun çok geniş bir kesimiyle ilişki içinde olması ve toplumun sağlığını koruma sorumluluğu taşıması açısından stratejik bir öneme sahiptir [2].

Sağlık sektöründe faaliyet gösteren kuruluşlar için tesisin konumu büyük önem taşımaktadır. Mümkün olan en iyi mevki, sağlık tesislerinin en hızlı ve en iyi sağlık hizmetini sunmada rakiplerinden bir adım önde olmasını sağlar [1]. Yer seçimi yapamayan sağlık kuruluşlarında ilk sorun ulaşımıdır. Sağlık sektöründe hastaların hastaneye ulaşımı kadar personelin hastaneye ulaşması da önemlidir. Bu açıdan sağlık yöneticileri, yer seçimini planlamada diğer sektör yöneticilerine göre daha titiz davranmalıdır.

Hastanelerde yer seçimi ilk zamanlarda sadece ulaşım maliyetinin en aza indirilmesi esasına dayanmaktaydı, ancak daha sonra yapılan çalışmalarda yer seçiminin hizmet kalitesinin etkisi olduğu görülmüş ve bu nedenle önemi artmıştır [3]. Hastaneye toplu taşıma ile ulaşılamadığı, trafiğin yoğun olduğu, gürültüden etkilendiği durumlarda hasta sayısının ve gelirin zamanla azalacağı açıktır.

Wu et. al. [4] Tayvan'da kurulacak bir hastane için yer seçimi çalışması yapmıştır. Hastane için en uygun lokasyonu seçmek için Modifiye Delphi yöntemi, AHP ve duyarlılık analizi kullanılmıştır. Hastanenin en iyi yerine karar vermek için genel olarak mevcut hastanelerin yerleri analiz edilmektedir çünkü mevcut hastane konumları en önemli değişkenlerden bir tanesidir. Mevcut hastanelerin bulunduğu alanlar analiz edildikten sonra alternatif alanlar belirlenir ve yeni kurulacak hastane seçimi için önemli ölçütler oluşturulur. Genel olarak ölçütler sermaye, talep koşulları, firma stratejisi, pazar yapısı ve rekabettir. Daha sonra ölçütler arasında karşılaştırma yapılır ve ağırlıklar ölçütlere atanır. Son olarak alternatiflerin verileri elde edilerek ve hastane kurulacak yer seçilmektedir [4].

Diğer bir çalışmada uzman görüşleri ile belirlenen kriterler ile hastane için yer seçimi yapılmaktadır. Hastanenin konumunun seçilmesi için analitik hiyerarşik süreç (AHP) kullanılmıştır [5]. Ayrıca, makalelerde hastane yeri seçiminde daha anlamlı

kararların alınabilmesi için çok kriterli karar verme yöntemi kullanılmış ve çözüm önerileri getirilmiştir [6]. Genel olarak hastane yer seçimi çalışmalarında çok kriterli karar verme sürecinin kullanılmasının en önemli sebeplerinden birisi en iyi alternatifin seçiminde sadece nicel modellerden ziyade nicel ve nitel verilerin birleştirilmesi yapılmış olmasıdır (ör. [7]).

Önüt vd. [8] İstanbul'da hastane yeri seçmek adına bir yaklaşım önermek üzere çalışma yapmıştır. Makalede çok kriterli karar verme tekniklerinden biri olan analitik ağ süreci kullanılmıştır. Ayrıca bilgi teorisi ve entropi kavramları çok kriterli karar modellerinde kullanılan yöntemler olarak öne çıkmaktadır (ör. [9], [10]).

2. Materyal ve Metot

Bu çalışmada alternatif olarak öncelikle nüfusu 100.000'in üzerinde olan ve merkez ilçe olmayan ilçeler seçilmiştir. Türkiye'de her ilçede en az bir devlet hastanesi bulunmakta ve nüfusu 100.000'in altında olan bir ilçe için bir devlet hastanesinin yeterli olduğu varsayılmıştır. Bu nedenle nüfusu 100.000'in altında olan ilçeler çalışmaya dahil edilmemiştir. Ayrıca, merkez ilçelerin şehir merkezlerine yakınlığından ötürü ek bir hastaneye ihtiyaç duymadığı varsayıldığından merkez ilçeler seçilmemiştir. Bu elemelerin ardından Şekil-1'de konumlandırıldığı gibi 31 farklı ilden 64 ilçe alternatif olarak belirlenmiştir (ör. [11], [13], [14]).

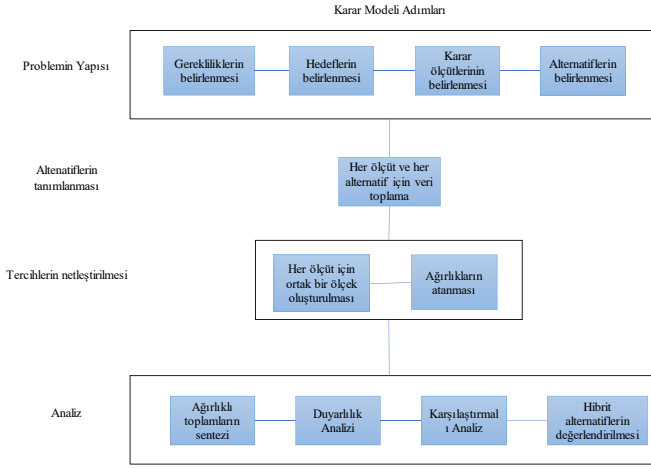


Şekil 1. Aday 64 İlçenin Konumlandırılması

Karar verici birçok alternatifi göz önünde bulundurmak ve başta yatırım maliyetlerinin düşürülmesi olmak üzere birtakım kriterleri göz önünde bulundurmak zorundadır. Aynı anda birçok önlemin optimizasyonu, karar sürecini zorlaştırır. Bu durumda MAUT uygulamak sorunu çözebilir. MAUT, bir karar vericinin fayda fonksiyonunu tutarlı bir şekilde maksimize etmeye çalıştığını varsayar. Karar modelinde kullanılacak adımlar Şekil-2'de gösterilmiştir. Proje gereksinimlerine göre 64 adet alternatif ilçe seçilmiştir. Her bir alternatifin değerlendirilmesinde MAUT tekniği kullanılacaktır. Bu durumda karar verici fayda fonksiyonu en yüksek olan ilçeyi seçecektir [12].

2.1. Yapı

Önceki çalışmaları da kapsayacak şekilde ölçütlerin birleşimine göre en uygun ilçenin seçilmesi için bir AHP modeli oluşturulmuştur. Bu AHP çalışması için aşağıdaki ölçütler ve alt ölçütler Şekil-3'deki gibi seçilmiştir.



Şekil 2. Karar Modeli Görevleri ve Adımları

2.2. Ölçütler

Çalışmada kullanılan ölçütler ve her bir ölçütün alt ölçütleri aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır.

2.2.1. Konum

Konum ölçütü iki alt ölçütten oluşmaktadır. Birincisi “en yakın ile uzaklık” ve ikincisi “en yakın kapsamlı hastaneye uzaklık”tır.

- En yakın ile uzaklık: En yakın ilin merkezinden ilçeye olan mesafeyi ifade eder. İlçe kendi ilinden uzak olabileceği gibi başka bir ilin merkezine daha yakın da olabilir. İllerde ilçelere göre daha fazla hastane bulunmaktadır. Bağımlılık, mesafeye bağlı olarak yorumlanabilir.

- Kişi Başına Düşen Yatak Sayısı: Bu, ilçenin nüfusuna ve buradaki yatak sayısına bağlıdır [14].

-En yakın kapsamlı hastaneye uzaklık: Açılan ikinci bir devlet hastanesi ilkinden daha kapsamlı olacak ve ilk hastanenin eksikliklerini kapatacaktır. İlçeye yakın kapsamlı bir hastanenin bulunduğu ve hastane ihtiyacını karşılayabileceği şeklinde yorumlanmıştır [13].

- Doluluk Oranı: İhtiyacı anlamak için en önemli ölçütlerden biridir. Özel ve devlet hastanelerinin yoğunluk durumu hakkında bilgi verir.

- Kişi Başına Düşen Yatak Sayısı: Bu, ilçenin nüfusuna ve buradaki yatak sayısına bağlıdır [14]

2.2.3. Gelişmişlik Düzeyi

Gelişmişlik düzeyi ölçütü iki alt ölçütten oluşmaktadır. Birincisi “sosyo-ekonomik yapı” ve ikincisi “sağlık endeksi”dir.

- Sosyo-ekonomik yapı: Ulusal kaynakların ekonomik ve sosyal açıdan en yüksek faydaya getirilmesi amaçlanmaktadır. Kalkınma planının bir diğer amacı da bölgesel dengesizlikleri en aza indirmektir. Altı sosyo-ekonomik yapı düzeyi vardır. Seviyeye göre ihtiyaç durumu yorumlanabilir.

- Sağlık endeksi: İlçenin sağlık endeksini temsil eder. Bedenen ve ruhen dinç ve hastaliksız olma durumu. Buna göre sağlık ocağı ya da hastane ihtiyacı tahmin edilebilir.

2.2.4. Demografik Yapı

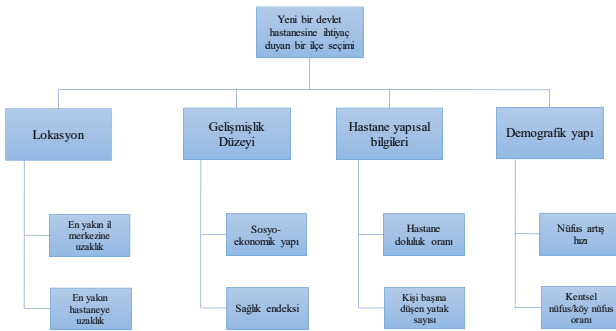
Gelişmişlik düzeyi ölçütü iki alt ölçütten oluşmaktadır. Birincisi “nüfus artış hızı” ve ikincisi “kent nüfusu/köy nüfusu oranı”dır.

- Nüfus Artış Hızı: Bu verilere göre hastanenin ihtiyaçları uzun vadede görülmektedir. Yeni bir hastane açmaya karar vermek için bugünün verileri yeterli olmamaktadır. Bölgesel olarak nüfus artış hızı göz önüne alınmalıdır (ör. [15], [16]).

- Kent Nüfusu/Köy Nüfusu Oranı: Kişilerin yüzde kaçının kentte veya köyde yaşadığını oransal olarak açıklayan ölçüttür. Devlet hastanesi ihtiyaçları orana bağlı olarak yorumlanabilir. Kalkınma planına göre bölgeler arasındaki gelişmişlik düzeyi önemlidir. Ortaya çıkan oran buna göre yorumlanır [17].

2.3. Ağırlık Atama

Hastaneler büyük çoğunlukla hastalar ve hastane çalışanları tarafından kullanılmaktadır. Bundan dolayı çalışmada kullanılan ağırlıklar, hastalar ve hastane çalışanlarının fikirlerine göre tanımlanmalıdır. Bu nedenle hastalara ve hastane çalışanlarına yönelik bir anket oluşturulmuştur. Anket soruları ekte paylaşılmıştır. Anket hastanede yüz yüze ve internet ortamında yapıldı. Ankete toplam 200 kişi katılmıştır. Katılımcıların dağılımı 98'i hasta, 60'ı doktor ve 42'si hastane çalışanı şeklindedir. Ankette toplam 13 soru bulunmaktadır ve her bir soru bir ölçütü temsil etmektedir. Anket sonrasında verilen cevaplara göre ölçülerin ağırlıkları tanımlanmıştır. Ayrıca, anket dışında hastane yerleşimi hakkında bilgisi ve tecrübesi olan kişilerden görüş alınmıştır. Tablo-1'de, ölçülerin sıralarını ve ağırlıklarını ayrıntılı olarak gösteren hiyerarşik yaklaşım bulunmaktadır. Ölçütler arasında hedefler karşılaştırıldığında “hastane bilgisi” sıralaması birinci, “demografik yapı” sıralaması ise dördüncü ve sonuncu sırada yer almaktadır. Tüm ölçütler çalışmada doğrusaldır [18].



Şekil 3. Değer Ağacı (Value Tree)

2.2.2. Hastane Yapısal Bilgileri

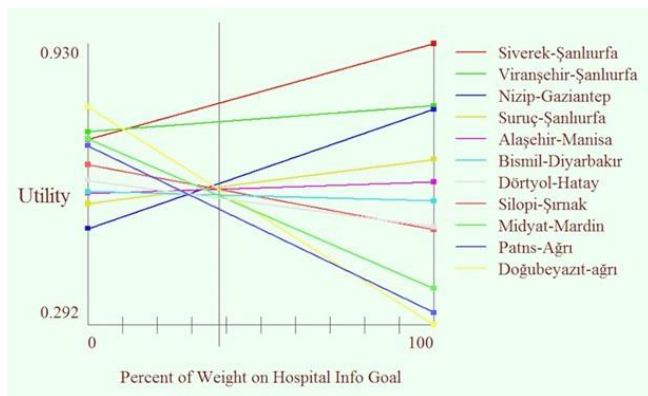
Hastane yapısal bilgileri ölçütü iki alt ölçütten oluşmaktadır. Birincisi “doluluk oranı” ve ikincisi “kişi başına düşen yatak sayısı”dır.

Tablo 1. Hiyerarşik Yaklaşım

Amaç	Ölçüm	En az tercih edilen	En çok tercih edilen	Sıralama	Ağırlık hedefi	Sıralama	Ağırlık Ölçüsü	Toplam ağırlık
Lokasyon	En yakın il merkezine uzaklık	11,4	121	2	0,22	1	0,55	0,121
	En yakın hastaneye uzaklık	2,8	205			2	0,45	0,099
Gelişmişlik Düzeyi	Sosyo-ekonomik yapı	4,56	-1,1	3	0,21	2	0,38	0,080
	Sağlık endeksi	0,7403	0,3014			1	0,62	0,130
Hastane yapısal bilgileri	Hastane doluluk oranı	60	99	1	0,38	1	0,55	0,209
	Kişi başına düşen yatak sayısı	369	1341			2	0,45	0,171
Hastane yapısal bilgileri	Nüfus artış hızı	-55	51	4	0,19	1	0,73	0,139
	Kentsel nüfus/köy nüfus oranı	98,43	0,61			2	0,27	0,051

2.3. Ağırlık Atama

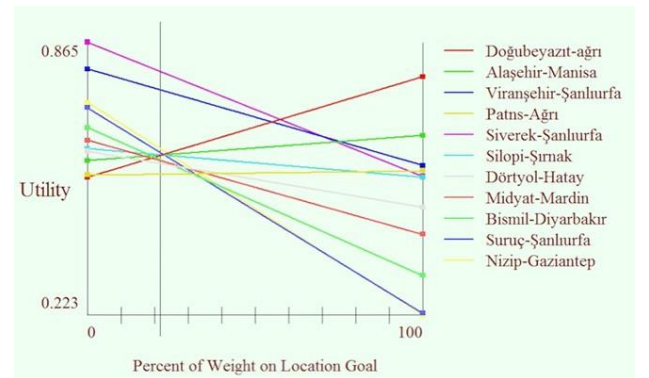
Çalışmanın bu kısmında ise ölçütler ikili karşılaştırılarak duyarlılık analizi yapılmıştır. İlk analiz “hastane yapısal bilgileri” ve “hastane lokasyonu” dur.



Şekil 4. Hastane Bilgisi için Duyarlılık Analizi

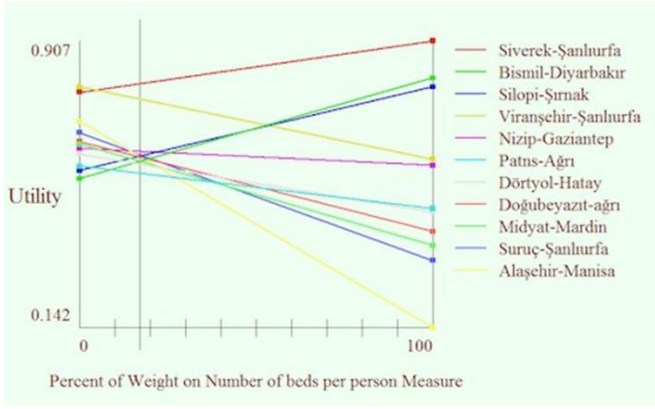
Hastane yapısal bilgi ölçütünün duyarlılık analizi Şekil-4'te görülmektedir. Hastane yapısal bilgilerinin güncel ağırlığı 0,38'dir. Hastane yapısal bilgilerinin ağırlığı yaklaşık 0,12'ye düşürülürse en iyi alternatif Siverek değil Doğubeyazıt olacaktır. Bunun nedeni Siverek'in hastane yapısal bilgi ölçüğünde çok yüksek puan alması, Doğubeyazıt'ın hastane yapısal bilgi ölçüğünde düşük, diğer ölçüklerde ise yüksek puan almasıdır. Öte yandan hastane bilgilerinin ağırlığı artırılrsa bile Siverek yine en

iyi alternatif olacaktır. Bunun nedeni, Siverek'in hastane yapısal bilgileri ölçüğünde çok yüksek bir puana sahip olması ve hastane yapısal bilgilerinin ağırlığı arttığında Siverek'in en iyi alternatif olmasına yardımcı olmasıdır.



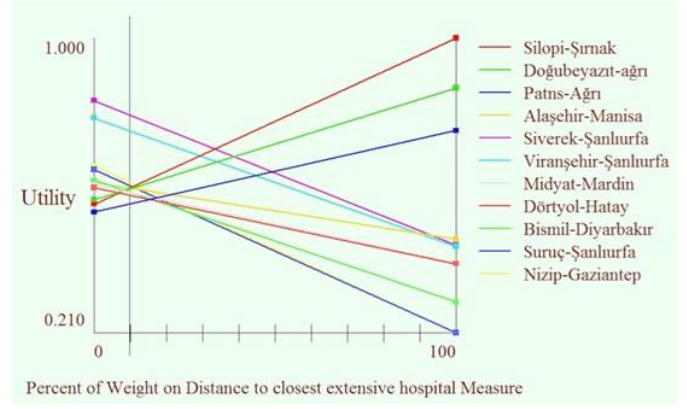
Şekil 5. Hastane Konumu için Duyarlılık Analizi

Konum ölçütünün duyarlılık analizi yukarıda Şekil-5'te gösterilmiştir. Konumun mevcut ağırlığı 0,22'dir. Lokasyonun ağırlığı azaltılrsa en iyi alternatif yine Siverek olurdu. Bunun nedeni Siverek'in diğer ölçütlerde çok yüksek puan almış olmasıdır. Öte yandan, konum ağırlığı yaklaşık 0,55'e çıkarılrsa, en iyi alternatif Siverek değil, Doğubeyazıt olacaktır. Bunun nedeni, Doğubeyazıt'ın diğer ölçüklerde düşük puan almasına karşın, konum ölçüsünde çok yüksek, Siverek'in ise konum ölçüsünde daha düşük puan almasıdır.



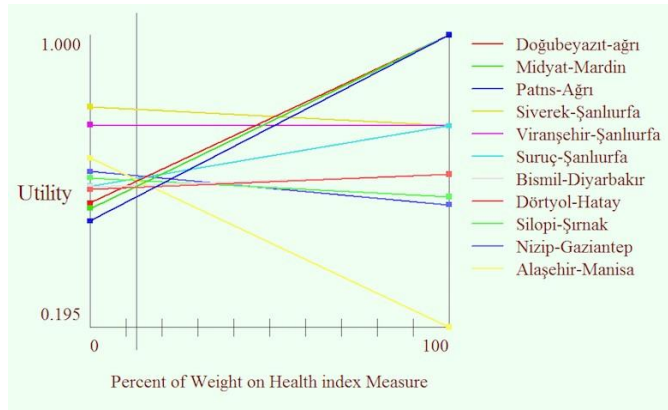
Şekil 6. Kişi başına düşen yatak sayısı için Duyarlılık Analizi

Kişi başına düşen yatak sayısı ölçüsünün duyarlılık analizi Şekil-6'da gösterilmiştir. Kişi başı yatak sayısının güncel ağırlığı 0,171'dir. Kişi başına düşen yatak sayısı ağırlığı yaklaşık 0,05'e düşürülürse en iyi alternatif Siverek değil Viranşehir olacaktır. Bunun nedeni Siverek'in kişi başı yatak sayısı ölçüsünde çok yüksek puan alması, Viranşehir'in kişi başı yatak sayısı ölçüsünde düşük, diğer ölçütlerde ise yüksek puan almasıdır. Öte yandan, kişi başına düşen yatak sayısı artırılrsa bile Siverek yine en iyi alternatif olacaktır. Bunun nedeni, Siverek'in hastane bilgileri ölçüğünde çok yüksek bir puana sahip olması ve hastane bilgilerinin ağırlığı arttığında Siverek'in en iyi alternatif olmasına yardımcı olmasıdır.



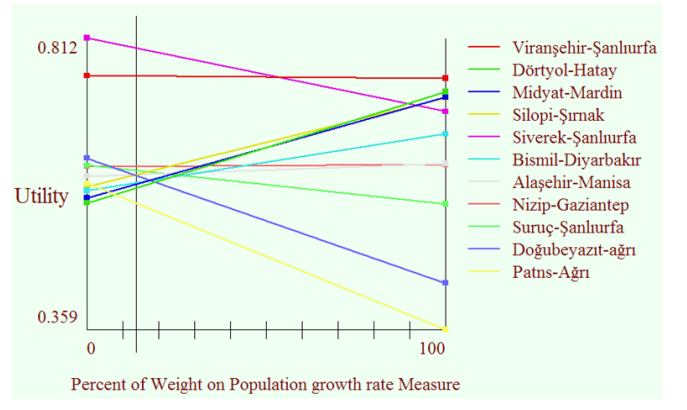
Şekil 8. En yakın hastaneye uzaklık için Duyarlılık Analizi

En yakın kapsamlı hastaneye olan uzaklığın duyarlılık analizi Şekil-8'de gösterilmiştir. En yakın kapsamlı hastaneye olan mesafenin güncel ağırlığı 0,099'dur. En yakın kapsamlı hastaneye olan mesafenin ağırlığı azaltılrsa en iyi alternatif yine Siverek olacaktır. Bunun nedeni Siverek'in diğer ölçütlerde çok yüksek puan almış olmasıdır. Öte yandan en yakın kapsamlı hastaneye olan mesafenin ağırlığı yaklaşık 0,32'ye çıkarılırsa en iyi alternatif Siverek değil Silopi olacaktır. Bunun nedeni, Silopi'nin diğer ölçütlerde düşük puan almasına karşın en yakın kapsamlı hastaneye uzaklık ölçüsünde çok yüksek, Siverek'in en yakın kapsamlı hastaneye uzaklık ölçütünde ise daha düşük puan almasıdır.



Şekil 7. Sağlık Endeksi için Duyarlılık Analizi

Sağlık endeksi ölçüsünün duyarlılık analizi ise Şekil-7'da gösterilmiştir. Sağlık endeksinin mevcut ağırlığı 0,13'tür. Sağlık endeksinin ağırlığı azaltılırsaydı yine en iyi alternatif Siverek olurdu. Bunun nedeni Siverek'in diğer ölçütlerde çok yüksek puan almış olmasıdır. Öte yandan, sağlık endeksinin ağırlığı yaklaşık 0,5'e çıkarılırsa, en iyi alternatif Siverek değil, Doğubeyazıt olacaktır. Bunun nedeni, Doğubeyazıt'ın diğer ölçütlerde düşük puan almasına karşın sağlık endeksi ölçüsünde çok yüksek puan alması ve Siverek'in sağlık endeksinde düşük puan almasıdır.



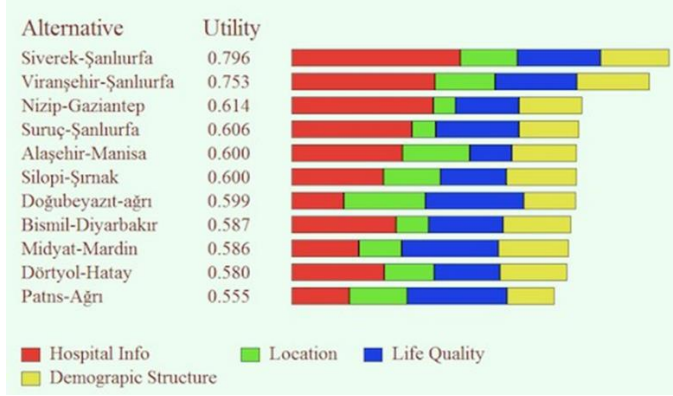
Şekil 9. Sağlık Endeksi için Duyarlılık Analizi

Nüfus artış hızı ölçüsünün duyarlılık analizi Şekil-9'da gösterilmiştir. Nüfus artış hızının cari ağırlığı 0,139'dur. Mesafenin nüfus artış hızına olan ağırlığı azaltılırsaydı yine en iyi alternatif Siverek olurdu. Bunun nedeni Siverek'in diğer ölçütlerde çok yüksek puan almış olmasıdır. Öte yandan, nüfus artış hızının ağırlığı yaklaşık 0,5'e çıkarılırsa en iyi alternatif Siverek değil Viranşehir olacaktır. Bunun nedeni, Viranşehir'in diğer ölçütlerde düşük puan almasına karşın, nüfus artış hızı ölçüsünde çok yüksek puan alması ve Siverek'in nüfus artış hızında daha düşük puan almasıdır.

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

64 alternatif ilçenin verileri modele uyarlanarak incelenmiştir. Şekil-10'da sonuçlar sıralanmıştır. Çıkan sonuca göre Şanlıurfa'nın Siverek ilçesine yeni bir devlet hastanesi açılmasının en uygun olduğu model sonucunda bulunmuştur. Siverek ilçesinin verilerine baktığımızda il merkezine uzak bir

konumda olması ve mevcut devlet hastanesinin yoğun olması bu ilçenin seçilmesindeki en bariz kriterdir. Üçüncü ve dördüncü alternatif ilçeleri karşılaştırdığımızda ise konum hedefinden fayda farkı elde etmektedirler. Ayrıca ilk iki ilçe dışındaki alternatifler arasında çok fazla fayda farkı yoktur. Modelin sonucu Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ndeki hastane sayısının az ve yetersiz olduğu yönündedir çünkü on bir alternatiften dokuzu sıralamaya göre doğu ve güneydoğu Anadolu bölgelerindedir.



Şekil 10. İlk 11 alternatif ilçe için sıralama sonuçları

4. Sonuç

Teknoloji ve görünümdeki gelişmelerle birlikte sağlık sektöründe rekabet yerini almaya başlamıştır. Hastaneler, devlet hastanesi de olsa hastalarına en hızlı ve en iyi sağlık hizmetini verebilmek ve artan rekabet koşullarında ayakta kalabilmek için en uygun yerde faaliyet göstermek zorundadır. Bu nedenle sağlık sektöründe tesisin konumu büyük önem taşımaktadır. Hastane lokasyonu belirlenirken birçok kriterin dikkate alınması gerektiğinden bu çalışmada MAUT yöntemi uygulanmıştır.

Hastane yeri seçim kriterleri önceki çalışmalardan elde edilmiştir. Belirlenen temel kriterlerin ağırlıklarını belirlemek için anket soruları hazırlanmıştır.

Çalışma sonucunda doğu ve güneydoğu Anadolu bölgelerinin çalışmayı domine ettiği görülmektedir. Şanlıurfa iline bağlı Siverek ve Viranşehir ilçeleri ilk iki sırada yer almıştır. Bunun en büyük sebebi olarak yapılan yatırımların daha çok batı bölgelere yapıldığı söylenebilir. Ayrıca doğu bölgelerinde il merkezi ile ilçeler arasında mesafelerin batıya göre daha fazla olmasından dolayı doğu ve güneydoğu Anadolu bölgelerinde bulunan illerin ilçeleri daha önemli konuma gelmiştir. Bu çalışmada Türkiye'nin farklı özelliklerine sahip 31 farklı ilden 64 farklı ilçe incelenmiş olup, yeni bir hastane açılmak istendiğinde; tabii ki birçok farklı ilçeyi incelemek gerekiyor. Bu nedenle modeldeki alternatif sayısı artırılarak ve daha detaylı inceleme için yeni kriterler belirlenerek bu çalışma genişletilebilir.

5. Teşekkür

Bu çalışmanın anket kısmında desteklerini esirgemeyen Şeyma Doğan ve Süleyman Daş'a teşekkürlerimizi sunarız.

Kaynakça

- [1] Moradian, M. J., Ardalan, A., Nejati, A., Bolorani, A. D., Akbarisari, A., & Rastegarfar, B. (2017). Risk criteria in hospital site selection: a systematic review. *PLoS currents*, 9.
- [2] Tripathi, A. K., Agrawal, S., & Gupta, R. D. (2022). Comparison of GIS-based AHP and fuzzy AHP methods for hospital site selection: a case study for Prayagraj City, India. *GeoJournal*, 87(5), 3507-3528.
- [3] Adalı, E. A., & Tuş, A. (2021). Hospital site selection with distance-based multi-criteria decision-making methods. *International Journal of Healthcare Management*, 14(2), 534-544.
- [4] Wu, C. R., Lin, C. T., & Chen, H. C. (2007). Optimal selection of location for Taiwanese hospitals to ensure a competitive advantage by using the analytic hierarchy process and sensitivity analysis. *Building and environment*, 42(3), 1431-1444.
- [5] Aydın, Ö., Öznehir, S., & Akçalı, E. (2009). Optimal hospital location selection by analytical hierarchical process. *Suleyman Demirel University the Journal of Faculty Economics and Administrative Sciences*, 14(2), 69-86.
- [6] Wang, S., Wei, G., Wu, J., Wei, C., & Guo, Y. (2021). Model for selection of hospital constructions with probabilistic linguistic GRP method. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 40(1), 1245-1259.
- [7] Ross, G. T., & Soland, R. M. (1980). A multicriteria approach to the location of public facilities. *European journal of operational research*, 4(5), 307-321.
- [8] Önüt, S., Tuzkaya, U. R., & Kemer, B. (2008). An analytical network process approach to the choice of hospital location. *Journal of Engineering and Natural Sciences*, 25(4), 367-379.
- [9] Sütçü, M. (2022). Disutility Entropy in Multi-attribute Utility Analysis. *Computers & Industrial Engineering*, 169, 108189.
- [10] Sutcu, M. (2020). Effects of total cost of ownership on automobile purchasing decisions. *Transportation Letters*, 12(1), 18-24.
- [11] TÜİK . (2021). Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Sonuçları. Daimi İkametgâha Göre İç Göçler.
- [12] Boulos, M. N. K. (2003). Location-based health information services: a new paradigm in personalised information delivery. *International journal of health geographics*, 2(1), 1-11.
- [13] Hastane Rehberi.(2022). Retrieved from <https://www.trhastane.com/>
- [14] Kanun, S. (2012). On Dört İilde Büyükşehir Belediyesi ve Yirmi Yedi İlçe Kurulması ile Bazı Kanun ve Kanun Hükmünde Kararnamelerde Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun. *Resmi Gazete, Tarih*, (28489).
- [15] U. Tekkanat. (2015) "Kamu Hastaneleri İstatistiği Yılığ, 2014". Türkiye Kamu Hastaneleri Kurumu, Sağlık Bakanlığı 1000. Ankara, Turkey.
- [16] TÜİK . (2022). Türkiye Nüfus Artış Hızı. Retrieved from <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=45500>

[17] TÜİK . (2022). Türkiye Nüfus Sayımı. Retrieved from <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=Nufus-ve-Demografi-109>

[18] Winston, W. L. (2022). Operations research: applications and algorithms. Cengage Learning. Boston, USA.

EK (Anket Soruları):

Anket Soruları

- Ayda kaç kez hastaneye gidiyorsunuz:
- Yaşınız:
- Cinsiyetiniz:

1. Nüfus büyüme oranı hastane yer seçiminde önemlidir.
 - Kesinlikle katılmıyorum
 - Katılmıyorum
 - Kararsızım
 - Katılıyorum
 - Kesinlikle katılıyorum
2. Kent nüfusu / köy nüfusu hastane yer seçiminde önemlidir.
 - Kesinlikle katılmıyorum
 - Katılmıyorum
 - Kararsızım
 - Katılıyorum
 - Kesinlikle katılıyorum
3. İlçenin toplam nüfusu hastane açarken önemli bir bilgidir.
 - Kesinlikle katılmıyorum
 - Katılmıyorum
 - Kararsızım
 - Katılıyorum
 - Kesinlikle katılıyorum
4. Hastanenin kurulacağı arazinin/arsanın fiyatı yer seçiminde önemlidir.
 - Kesinlikle katılmıyorum
 - Katılmıyorum
 - Kararsızım
 - Katılıyorum
 - Kesinlikle katılıyorum
5. Bir ilçede devlet hastanesi açarken o ilçedeki özel hastane sayısı önemlidir.
 - Kesinlikle katılmıyorum
 - Katılmıyorum
 - Kararsızım
 - Katılıyorum
 - Kesinlikle katılıyorum
6. Bir ilçede bir devlet hastanesi olması yeterlidir (100.000 nüfus üstü)
 - Kesinlikle katılmıyorum
 - Katılmıyorum
 - Kararsızım
 - Katılıyorum
 - Kesinlikle katılıyorum
7. İlçenin gelişmişlik düzeyi o ilçede devlet hastanesi açarken önemli bir kriterdir.
 - Kesinlikle katılmıyorum
 - Katılmıyorum
 - Kararsızım
 - Katılıyorum

- Kesinlikle katılıyorum
8. İlçenin il merkezine uzaklığı o ilçeye yeni bir devlet hastanesi açarken önemlidir.
 - Kesinlikle katılmıyorum
 - Katılmıyorum
 - Kararsızım
 - Katılıyorum
 - Kesinlikle katılıyorum
9. Var olan hastanelerin yoğunluğu yeni bir devlet hastanesi açmak için önemli bir kriterdir.
 - Kesinlikle katılmıyorum
 - Katılmıyorum
 - Kararsızım
 - Katılıyorum
 - Kesinlikle katılıyorum
10. Hastanenin konumunu seçerken ulaşım önemli bir faktördür.
 - Kesinlikle katılmıyorum
 - Katılmıyorum
 - Kararsızım
 - Katılıyorum
 - Kesinlikle katılıyorum
11. Toplu taşıma aracı ile hastaneye gitmek benim için önemlidir.
 - Kesinlikle katılmıyorum
 - Katılmıyorum
 - Kararsızım
 - Katılıyorum
 - Kesinlikle katılıyorum
12. Yürüyerek hastaneye gitmek benim için önemlidir.
 - Kesinlikle katılmıyorum
 - Katılmıyorum
 - Kararsızım
 - Katılıyorum
 - Kesinlikle katılıyorum
13. Hastanenin konumunun ilçe merkezine uzaklığı o bölgede devlet hastanesi açarken önemlidir.
 - Kesinlikle katılmıyorum
 - Katılmıyorum
 - Kararsızım
 - Katılıyorum
 - Kesinlikle katılıyorum



Fuzzy Logic Modelling Of the Effect of Tool Tip Radius on Surface Roughness in Machining Co28Cr6Mo Wrought Steels in CNC Turning

Ilhan Asiltürk *, Mehmet Alper Ince²

¹University of Necmettin Erbakan , Faculty of Engineering, 42075, Konya, Turkey, (ORCID: 0000-0002-8302-6577), iasilturk@yahoo.com

²University of Necmettin Erbakan , Faculty of Engineering, 42075, Konya, Turkey, (ORCID: 0000-0003-4457-9520), mehmet4219@hotmail.com

(1st International Conference on Engineering, Natural and Social Sciences ICENSOS 2022, December 20 - 23, 2022)

(DOI: 10.31590/ejosat.1223563)

ATIF/REFERENCE: Asiltürk, I. & Ince, M.A. (2022). Fuzzy Logic Modelling Of The Effect Of Tool Tip Radius On Surface Roughness In Machining Co28Cr6Mo Wrought Steels In CNC Turning. *European Journal of Science and Technology*, (45), 151-158.

Abstract

This study includes fuzzy logic modeling of surface roughness experimental values obtained as a result of machining Co28Cr6Mo medical alloy in CNC turning (rotational speed (n), feed rate (f), depth of cut (a) and tool tip radius (r)) depending on cutting parameters. According to the hardness of the material to be cut and the type of cutting tool used, fuzzy logic solution models that can determine the most suitable tool tip radius for the surface roughness (Ra) were created. In the model created using fuzzy logic, experimental studies on the rule base created by using the membership functions of the input parameters and the output parameters, the membership function foot widths and the relations between the membership functions were used. Triangle (trimf) membership function was chosen with Mamdani approach on the rule base. The results obtained using the established model are interpreted with 2 and 3 dimensional graphics for tool tip radius. We can say that a good surface quality (minimum surface roughness) is obtained on the material with the most suitable (optimal) tool tip radius determined by models established with fuzzy logic.

Keywords: Fuzzy Logic, Co28Cr6Mo, Surface Roughness, CNC Turning, Cutting Parameters.

Co28Cr6Mo Çeliklerin CNC Tornalanmasında Takım Uç Yarıçapının Yüzey Pürüzlüğüne Etkisinin Bulanık Mantıkla Modellenmesi

Öz

Bu çalışma, Co28Cr6Mo medikal alaşımının CNC tornalamada (devir sayısı, ilerleme hızı, kesme derinliği ve takım uç yarıçapı) kesme parametrelerine bağlı olarak işlenmesi sonucu elde edilen yüzey pürüzlülüğü deneysel değerlerinin bulanık mantıkla modellenmesini içermektedir. Kesilecek malzemenin sertliği ve kullanılan kesici takımın cinsine göre yüzey pürüzlülüğü için en uygun kesme hızı, ilerleme hızı, kesme derinlikleri ve kesici uç yarıçapını belirleyebilen bulanık mantık çözüm modelleri oluşturulmuştur. Bulanık mantık kullanılarak oluşturulan modelde giriş parametreleri ve çıkış parametrelerinin üyelik fonksiyonları, üyelik fonksiyon ayak genişlikleri ve üyelik fonksiyonlarının aralarındaki ilişkiler kullanılarak oluşturulan kural tabanında yapılan deneysel çalışmalardan faydalanılmıştır. Kural tabanında Mamdani yaklaşımıyla üçgen (trimf) üyelik fonksiyonu seçilmiştir. Kurulan model kullanılarak elde edilen sonuçlar, her bir kesme parametresinde 2 ve 3 boyutlu grafiklerle yorumlanmıştır. Bulanık mantıkla kurulan modellerle belirlenen en uygun (optimum) kesme parametreleriyle, malzeme üzerinde iyi bir yüzey kalitesi (minimum yüzey pürüzlülüğü) elde edildiğini söyleyebiliriz.

Anahtar Kelimeler: Bulanık Mantık, Co28Cr6Mo, Yüzey Pürüzlülüğü, CNC Tornalama, Kesme Parametreleri.

* Corresponding Author: iasilturk@yahoo.com

1. Introduction

With the developing technology, shaping with machining methods (turning, milling, drilling, etc.) still maintains its importance. The development of steel materials used in the manufacturing industry is increasing day by day. The usage areas of steel in many fields from food to health and from automotive to aerospace industry are becoming more and more widespread. Therefore, the machinability of steel materials has an important place among the subjects that still need to be investigated in order to improve the production efficiency and cost [1].

In order to produce the same quality (standard) product in the production process, the production must be controlled simultaneously. The fact that the parameters that are effective in turning operations do not deteriorate the expected standard in production depends on their good control. In an effective production, it is necessary to consider quality, efficiency and economy together. While determining the production strategies, the target functions covering all of these should be determined. Surface roughness, which plays a key role in quality and economical production, is affected by the workpiece-tool material relationship and cutting parameters. Machining parameters such as cutting speed, feed rate, depth of cut, which play an important role in the selection of cutting tools and the efficient use of the tools used, also have great effects on the total production cost [2,3]. Because the cutting parameters that are not determined appropriately will wear the tool and the roughness will increase, and the quality will deteriorate as the roughness increases. The cost of energy withdrawn from the system will increase and the unit cost of tool change due to quality defect will increase. In recent years, artificial intelligence methods such as Artificial Neural Networks, Fuzzy Logic and Genetic Algorithm have been used in the optimization studies of cutting parameters in machining. Among these methods, fuzzy logic is the most used for optimizing cutting parameters. Fuzzy logic is a very successful method in the control of processes when it is non-linear, complex, difficult to model and the characteristics of the information are uncertain or uncertain. Zadeh put forward the first serious step regarding the concept of fuzzy logic in an article published in 1965 under the name of fuzzy logic or fuzzy set theory. Some of the general features of fuzzy logic was expressed by Zadeh as follows;

- Fuzzy logic uses approximate thinking instead of thinking based on exact values.
- In fuzzy logic, information is in the form of linguistic expressions (large, small, a lot, a little, etc.).
- In fuzzy logic, everything is represented with a certain degree in the range $[0,1]$.
- Fuzzy logic is very suitable for systems where mathematical model is very difficult to obtain.

Mamdani made the first application of fuzzy logic control in 1974 with the control of the steam engine. Mamdani has shown that Zadeh's linguistic rule approach is provided in a form that is easily processed by the computer. Thanks to the approaches of Japanese researchers on new technologies, fuzzy

logic has developed very quickly. Today, fuzzy logic has found application in many areas such as electronic control systems, automotive industry brake systems, process planning and home electronics. With the application of fuzzy logic to the household appliances we use every day, significant energy and time savings have been achieved. For example, if classical and fuzzy set theory is applied to an age problem selected as an example, classical set membership functions can be seen in Figure 1 and fuzzy set membership functions can be seen in Figure 2 [4].

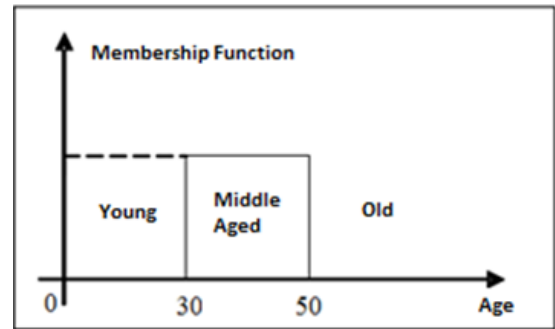


Fig. 1 Classical Set Theory [4]

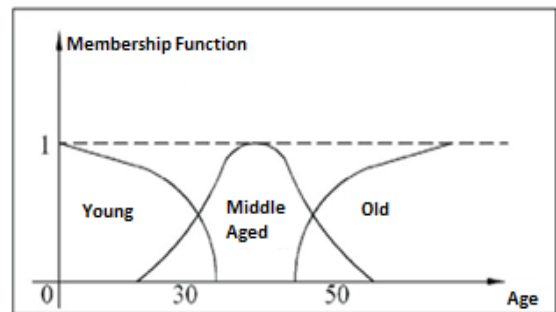


Fig. 2 Fuzzy Set Theory [4]

Basic elements of Fuzzy Logic system; The fuzzyfication, fuzzy output set, rule base and defuzzification unit are shown in Figure 3 [5,6].

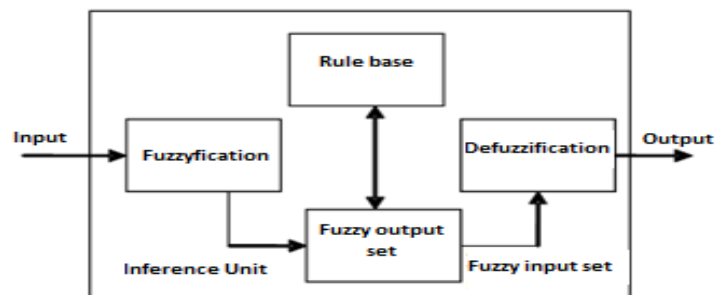


Fig. 3 Basic structure of Fuzzy Logic system [5,6]

To date, many studies have been carried out on Fuzzy Logic in the optimization of cutting parameters in machining. Some of those;

In the study by Wong et al. [7], a general fuzzy model was established for the selection of machining cutting parameters. Several fuzzy models were created for different cutting tools and compared. The results showed that the accepted model was formed with a mean error of 6%. Chungchoo and Saini [8] estimated tool wear in CNC turning process using fuzzy-Neural network model. For this, the tool wear classification is made

with fuzzy logic, the inputs are normalized, the mesh is formed according to the least square error, and the lateral and crater wear is estimated with high accuracy. Du et al. [9] monitored tool breakage, wear and tip formation in the turning process using fuzzy logic. At the end of the experiments using a multi-sensor system including a power sensor, a force sensor and a vibration sensor, the method applied showed 90% accuracy. Rajasekaran et al. [10] investigated the effect of combinations of machining parameters on obtaining a good surface finish using a CBN cutting tool in turning CFRP (Carbon Fiber Reinforced Plastics) composite material and predicting surface roughness values using fuzzy modeling. Suhail et al. [11] designed a method for determining cutting parameters using MANFIS (Multi Adaptive Network Based Fuzzy Inference System). By examining the surface roughness, which is a single output, values for cutting parameters (cutting speed, feed rate and depth of cut) were determined. These parameters are variable and have been modified in another set of ANFIS (Adaptive Network Based Fuzzy Inference System) models. Then, they created a MANFIS model by adding a second output (workpiece surface temperature) to this ANFIS model. As a result, they observed that the MANFIS model is suitable for machinability in data selection. Ko and Cho [12] investigated the lateral wear length of the cutting edge of the cutting tool, which affects the geometric accuracy and surface roughness during the final machining in the milling process. They estimated the lateral wear length in milling with an error of 12% by writing rules with the fuzzy logic method and applying tests under various cutting conditions. Sharma et al. [13] predicted and analyzed the cutting force so induced during hard turning operation. They analyzed rotational speed, feed rate and depth of cut were as the controllable variables and their effect on cutting force. They used L9 orthogonal array. In this study, they benefited the ANOVA analysis for revealed the contribution of each machining parameter on cutting force. Furthermore, they developed cutting force models for the prediction purpose using regression and fuzzy logic method. Bhasker et. al [14] studied the bearing performance characteristics having different operating conditions. They reported results that oil film pressure and temperature distribution profile obtained experimentally are in good agreement with the theoretical results. Fuzzy-based Taguchi optimisation has been used in this experimental analysis to predict the optimal input parameters. Rajeswari et al. [15] determined the optimum level of geometrical parameters such as helix angle, tool tip radius, rake angle and machining parameters such as cutting speed, feed rate and depth of cut to arrive minimum surface roughness and tool wear during end milling of Al 356/SiC metal matrix composites (MMCs) using high speed steel end mill cutter. For this, they used L27 Taguchi orthogonal design with six factors and three levels is employed for conducting experiments and Analysis of variance (ANOVA) is carried out using Minitab16 software to find the influence of each input parameter on output performance measure. Prabhu et. al [16] investigated the surface characteristics of AISI D2 Tool Steel with graphite as a tool electrode during EDM process. They mixed the multiwall carbon nanotube with dielectric fluids to analyze the surface roughness and micro-cracks using atomic force microscope measurements. They developed response surface model (RSM) to predict the surface roughness for EDM parameters. Analysis of variance and F test have been used to check the validity of response surface model and determine the significant process parameter affecting the surface roughness. They used a fuzzy logic model to investigate relationships

between the machining parameters and determine the efficiency of each parameter with and without using CNT-based EDM process. Kacalak et. al [17] presented the assumptions and results of the optimization of the grinding process using fuzzy logic to the definition of objectives and constraints imposed on the example of the sequential grinding of small ceramic elements. They defined an objective function that allows determining the impact of the degree of fulfillment of individual objectives and processing constraints on the result of the fuzzy decision. They carried out experimental study to determine the relationships allowing the transfer of objectives and constraints of the grinding process from the output variable space into the grinding parameters space. They optimized process parameters assuring maximization of fuzzy decision using a genetic algorithm. Determining the optimum cutting parameters and cutting conditions for the processing of hot-tempered Co28Cr6Mo steel, which has low machinability, high mechanical properties, resistance to corrosion and temperature, and is generally used for prosthetics in the medical field, is considered as a major problem to be solved by production environments. In this study, it was aimed to determine the optimum tool tip radius to obtain minimum surface roughness in dry cutting conditions in the machining of Co28Cr6Mo steels in CNC turning. Surface roughness values obtained as a result of longitudinal turning of Co28Cr6Mo steel on CNC machine were measured. In order to determine the effects of the parameters used in the experiments, rule bases in fuzzy logic were created.

2. Material and Method

2.1. Cutting Conditions And Roughness Measurements

In the experimental study, Co28Cr6Mo ASTM F1537 quality hot-tempered steel with a hardness of 40 HRC was used. The workpiece is prepared in Ø50x500 mm dimensions. The turning process was carried out on a Sogotec TC25-L type CNC lathe and the surface roughness values were measured with the SJ-201 mitutoyo device (cut-off distance 2.5 mm). The experiments were carried out by longitudinal turning of the workpieces using a new tool tip for each test in dry cutting conditions. MTJNR-L 2525 M16 was used as tool holder, Taegutec production and PVD method, TNMG 160404 MT, TNMG 160408 MT and TNMG 160412 MT form and TT 8020 quality were used as tool tips. Cutting parameters given in Table 1 were determined in line with the manufacturer's recommendations and experiments were carried out using the combinations given in Table 2.

Table 1. Cutting parameters and levels.

Symbol	Parameter	Unit	Level 1	Level 2	Level 3
<i>n</i>	Rotational speed	rpm	318	477	636
<i>f</i>	Feed rate	mm/rev	0.1	0.15	0.25
<i>a</i>	Depth of cut	mm	0.5	0.7	0.9
<i>r</i>	Tool tip radius	mm	0.4	0.8	1.2

Table 2. Experimental parameters and measured average roughness values

Number of tests	Parameter				Roughness
	<i>n</i> (rpm)	<i>f</i> (mm/rev)	<i>a</i> (mm)	<i>r</i> (mm)	<i>Ra</i> (μm)
1	318	0.1	0.5	0.4	1.660
2	318	0.1	0.7	0.8	0.810
3	318	0.1	0.9	1.2	1.070
4	318	0.15	0.5	0.8	1.593
5	318	0.15	0.7	1.2	1.137
6	318	0.15	0.9	0.4	2.920
7	318	0.25	0.5	1.2	2.750
8	318	0.25	0.7	0.4	7.110
9	318	0.25	0.9	0.8	4.923
10	477	0.1	0.5	0.8	1.590
11	477	0.1	0.9	1.2	0.987
12	477	0.1	0.9	0.4	1.690
13	477	0.15	0.5	1.2	0.857
14	477	0.15	0.7	0.4	4.410
15	477	0.15	0.9	0.8	2.647
16	477	0.25	0.5	0.4	8.207
17	477	0.25	0.7	0.8	3.037
18	477	0.25	0.9	1.2	1.950
19	636	0.1	0.5	1.2	1.690
20	636	0.1	0.7	0.4	4.017
21	636	0.1	0.9	0.8	1.720
22	636	0.15	0.5	0.4	3.567
23	636	0.15	0.7	0.8	1.417
24	636	0.15	0.9	1.2	2.547
25	636	0.25	0.5	0.8	3.243
26	636	0.25	0.7	1.2	2.193
27	636	0.25	0.9	0.4	4.787

The average of the roughness values measured in the direction parallel to the workpiece axis from three different parts of the cylindrical surface formed after each cutting process was used. Mitutoyo SJ-201 series surface roughness device (cut-off distance 2.5 mm) was used to measure the roughness values. A total of 27 physical experiments were carried out for four parameters and three levels used in this study, adhering to the $L_{27}(3^4)$ Taguchi standard orthogonal experimental design. Cutting parameters are modeled as 4 inputs (n, f, a, r) and single output (Ra) with fuzzy logic. And finally, it was determined the optimum tool tip radius to obtain minimum surface roughness.

Feed rate (mm/rev)	Degree of feed
0.1-0.15	Low
0.1-0.25	Middle
0.15-0.25	High

Tool tip radius(mm)	Degree of radius
0.4-0.8	Small
0.4-1.2	Regular
0.8-1.2	Large

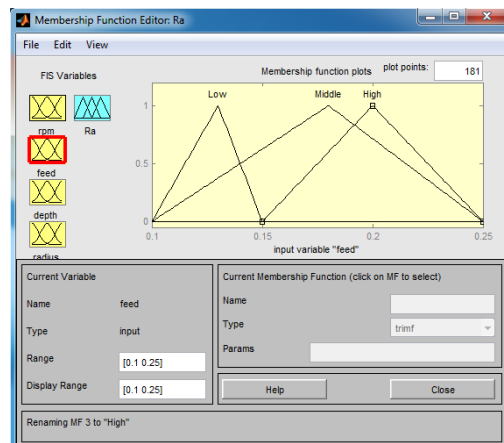
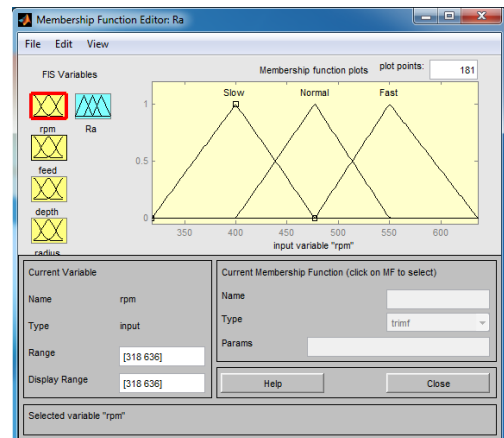
2.2. Modeling Of Cutting Parameters With Fuzzy Logic

In modeling the problem to be solved with the fuzzy logic method, the parameters affecting the problem and the target function must be determined exactly. The factors affecting the problem to be modeled are called input parameters, and the parameters that make up the target function are called output parameters. Membership function numbers, names, lower and upper limit leg widths of all parameters are determined according to the effectiveness of the input and output parameters on the problem to be modeled. For example; For rpm, which is one of the input parameters, the lower limit value is 318 rpm, the upper limit value is 636 rpm, membership functions are defined as slow, normal, fast. While creating the solution model of the surface roughness parameter with fuzzy logic, the lower and upper limits of the parameters were determined in accordance with the previous experimental studies, expert opinion and the purpose of the problem. Rpm, feed rate, depth of cut and tool tip radius input parameters are determined and membership functions, lower and upper limit values of each parameter are given in Figure 4. The mean surface roughness value that will occur as a result of turning operations, the lower and upper limit values of the output parameter membership functions are given in Figure 5. The lower limit value of the mean surface roughness, which is the target function, is determined as 0.810, the upper limit value is 8.207, and the membership functions are determined as very good, good, medium, bad, terrible. Mamdani's approach was used in fuzzy logic modeling.

Average surface roughness , Ra , (μm)	Degree of Roughness
0.81-2.3	Very Good
0.81-3.8	Good
2.3-5.3	Medium
3.8-6.75	Bad
5.3-8.207	Terrible

rpm	Degree of Speed
318-477	Slow
318-636	Normal
477-636	Fast

Depth of cut (mm)	Degree of depth
0.5-0.7	Little
0.5-0.9	Middle
0.7-0.9	Much



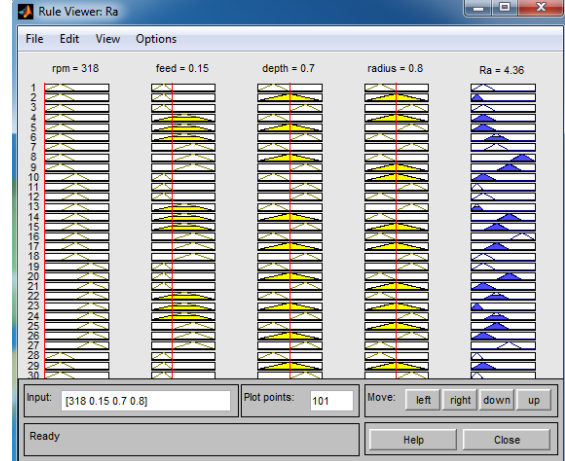
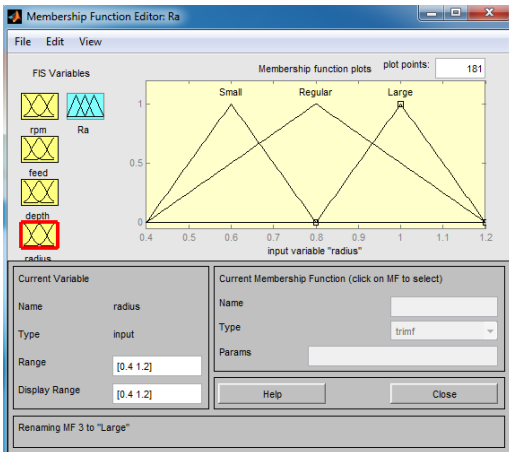
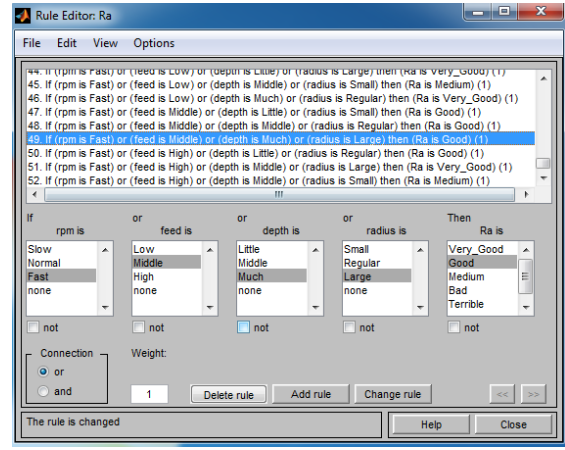
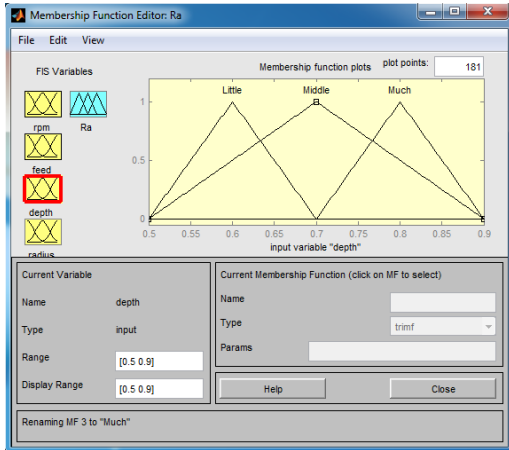


Fig. 6 Created rule bases and rule viewer sample

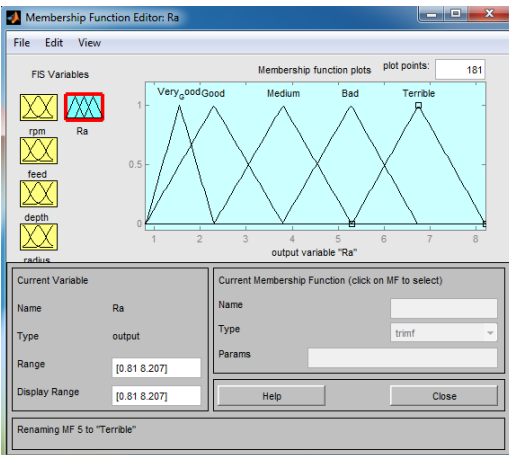


Fig. 5 Membership functions and foot widths of the surface roughness parameter

In this study, which aims to model the cutting parameters in the CNC turning process with fuzzy logic, 52 rule bases were created in order to apply them to the cutting parameters in order to provide the best surface quality. The created rule bases and rule viewer sample are shown in Figure 6.

3. Results and Discussion

In this study, fuzzy logic modeling of surface roughness values obtained as a result of machining of Co28Cr6Mo medical alloy depending on cutting parameters in CNC turning (rpm, feed rate, depth of cut and tool tip radius) was made. According to the hardness of the material to be cut and the type of cutting tool used, fuzzy logic solution models were created that can determine the most appropriate tool tip radius for the surface roughness. And it is aimed to obtain minimum surface roughness with the created rule bases. Various 2D graphics was obtained from these solution models and these graphics were interpreted. And finally, the most suitable tool tip radius for the processing of this material were determined. Obtained 2D graphics are shown in Figure 7-8.

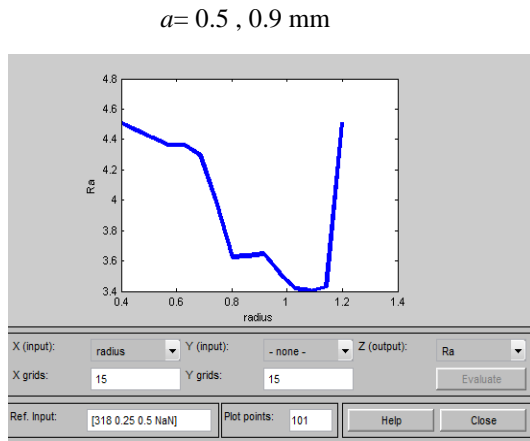
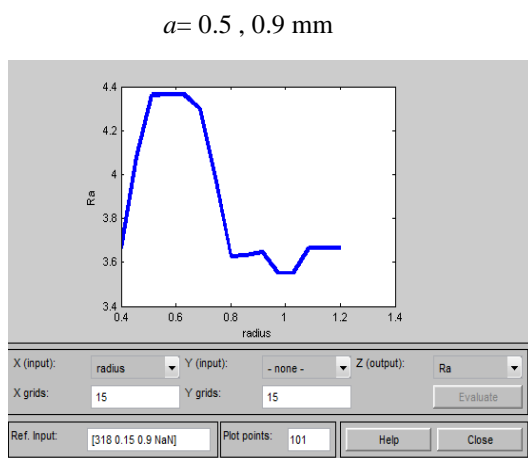


Fig. 7 Effect of tool tip radius on surface roughness while $n = 318, 636 \text{ rpm}$, $f = 0.1, 0.25 \text{ mm/rpm}$, $a = 0.5, 0.9 \text{ mm}$



$a = 0.7 \text{ mm}$ and $n = 477 \text{ rpm}$

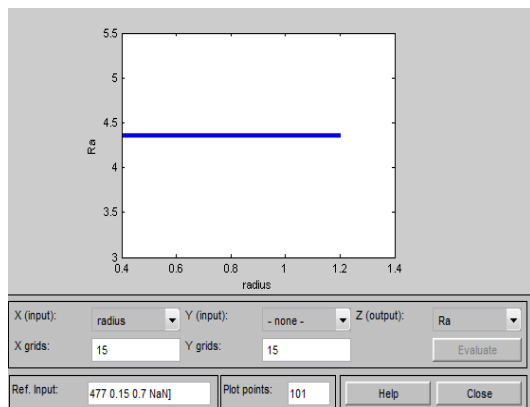


Fig. 8 Effect of tool tip radius on surface roughness while $n = 318, 636 \text{ rpm}$, $f = 0.15 \text{ mm/rpm}$, $a = 0.5-0.9 \text{ mm}$

In Figure 7-8, minimum surface roughness was obtained in the value ranges $n = 318-636 \text{ rpm}$, $f = 0.1-0.25 \text{ mm/rpm}$, $a = 0.5-0.9 \text{ mm}$ value ranges $r = 1-1.2 \text{ mm}$. From these figures, we can say that as the radius of the tool tip increases, the surface roughness generally decreases. No change was observed in the surface roughness even when $n = 477 \text{ rpm}$ and $a = 0.7 \text{ mm}$. That is, $n = 477 \text{ rpm}$ and $a = 0.7 \text{ mm}$ do not affect the roughness.

4. Conclusions

It is possible to reach the following conclusions from all these figures: For minimum surface roughness; 0.8-1.2 mm (degree of [1,2] radius large) of tool tip radius were obtained. And it was observed that the minimum surface roughness was $Ra = 3.41 \mu\text{m}$. In other words, it is possible to say that the degree of roughness is reduced to both the good and the medium by Mamdani's approach. Here, it is possible to make the following inferences as the reasons for the increase in surface roughness in a certain range of values: The radius chosen too large will increase the cutting force, resulting in friction at the cutting edge and poor surface quality; In case the radius is chosen small, too much depth of cut cannot be given, and poor surface quality is obtained due to the wear of the tool only by scraping, Due to the difficult processing of the material at certain intervals at the specified rpm and feed rate, high vibration can be shown as the reason. In other cases, we can say that a good surface quality (minimum surface roughness) is obtained on the material with the most suitable (optimal) tool tip radius determined by models established with fuzzy logic by Mamdani's approach.

This study will contribute to both the manufacturing sector and academic studies in achieving the best results in difficult-to-machine materials such as Co28Cr6Mo on the basis of surface roughness. And the same time, It is an important study on modeling and relation of machining with fuzzy logic.

References

1. Y. Kayır, A. Aytürk, "AISI 316 Ti Paslanmaz Çeliğin İşlenebilirlik Karakteristiklerinin İncelenmesi," *Pamukkale University Journal of Engineering Sciences*, Ankara, 18:61-71, 2012.
2. K. Hashmi, M.A. El Baradie, M. Ryan "Fuzzy-Logic Based Intelligent Selection of Machining Parameters", *Journal of Materials Processing Technology*, Vol. 94, 1999, p. 94-111.
3. C.Y.H. Lim, P.P.T. Lau, S.C. Lim, "The Effects of Work Material on Tool Wear", *Wear*, Vol. 250, 2001, s. 344-348.
4. Özek, M. Sinecen, "Modeling Air Conditioning System Control with Fuzzy Logic", *Pamukkale University Engineering Faculty Journal of Engineering Sciences*, 10(3), 353- 358, 2004.
5. P. Dadone, "Design Optimization of Fuzzy Logic Systems", Doctor of Philosophy in Electrical Engineering, Virginia Polytechnic Institute and State University, 2001.
6. J. M. Mendel, "Fuzzy Logic Systems for Engineering: A Tutorial", *Proceedings of the IEEE*, 83(3), 1995.
7. S.V. Wong, A.M.S. Hamouda, M.A. El Baredie, "Generalized Fuzzy Model For Metal Cutting Data Selection", *Journal of Materials Processing Technology*, Vol. 89-90, 1999, s. 310-317.
8. C. Chungchoo, D. Saini, "On-Line Tool Wear Estimation in CNC Turning Operations Using Fuzzy Neural Network Model", *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, Vol. 42, 2002, s. 29-40.
9. R.X. Du, M.A. Elbestawi, S. Li, "Tool Condition Monitoring in Turning Using Fuzzy Set Theory, *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, Vol. 32/6, 1992, s.781.

10. T. Rajasekaran, K. Palanikumar, B.K. Vinayagam, "Application of fuzzy logic modeling surface roughness of turning CFRP composites using CBN tool", *Springer, Prod. Eng. Res. Devel.*, (2011) 5: 191-199.
11. A.H. Suhail, N. Ismail, S.V. Wong, Abdul, J.N.A. Abdul, "Cutting parameters identification using multi adaptive network based Fuzzy inference system", *An artificial intelligence approach. Sci. Res. Essay*, 6(1): 187-195.
12. T.J. Ko, D.W. Cho, "Estimation of Tool Wear Length in Finish Milling Using a Fuzzy Inference Algorithm, *Wear*, Vol. 169, 1993, s. 97.
13. V. Sharma, P. Kumar, J. Misra, "Cutting force predictive modelling of hard turning operation using fuzzy logic", *Materials Today: Proceedings*, (2020), 740-744, 26.
14. B. Bhasker, N. Seetharamaiah, P. Ramesh Babu, S.K. Gugulothu, "Hydrodynamic Bearing Performance Trade-off Study and Fuzzy Based Multi-objective Optimisation on a Offset Surface Textured Journal Bearing, *Journal of Bio-and Tribo-Corrosion*, (2020), 7:17.
15. S. Rajeswari, P.S. Sivasakthivel, "Optimisation of milling parameters with multi-performance characteristic on Al/SiC metal matrix composite using grey-fuzzy logic algorithm", *Multidiscipline Modeling in Materials and Structures*, (2018), s. 284-305, 14(2).
16. S. Prabhu, Uma M. Uma, B.K. Vinayagam, "Electrical discharge machining parameters optimization using response surface methodology and fuzzy logic modeling", *J Braz Soc Mech Sci Eng.*, 36:637-652, (2014).
17. D. Lipinski, W. Kacalak, B. Balasz, "Optimization of sequential grinding process in a fuzzy environment using genetic algorithms", *J Braz Soc Mech Sci Eng.*, 41:96, 6, (2019).



Applications of Artificial Intelligence in Mechanical Engineering

Ferit Artkin*¹

¹*Kocaeli University, Vocational School of Hereke Asım Kocabiyik, Department of Machinery and Metal Technologies, 41800, Korfez, Kocaeli, Turkey, (ORCID: 0000-0002-8543-6334), artkinf@kocaeli.edu.tr

(1st International Conference on Engineering, Natural and Social Sciences ICENSOS 2022, December 20 - 23, 2022)

(DOI: 10.31590/ejosat.1224045)

ATIF/REFERENCE: Artkin, F., (2022). Applications of Artificial Intelligence in Mechanical Engineering, *European Journal of Science and Technology*, (45), 159-163.

Abstract

Artificial intelligence (AI) technology, as one of the most sophisticated science and technology in today's world, is increasingly being used to production and life, particularly in the manufacturing business. it demonstrates how artificial intelligence technology is used in mechanical manufacturing, namely in defect detection, quality inspection, enhancing workplace safety, and other areas. Artificial intelligence technology is becoming increasingly important in people's lives as it becomes more widely used in people's daily lives, such as the widespread use of smart dishwashers and smart sweepers, which are the products of the fusion of artificial intelligence and the mechanical manufacturing industry. Indeed, artificial intelligence technology has been widely utilized in the mechanical manufacturing business, which not only ensures production precision, but also enhances job productivity and workplace safety. The rise of artificial intelligence has caused significant changes in the manufacturing industry as a whole. Without exception, the manufacturing industry must rely on AI technology to accomplish automation and intelligent development, as well as to improve productivity. Using artificial intelligence to categorize mechanical components, we may propose parts from a based solely on an image or CAD model. To find a necessary component in a machines we must currently browse through a catalogue and be able to discern which part you want based on the available possibilities and your understanding of the catalogue. There are serial numbers to memorize since a single digit or character change might indicate a different sort of part. The algorithm will choose which sections are the best and will significantly facilitate our search.

Keywords: Artificial Intelligence (AI), Machine Learning, Deep Learning, Manufacturing Technologies, Mechanical Engineering.

Makine Mühendisliğinde Yapay Zeka Uygulamaları

Öz

Günümüz dünyasının en gelişmiş bilim ve teknolojilerinden biri olan yapay zeka (AI) teknolojisi, üretimde ve yaşamda, özellikle imalat alanında giderek daha fazla kullanılmaktadır. Yapay zeka teknolojisinin imalat, mekanik kusur tespiti, kalite denetimi, iş yeri güvenliğini artırma ve diğer alanlarda kullanılmaktadır. Yapay zeka teknolojisi, yapay zeka ile mekanik imalat sanayinin füzyonunun ürünleri olan akıllı bulaşık makineleri ve akıllı süpürücülerin yaygınlaşması gibi, insanların günlük yaşamlarında daha yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanmasıyla birlikte, insanların yaşamlarında giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Gerçekten de yapay zeka teknolojisi, yalnızca üretim hassasiyetini sağlamakla kalmayan, aynı zamanda iş üretkenliğini ve iş yeri güvenliğini de artıran mekanik imalat işlemlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Yapay zekanın yükselişi, imalat endüstrisinde bir bütün olarak önemli değişikliklere neden olmuştur. İstisnasız imalat endüstrisi, otomasyonu ve akıllı geliştirmeyi gerçekleştirmenin yanı sıra üretkenliği artırmak için yapay zeka teknolojisine güvenmelidir. Mekanik bileşenleri kategorize etmek için yapay zekayı kullanarak, yalnızca bir görüntüye veya CAD modeline dayalı olarak parçalar üretebiliriz. Bir makinede gerekli bir bileşeni bulmak için şu anda bir kataloğa göz atmamız ve mevcut olanaklara ve katalog anlayışınıza bağlı olarak hangi parçayı istediğinizi ayırt edebilmemiz gerekir. Tek bir rakam veya karakter değişikliği farklı türde bir parçayı gösterebileceğinden, ezberlenmesi gereken seri numaraları vardır. Algoritma hangi bölümlerin en iyi olduğunu seçecek ve aramamızı önemli ölçüde kolaylaştıracaktır.

Anahtar Kelimeler: Yapay Zeka, Makine Öğrenimi, Derin Öğrenme, Üretim Teknolojileri, Makine Mühendisliği.

* Corresponding Author: artkinf@kocaeli.edu.tr

1. Introduction

Artificial intelligence is now the most represented technology in this discipline as a subfield of computer science. By imitating, extending, and increasing human intellect, it seeks to comprehend the nature of intelligence and create equivalent Intelligent robots. Virtual reality technology, emulation technology, and speech recognition technology are just a few of the many ways that artificial intelligence, in general, examines. Artificial intelligence (AI) technology, as one of the most advanced science and technology in the current society, has been applied more and more widely to production and life, and especially in manufacture industry.

There are several ways artificial intelligence (AI) may be used in mechanical engineering. The design and optimization of mechanical systems and parts, such as engines, gears, and bearings, may be automated using AI, for instance. The performance of mechanical systems may also be simulated and analyzed using AI in order to forecast behavior, spot future issues, and suggest changes. AI may also be used to track and manage mechanical systems in real-time, improving their dependability and efficiency. Overall, applying AI to mechanical engineering may assist to increase the effectiveness, dependability, and performance of mechanical systems as well as promote the creation of novel and cutting-edge technologies.

Different ideas have arisen as a result of the advancement of technology, and terms like robots, machines, and learning machines are now often used. Even if these ideas appear to be at odds with one another, they are connected. Humans and even animals possess an inherent intelligence that is now starting to be incorporated into computers and robots. Numerous corporate sectors now employ artificial intelligence extensively, and new applications are being discovered all the time. Artificial intelligence is not being developed to eliminate jobs for people. Its primary goal is to expand already-existing company sectors and perhaps start new business lines. Artificial intelligence conjures up the idea of a human-like electromechanical robot taking the place of people. It is clear that computers will never be able to transmit human creativity, passion, and character in the same way that they can with modern technology. Additionally, it appears that computers may be able to control devices like robots that mimic some physical human actions. They may also be able to serve as the brains of systems that replicate human thought processes in domains like data analysis and medical diagnosis.

In smart applications, the terms artificial intelligence, machine learning, and deep learning are frequently used interchangeably. However, there are distinctions between them. A part of machine learning is called deep learning. All machine learning applications are considered to be examples of artificial intelligence since machine learning is a subset of artificial intelligence that may operate intelligent applications.

A broad field, artificial intelligence encompasses sophisticated and complicated operations. This is why there are several ideas, techniques, and technologies in his field of study. Cognitive computing is the term for intelligent systems that communicate with one another and with humans. These systems learn via interactions with people and the environment around them rather than from explicit programming.

One may argue that the development of artificial intelligence has significantly altered the manufacturing sector as a whole. Without exception, the manufacture sector must rely on AI technology in order to achieve automation, intelligent development, and to better satisfy its demands in the new era of the 4.0 industrial revolution.

2. Material and Method

Learning in human intelligence is comparable to learning in artificial intelligence and learning made possible by neurons. In order to develop digital neurons and artificial neural networks, computer programs were used to replicate how neurons in human intellect function. Artificial intelligence now has the ability to learn by digesting many data and information inputs and to build abilities like issue solving in accordance with the analyses that arise from these data thanks to these newly generated digital neurons and artificial neural networks. Artificial intelligence-enabled machines and robots are not confined to carrying out the duties that are given to them. They are simultaneously capable of making a variety of choices depending on the knowledge they have received from the material accumulating in their memories (Andrew Ng, 2022).

The manner that their algorithms learn is where deep learning and machine learning diverge from one another. Larger datasets may be used since deep learning considerably automates the feature extraction phase of the process and eliminates some of the need for manual human interaction (Khan M.A., 2014).

Although a labeled dataset is not always required for this sort of learning, deep machine learning can benefit from supervised learning, commonly known as labeled datasets. Unstructured data (such text and photos) may be incorporated by deep machine learning, which can also automatically recognize feature sets that separate various data types. We can grow machine learning more interestingly since it doesn't require human interaction to interpret data, unlike machine learning. The acceleration of advancement in fields like computer vision, natural language processing, and speech recognition is mostly attributed to deep learning and neural networks.

Artificial neural networks (ANNs), often known as neural networks, are made up of node layers with an input layer, one or more hidden layers, and an output layer. Each artificial neuron or node is linked to others and has a threshold and weight that go with it. Any top individual node whose output exceeds the predetermined threshold becomes active and transmits information to the following network tier. If not, no data is sent to the following network layer (Valarmathi G., et al., 2021).

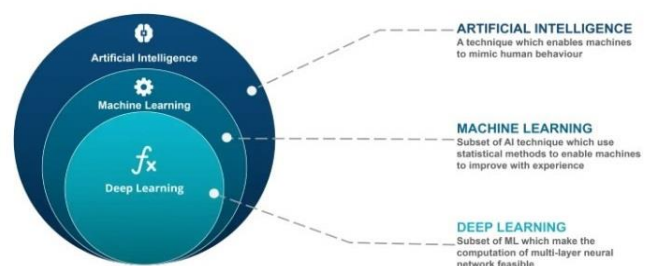


Figure 1. Artificial Intelligence and its subsets.

The depth of layers in a neural network is all that is meant by the "deep" aspect of deep learning. A deep learning algorithm or deep neural network may be thought of as a neural network with more than three layers inputs and outputs. A simple neural network is one that has just two or three layers (Yang J.R., 2019).

Machine learning is the process of developing software that can learn from experience without explicit programming. For example, a program may learn how to interpret a handwritten message from an image or diagnose breast cancer from medical data without being expressly programmed to do so. This also includes programs that can play computer games, stack things, walk, play chess, play go, etc.

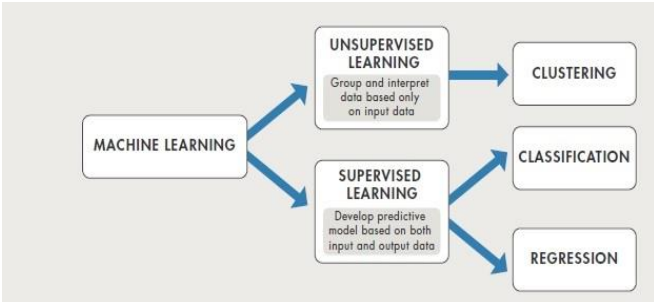


Figure 2. Machine Learning Techniques.

3. Results and Discussion

In addition to providing solutions for various aspects of daily life, artificial intelligence is also utilized for tasks including forecasting, categorization, and clustering. Artificial intelligence investigates the modeling of the human brain and living systems that do their tasks flawlessly. Artificial intelligence technologies often refer to methodologies like expert systems, genetic algorithms, fuzzy logic, artificial neural networks, and machine learning. In addition to these tactics, living things are looked at in order to mimic nature, and comparable clever strategies are recommended. Artificial intelligence optimization strategies employ algorithms like ant colonies, particle swarms, and artificial bees.. What is meant by artificial intelligence in general terms; It is the transfer of human intelligence to machines (computers and software) by modeling physiological and neurological structures such as nervous system, gene structure and natural events (Atalay M., 2017).

Humans have been gradually displaced by machines, and the mechanical manufacturing business has made extensive use of micro-electric technology, computer science, and automation technology. The production of mechanical goods was evolving toward integration. The age of intelligence has arrived in mechanical industry. The fourth industrial revolution involves integrating the internet, big data, cloud computing, the internet of things, and artificial intelligence into the mechanical manufacturing industry as of the beginning of the twenty-first century (Elmas Ç., 2011) (Shirkhorshidi, A. S., et al., 2014).

In summary, artificial intelligence; "Thinking like a human, behaving like a human, thinking rationally and acting rationally (Balaban, M.E., et al., 2015) are computer systems that have the behaviors considered as intelligent by living things, and machine

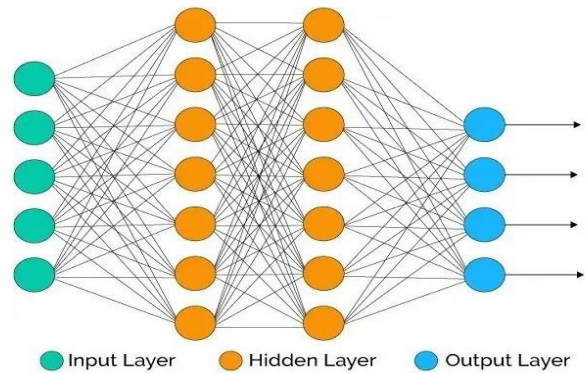


Figure 3. A basic neural network (Valarmathi G., et al., 2021).

learning is accepted as the last stage of artificial intelligence in this sense (Wu A.H., et al., 2019).

3.1. Applications of AI in Engineering

CAD uses artificial intelligence (AI) that typically operates on knowledge-based systems. In CAD, design artifacts, rules, and issues are archived for subsequent use by CAD designers. AI and CAD are combined using model-based reasoning (MBR). Knowledge-based systems are widely used in recent software releases. Generative design is a key area where AI is being used. A generative design tool produces potential designs after receiving design criteria as input. In its 2018 release, SolidWorks offers a topology optimization capability by utilizing several generative design-based algorithms (Bao C.W., et al., 2019).

A project called Dreamcatcher was started by Autodesk and it enables generative design. Engineers can choose a design offered by software using this tool rather than designing through the hit-and-trial approach after observing appropriate trade-offs for any features (Charniak, E., et al., 1985).

There has been a lot of interest in computational fluid dynamics among mathematicians, physicists, and engineers. Direct Numerical Simulation has a much harder time solving fluid mechanics problems because of the turbulence and chaos that are involved (DNS). Reynold's-Averaged Navier-Stokes equation (RANS) and Large Eddy Simulation (LES) are two models that are accessible for approximating flow behavior, and AI has also made its way among them. Academics are becoming more interested in artificial neural networks (ANN) because they have the ability to approximate flows with less processing power, time, and dimensional reduction of issues. Additionally, they exhibit high agreement with conventional CFD models. The difficult part is teaching ANN via several example scenarios. Additionally, using neural networks prevents you from understanding the flow process (Liv J.N., 2018).

In order for engineers to analyze, optimize, and guarantee the quality of the product, the fourth industrial revolution will connect every piece of equipment used in a manufacturing facility and consumer goods. Engineers that can interpret sensor data in-depth will be needed to manage such technological data. Working on software that can manage data given by sensors in components of power plants, industrial facilities, or consumer items will demand mechanical engineers with AI expertise.

Power plant optimization is only one use of data science. Failures can be predicted using data from Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA), preventing any loss of life or money (Jason B., 2018).

Python is the most used programming language for machine learning (ML). R as well as Python are both viable tools for data analysis. The majority of mechanical engineers will employ AI and ML as a component of a tool, such as CAD/CAM or FEA software, or to assist data analysis and decision-making.

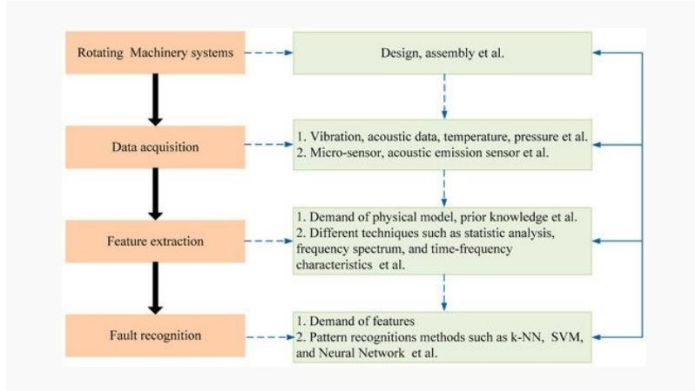


Figure 4. Mechanical Design and AI (Conor McDonald, 2017).

There are several ways artificial intelligence (AI) may be used in mechanical engineering. The design and optimization of mechanical systems and parts, such as engines, gears, and bearings, may be automated using AI, for instance. The performance of mechanical systems may also be simulated and analyzed using AI in order to forecast behavior, spot future issues, and suggest changes. AI may also be used to track and manage mechanical systems in real-time, improving their dependability and efficiency. Overall, applying AI to mechanical engineering may assist to increase the effectiveness, dependability, and performance of mechanical systems as well as promote the creation of novel and cutting-edge technologies.

Using artificial intelligence in engineering for manufacturing, analysis, and design Artificial intelligence and machine learning for robotics, smart materials and material modeling, intelligent damage detection and control optimal mechanical system design Autonomous driving, automated parking, and renewable energy in automobile engineering.

4. Conclusions and Recommendations

As it allows us to glean a great deal of knowledge from unstructured data, the branch of research known as deep learning (artificial intelligence) offers a vast array of potential applications. It is fundamentally just data analysis. Data is available everywhere in the internet era, and if we can effectively extract it, we can do a lot.

There are several potential uses for this area in the realm of mechanical engineering as well. Even though they didn't specialize in computer sciences, it would be beneficial for all engineers interested in data analytics to learn about data science, machine learning, and consider its prospects because practically all studies in deep learning require a domain expert. We will genuinely succeed in our areas if we have domain knowledge and data analysis skills.

The theoretical strategy could be more appropriate if you have a solid understanding of mathematics. Before beginning to study AI, it is important to be familiar with the following areas in mathematics: All the fundamental math, including matrices, vectors, and functions Statistics, probability, and linear algebra Calculus should decide on a technique based on your prior experience (math/coding) and your future research goals.

Designing intelligent tools, gadgets, and systems to improve society's standard of living is the exclusive emphasis of the emerging engineering profession known as artificial intelligence. AI now encompasses a wide spectrum of computer power and massive datasets thanks to the incorporation of machine learning techniques. Designing, managing, and evaluating AI features properly requires an engineering background. Artificial intelligence offers a complete framework and tools for creating machine learning algorithms in a dynamic environment throughout the enterprise-to-edge spectrum. The three pillars of artificial intelligence are human-centric AI, scalable AI, and robust AI.

Machine learning techniques that enable Artificial Intelligence models to operate similarly to human minds and bodies must be developed, programmed, and trained by AI engineers. They don't need to write expert code in a number of programming languages, but they do need to find vast volumes of real-time organized and unstructured data from multiple sources. AI Engineering supports the infrastructure of smart goods and services as well as the development of artificial intelligence. To achieve understandable AI, they must be able to fully communicate the functioning of AI models to collaborators, teams, and stakeholders.

References

- Andrew Ng, 2022, *Convolutional Neural Networks of the Deep Learning Specialization by deeplearning.ai.* (n.d.). Retrieved from Coursera.
- Atalay M., Çelik E., Büyük Veri Analizinde Yapay Zekâ Ve Makine Öğrenmesi Uygulamaları Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi Cilt.9 Sayı.22 2017 - Aralık (s.155-172).
- Balaban, M. E. ve Kartal, E. (2015). *Veri Madenciliği ve Makine Öğrenmesi.* İstanbul: Çağlayan Kitabevi.
- Bao, C.W., Jiang, W. (2019) Exploration and Practice of the Cultivation Scheme of Mechanical Engineering Specialty under the Background of New Engineering Strategy. *Sci-Tech Innovation & Productivity*, 4: 83-85.
- Charniak, E. ve McDermott, D. (1985). *Introduction to Artificial Intelligence.* Boston, MA, USA: Addison-Wesley Series in Computer Science.
- Conor McDonald, *Machine learning fundamentals (I): Cost functions and gradient descent* (2017), Towards data science.
- Elmas, Ç., (2011), *Yapay Zeka uygulamaları.* Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Jason B., *Difference Between a Batch and an Epoch in a Neural Network* (2018), machinelearningmastery.com.
- Khan, M. A., Uddin, M. F. ve Gupta, N. (2014). Seven V's of Big Data understanding Big Data to extract value. Conference of the American Society for Engineering Education, IEEE, DOI: 10.1109/ASEEZone1.2014.6820689, Bridgeport, CT, USA.

- Liu, J.N. (2018) Discussion on Relation between Mechanical Electronic Engineering and Artificial Intelligence. *Journal of Tianjin Vocational Institutes*, 20: 76-79.
- Shirkhorshidi, A. S., Aghabozorgi, S., Wah, T. Y. ve Herawan, T. (2014). *Big Data Clustering: A Review*. B. Murgante vd. (Ed.) *Computational Science and Its Applications – ICCSA 2014, Lecture Notes in Computer Science*, Switzerland: Springer International Publishing.
- Valarmathi G., S.U. Suganthi, V. Subashini, R. Janaki, R. Sivasankari, S. Dhanasekar, CNN algorithm for plant classification in deep learning, *Materials Today: Proceedings*, 46, (2021). doi.or/10.1016/j.matpr.2021.01.847.
- Wu, A.H., Yang, Q.B., Hao, J. (2019) The Innovation and Reform of Higher Education under the Leadership of Emerging Engineering Education. *Research in Higher Education of Engineering*, 1:1-7.
- Yang, J.R. (2019) Study on the Present Status in the Interfusion of AI and Manufacturing Industry. *Journal of Shanghai Electric Technology*, 2: 1-5.



Türkiye'deki İstilacı Hymenopterler

Aysel Kekillioğlu¹, Zekerya Bıçak²

^{1*} Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Nevşehir, Turkey, (ORCID: 0000-0002-5841-9408), ayselkekilioglu@gmail.com

² Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Bölümü, Nevşehir, Turkey, (ORCID: 0000-0003-1200-4001), zekeryabicak@gmail.com

(1st International Conference on Engineering, Natural and Social Sciences ICENSOS 2022, December 20 - 23, 2022)

(DOI: 10.31590/ejosat.1224737)

ATIF: Kekillioğlu, A. & Bıçak, Z. (2022). Türkiye'deki İstilacı Hymenopterler. *European Journal of Science and Technology*, (45), 164-175.

Öz

Turizm, gelişmiş ulaşım ve artan ticaret gibi insan faaliyetleri faunal elemanların dağılım alanları dışındaki habitatlara taşınmasına neden olmakta ve dolayısıyla yerli faunayı etkilemektedir. Bu faaliyetlerle taşınan organizmalar yerli olmayan, egzotik, istilacı veya tramp türler olarak adlandırılır. İstilacı türler, ekosistemi değiştirecek etkiye sahiptirler. Bu çalışmada İstilacı oldukları tespit edilen ve Türkiye'ye ait kayıt bildirilen Hymenopterlerden *Sceliphron curvatum* (Smith 1870), *Tetramorium lanuginosum* (Mayr 1870), *Paratrechina longicornis* (Latreille 1802), *Anoplolepis gracilipes* (F. Smith 1857), *Linepithema humile* (Mayr 1868), *Nylanderia jaegerskioeldi* (Mayr 1904), *Nylanderia vividula* (Nylander 1904), *Cardiocondyla mauritanica* (Forel 1890), *Cardiocondyla emeryi* (Forel, 1881), *Monomorium pharaonis* (Linnaeus 1758), *Monomorium subopacum* (F. Smith 1858), *Pheidole indica* (Mayr 1879), *Pheidole teneriffana* (Forel 1893), *Pheidole megacephala* (Fabricius 1793), *Strumigenys membranifera* (Emery 1869), *Tetramorium bicarinatum* (Nylander 1846), *Hypoconera eduardi* (Forel 1894), *Hypoconera punctatissima* (Roger 1859), *Vespula vulgaris* (Linnaeus, 1758), *Solenopsis geminata* (Fabricius 1804), *Lasius neglectus* (Van Loon, Boomsma & Andrasfalvy, 1990), *Camponotus variegatus* (Smith, F., 1858), *Camponotus compressus* (Fabricius, 1787), *Camponotus maculatus* (Fabricius 1782), *Vespula germanica* (Fabricius, 1793), *Dryocosmus kuriphilus* (Yasumatsu 1951), türlerine ait yapılan bu derlemede, bu türlerin doğal yaşam alanlarına, dağılım bölgelerine, ekolojik etkilerine, Türkiye'deki kayıtlarına değinilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Fauna, Ekoloji, İstila, Insecta, Hymenoptera

Invasive Hymenopters of Turkey

Abstract

Human activities such as tourism, improved transportation and increased trade cause faunal elements to be transported to habitats outside their distribution areas and thus affect the native fauna. Organisms carried by these activities are called non-native, exotic, invasive or tramp species. Invasive species have the effect of changing the ecosystem. In this study, among the Hymenopters that were determined to be Invasive and registered in Turkey; *Sceliphron curvatum* (Smith 1870), *Tetramorium lanuginosum* (Mayr 1870), *Paratrechina longicornis* (Latreille 1802), *Anoplolepis gracilipes* (F. Smith 1857), *Linepithema humile* (Mayr 1868), *Nylanderia jaegerskioeldi* (Mayr 1904), *Nylanderia vividula* (Nylander 1904), *Cardiocondyla mauritanica* (Forel 1890), *Cardiocondyla emeryi* (Forel, 1881), *Monomorium pharaonis* (Linnaeus 1758), *Monomorium subopacum* (F. Smith 1858), *Pheidole indica* (Mayr 1879), *Pheidole teneriffana* (Forel 1893), *Pheidole megacephala* (Fabricius 1793), *Strumigenys membranifera* (Emery 1869), *Tetramorium bicarinatum* (Nylander 1846), *Hypoconera eduardi* (Forel 1894), *Hypoconera punctatissima* (Roger 1859), *Vespula vulgaris* (Linnaeus, 1758), *Solenopsis geminata* (Fabricius 1804), *Lasius neglectus* (Van Loon, Boomsma & Andrasfalvy, 1990), *Camponotus variegatus* (Smith, F., 1858), *Camponotus compressus* (Fabricius, 1787), *Camponotus maculatus* (Fabricius 1782), *Dryocosmus kuriphilus* (Yasumatsu 1951), were examined. In this review, the natural habitats, distribution regions, ecological effects, and records of these species in Turkey were compiled.

Keywords: Fauna, Ecology, Invasive, Insecta, Hymenoptera

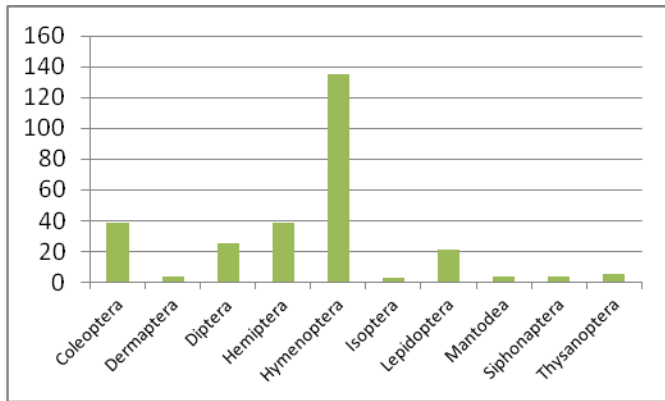
1. Giriş

İnsan faaliyetleri ile bazı türleri bir ekosistemden diğerine, hatta ülkeler ve kıtalar arasında, taşımaktadır. Bu şekilde taşınan yabancı türlerin çok azı yeni ortama uyum sağlar, çok sayıda popülasyon oluşturur ve yayılmaya başlar. Bu başarılı yabancı türler, yeni çevre için büyük bir tehdit oluşturabilmektedir [Fent & Kment 2011]. İnsanlar ve ekosistemler için potansiyel zararlı olabilecek, zararlı organizmaların kendi doğal bölgeleri dışında başka bölgelere taşınması biyolojik çeşitlilik için büyük tehdit oluşturmaktadır [Yıldız vd., 2020]. Turizm, gelişmiş ulaşım ve artan ticaret gibi insan faaliyetleri faunal elemanların dağılım alanları dışındaki habitatlara taşınmasına neden olmakta ve dolayısıyla yerli faunayı etkilemektedir. Bu faaliyetlerle taşınan organizmalar yerli olmayan, egzotik, istilacı veya tramp türler olarak adlandırılır. Genellikle bir yabancı türün yeni yaşam alanı üzerindeki etkisini göstermesi belirli bir zaman alır.

İstilacı türlerin bazı özellikleri arasında yüksek dağılım yeteneği, hızlı büyüme, hızlı üreme, çeşitli gıda türleriyle beslenme ve geniş toleransları sayılabilir [Arslangüdoğdu & Hızal 2019]. Dünya üzerinde yaşayan canlılar içerisindeki en kalabalık grup olan böcekler değişen ortam koşullarına uyum sağlama ile her zaman başarılı olmuşlardır. Doğal yaşam alanlarındaki ekosistemlerde denge halindedir. Ancak buldukları alanlardan başka yerlere taşınmaları durumunda önemli sorunlara neden olabilmektedirler [Hızal vd., 2015].

Türkiye'nin uluslararası ticaretiyle, bitki ve odunsu malzemelerin ithalatı, *Leptoglossus occidentalis* (Heteroptera: Coreidae), *Cydalima perspectalis* (Lepidoptera: Crambidae), *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hymenoptera: Cynipidae) ve *Agilus bilineatus* Coleoptera; Buprestidae) gibi istilacı böcek türlerinin Türkiye'ye girmesine neden olabilir. [Arslangüdoğdu & Hızal 2019].

Riskler ve Yollar Projesi kapsamında yapılan çalışmaya göre, Açık farkla en baskın grup ve dolayısıyla dünyanın çevreye en zararlı istilacı böcek türü, değerlendirilen türlerinin yarısını oluşturan Hymenoptera takımıdır (karıncalar, arılar ve yaban arıları) [Anonim-1 2022].



Şekil 1. Dünyada en fazla çevreye zararlı istilacı böcek takımları. [Anonim-1, 2022]

"İstilacı" karıncalar, insanlarla ilişki kuran ve insan ticareti yoluyla yayılan türlerdir [Wetterer 2012]. Dünya üzerindeki en istilacı olarak kabul edilen 100 organizmadan beşi karıncalardır. İstilacı karınca türleri bu nedenle çok ciddi bir ekolojik risk oluşturur ve dünya çapında, özellikle sıcak bölgelerde çevresel zarardan sorumludur [Klimeš & Okrouhlik 2015]. Türkiye, son

on yılda her yıl ülkeyi ziyaret eden 35 milyondan fazla turistle turizm için önemli bir destinasyondur. Türkiye'nin bir yarımada olarak coğrafi konumu ve gemicilik yoluyla artan iç ve dış ticaret faaliyetleri, ülkeye yerli olmayan karınca türlerinin girmesine neden olmuştur [Karaman & Kiran 2018]

İstilacı türler, küresel değişimin en önemli itici güçleri arasındadır. İstilacı karıncalar, yerel karınca çeşitliliğini azaltarak, diğer eklembacaklıları yerinden ederek, omurgalı popülasyonları olumsuz etkileyerek ve karınca-bitki ortaklığını bozarak ekosistemleri değiştirebilir. [Sarnat et al., 2015]

Forel (1911), insan ticareti yoluyla yayılmış, kozmopolit dağılımlara ulaşmış ya da ulaşma sürecinde olan on beş serseri karınca türü listelemiştir. Bu türlerden sekizi başlıca ekolojik, tarımsal ve/veya ev zararlıları haline geldi: *Anoplolepis gracilipes* (Smith, 1857), *Linepithema humile* (Mayr, 1868), *Monomorium destructor* (Jerdon, 1851) ve *Monomorium pharaonis* (Linnaeus, 1758); , *Paratrechina longicornis* (Latreille, 1802), *Pheidole megacephala* (Fabricius, 1793), *Solenopsis geminata* (Fabricius, 1804) ve *Tapinoma melanocephalum* (Fabricius, 1793) [Wetterer 2010].

Kiran & Karaman (2012) Türkiye'nin karınca faunasının, 10 istilacı türü barındırdığını ifade ederek; *Camponotus variegatus*, *Lasius neglectus*, *Nylanderia jaegerskioeldi*, *N. vividula*, *Cardiocondyla mauritanica*, *Monomorium pharaonis*, *Pheidole megacephala*, *P. teneriffana*, *Strumigenys membranifera* ve *Hypoconera eduardi* türlerini vermiştir.

Borowiec'e (2014) göre Türkiye'den bilinen mevcut istilacı türü sayısı 15'dir. Bu türler; *Cardiocondyla emeryi*, *Cardiocondyla mauritanica*, *Hypoconera eduardi*, *Hypoconera punctatissima*, *Linepithema humile*, *Monomorium pharaonis*, *Monomorium salomonis*, *Monomorium subopacum*, *Nylanderia jaegerskioeldi*, *Nylanderia vividula*, *Paratrechina longicornis*, *Pheidole megacephala*, *Pheidole teneriffana*, *Strumigenys membranifera*, *Tetramorium bicarinatum*. Ancak *Monomorium salomonis*'in dağılımında Türkiye'ye yer vermemiştir. Bunun dışında İstilacı kategoriye almadığı *Anoplolepis gracilipes*, *Camponotus compressus*, *Camponotus maculatus*, *Lasius (Lasius) neglectus* gibi istilacı tür oldukları kabul edilen türlerin dağılımına Türkiye'den kayıt vermiştir.

Bu ciddi zararlı karınca türlerinden dördü (*A. gracilipes*, *L. humile*, *S. geminata*, *M. pharaonis* ve *P. longicornis*) Türkiye'den Borowiec (2014) tarafından kesin yerel kayıtlar olmaksızın rapor edilmiştir. [Kiran & Karaman 2012]

Karaman & Kiran (2018) Türkiye'deki istilacı karınca türlerini, Borowiec (2014) ve AntWeb'i referans alarak Türkiye'nin gerçek istilacı karınca türü sayısını 18 olarak belirtmiştir. Ayrıca yaptıkları çalışmayla bu istilacı türlere bir yenisini olan *Tetramorium lanuginosum* Mayr'ı ekleyerek sayıyı 19'a çıkarmışlardır. Bu türler; *Linepithema humile* (Mayr) *Anoplolepis gracilipes* (F. Smith), *Camponotus compressus* (Fabricius), *Camponotus maculatus* (Fabricius), *Camponotus variegatus* (F. Smith), *Nylanderia jaegerskioeldi* (Mayr), *Nylanderia vividula* (Nylander), *Paratrechina longicornis* (Latreille), *Cardiocondyla mauritanica* (Forel), *Monomorium pharaonis* (Linnaeus), *Monomorium subopacum* (F. Smith), *Pheidole indica* (Mayr), *Pheidole megacephala* (Fabricius), *Strumigenys membranifera* (Emery), *Solenopsis geminata* (Fabricius), *Tetramorium bicarinatum* (Nylander), *Tetramorium lanuginosum* (Mayr), *Hypoconera eduardi* (Forel), *Hypoconera punctatissima* (Roger).

2. Materyal ve Metod

2.1. İstilacı Hymenopterler (Insecta: Hymenoptera)

Karaman ve Kiran (2018) ve Borowiec (2014) tarafından verilen kayıtlar incelendiğinde Türkiye'deki istilacı karıncalar; *Tetramorium lanuginosum* (Mayr 1870), *Paratrechina longicornis* (Latreille 1802), *Anoplolepis gracilipes* (F. Smith 1857), *Linepithema humile* (Mayr 1868), *Nylanderia jaegerskioeldi* (Mayr 1904), *Nylanderia vividula* (Nylander 1904), *Cardiocondyla mauritanica* (Forel 1890), *Cardiocondyla emeryi* (Forel, 1881), *Monomorium pharaonis* (Linnaeus 1758), *Monomorium subopacum* (Smith 1858), *Pheidole indica* (Mayr 1879), *Pheidole teneriffana* (Forel 1893), *Pheidole megacephala* (Fabricius 1793), *Strumigenys membranifera* (Emery 1869), *Tetramorium bicarinatum* (Nylander 1846), *Hypoconera eduardi* (Forel 1894), *Hypoconera punctatissima* (Roger 1859), *Solenopsis geminata* (Fabricius 1804), *Camponotus variegatus* (Smith 1858), *Camponotus compressus* (Fabricius 1787), *Camponotus maculatus* (Fabricius 1782), dan oluşmaktadır. Bu türlerle çalışmamızda *Lasius neglectus* eklenmiştir.

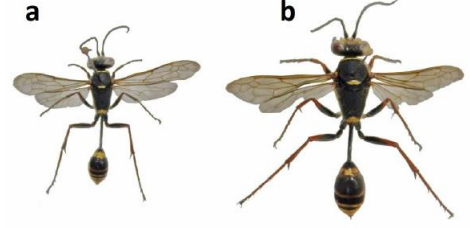
The Global Invasive Species Database (GISD)'e göre Formicidae dışındaki İstilacı Hymenopterler *Apis mellifera scutellata* (Apidae), *Polistes chinensis antennalis* (Vespidae), *Quadrastichus erythrinae* (Eulophidae), *Radumeris tasmaniensis* (Scoliidae), *Sirex noctilio* (Siricidae), *Vespa velutina nigrithorax* (Vespidae), *Vespula germanica* (Vespidae), *Vespula pensylvanica* (Vespidae), *Vespula vulgaris* (Vespidae), olarak belirtilmiştir [Anonim-2, 2022].

Türkiye'de karıncalar dışındaki İstilacı Hymenopterlere *Sceliphron curvatum* (Smith 1870), *Vespula vulgaris* (Linnaeus, 1758), *Vespula germanica* (Fabricius, 1793), *Dryocosmus kuriphilus* (Yasumatsu 1951) türleri çalışmamızda dahil edilmiştir

2.1.1 *Sceliphron curvatum* (Smith 1870), (Hymenoptera: Sphecidae)

Ekofauna: *Sceliphron curvatum* Asya kökenli olup Asya'nın dağlık bölgelerine (Kuzey Hindistan, Nepal, Pakistan, Kazakistan vb.) özgüdür. Tip lokalitesi Hindistan'dır. Orta büyüklükte, yalnız yaşayan bir yaban arısıdır. Yuvalarını genellikle evlerin ve binaların tavan, duvar, dolap, kitap gibi çeşitli yerlerine yaparlar. Yuva yapmak, *Sceliphron* yaban arılarının ana faaliyetlerinden biridir. Yuvalar örümceklerle doludur. Dişiler felçli örümcekleri av olarak yuvaya taşırlar ve sonra yumurtalarını bırakırlar. Yuvalardan çıktıklarında deliğin ağzını kapatırlar. Yumurtadan çıkan larvalar avı yiyerek büyür ve yetişkin olurlar. Bu yaban arıları yırtıcı oldukları için avladıkları böcek ve örümcek popülasyonunun kontrolünü de sağlarlar. Böylece doğanın biyolojik dengesine katkıda bulunurlar. *S. curvatum* saldırgan değildir; zarar görmezse sokmaz. Tüm Avrupa'ya yayılmıştır [Ertürk & Taş 2021]. Gülmez & Can (2015) tarafından Türkiye'de ilk *Sceliphron curvatum* yetişkin yaban arıları, 2010–2013 yılları arasında Amasya, Kocaeli, Samsun ve Tokat illerinde kayıt edilmiştir. Türkiye'nin kuzeyinde Karadeniz kıyılarına ve Orta Karadeniz Bölgesi'ne yakın dağılım gösterdiği görülmektedir. Bu tür muhtemelen Rusya ve Ukrayna'dan gemilerle gelen yüklerle pasif olarak bu limanlara taşınmış olabilir.

Avrupa ve Akdeniz Bölgesinde dağılışı: Avrupa'da ilk kez 1979'da Avusturya'nın güneydoğusundaki bir köyde (Grätsch) kaydedilmiştir, Slovenya, İtalya, Macaristan, Hırvatistan, Sırbistan, Karadağ, İsviçre, Fransa, Almanya, Yunanistan, Slovakya, Çek Cumhuriyeti, Bulgaristan, Romanya, Balear Adaları, İspanya, Hollanda, Polonya, Türkiye, Ukrayna ve Rusya. [Gülmez & Can 2015]



Şekil 2. (a.) Erkek *Sceliphron curvatum*, (b.) Dişi *Sceliphron curvatum* [Gülmez & Can 2015]

2.1.2. *Tetramorium lanuginosum* Mayr (Hymenoptera: Formicidae)

Ekofauna: *Tetramorium lanuginosum* aslen Java, Endonezya'da tanımlanmıştır [Wetterer 2010]. Sonraki çalışmalarda bu türün Hint kökenli olduğu sonucuna varılmıştır. Tropikal ve subtropikal Doğu Asya, kuzey Avustralya ve batı Okyanusya'ya özgüdür. Türkiye'nin bir yarımada olarak coğrafi konumu ve gemicilik yoluyla artan iç ve dış ticaret faaliyetleri, ülkeye yerli olmayan karınca türlerinin girmesine neden olmuştur. *Tetramorium lanuginosum*'un ilk lokalite kayıtları Türkiye'de Antalya-Alanya bölgesinden Karaman & Kiran (2018) tarafından verilmiştir.

Avrupa ve Akdeniz Bölgesinde dağılışı: Mısır, İngiltere, İsrail, Lübnan, Libya, Malta, Hollanda, İspanya, Tunus ve Suudi Arabistan, Türkiye. [Karaman & Kiran 2018]



Şekil 3. *Tetramorium lanuginosum* Baş ve Yandan görünüş. [Wetterer 2010]

2.1.3. *Paratrechina longicornis* (Latreille 1802) (Hymenoptera: Formicidae)

Ekofauna: Indomalaya kökenlidir. *Çılgın karınca* Gün boyunca, özellikle en yüksek sıcaklık döneminde aktiftir. Düzensiz ve hızlı hareket ederler. Saldırgan değildir. Diğer karıncaları ve omurgasızları yerinden etme yeteneğine sahiptir. Çılgın karıncalar, hem çok kuru hem de oldukça nemli ortamlarda yaşayarak, değişken ortamlara son derece uyumludur ve büyük zarar verebilir. Evlerde yaygın olarak görülen haşere karıncalarıdır ve insan yerleşimlerinin iç ve yakın çevresine özel olarak adapte olmuş görünmektedirler. Bitki ve ağaç kovukları, çürümüş ağaç, çöp, moloz, toprak gibi yerlerde yuva yaparlar. Canlı ve ölü böcekler, tohumlar, meyveler, bitki salgıları ve birçok ev gıdası ile beslenirler [Salata 2019, Anonim-3 2022]. Karaman & Kiran (2018) tarafından Türkiye'de *Paratrechina longicornis*'e ait ilk lokalite kayıtları ise Antalya-Alanya ve Adana'dan tarafından verilmektedir.

Avrupa ve Akdeniz Bölgesinde dağılım: Cezayir, Azor Adaları, Balear, Belçika, Kanarya Adaları, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Mısır, İngiltere, Estonya, Fransa, Hollanda, Almanya, Cebelitarık, Yunanistan, İran, Irak, İsrail, İtalya, Lübnan, Libya, Malta, Fas, Suudi Arabistan, İspanya, İsveç, İsviçre, Suriye ve Birleşik Arap Emirlikleri, Türkiye, Yemen.[Karaman & Kiran 2018, Borowiec 2014, Salata 2019]



Şekil 4. *Paratrechina longicornis* Baş ve Yandan görünüş.
[Karaman & Kiran 2018]

2.1.4. *Anoplolepis gracilipes* (F. Smith 1857) (Hymenoptera: Formicidae)

Ekofauna: Güneydoğu Asya kökenlidir. Sarı çılgin karınca, dünyanın en istilacı 100 türünden biridir. Türler çeşitli insan faktörü yollarla küresel olarak dağılmıştır. Sarı çılgin karıncanın agresif yiyecek arama alışkanlıkları ve çok sayıda olması nedeniyle, yerel 'kilit taşı' türleri yok etme potansiyeline sahiptir, ekosistem ve endemik türler üzerinde olumsuz etkilere neden olur. Yerli omurgasız topluluklara ve daha küçük omurgalılara zarar verir ve doğal ekosistem yapısını değiştirir. Ayrıca kırmızı kara yengeci (*Gecarcoidea natalis*) popülasyonlarını da yok ettikleri tespit edilmiştir. *Anoplolepis gracilipes* tipik olarak açık havada toprakta, kayaların altında, ağaç oyuklarında ve yaprak çöplerinin altında yuva yapar. Bu tür Hint Okyanusu ve Pasifik Okyanusu adalarında bol miktarda bulunur [Lowe et al., 2020, Csurhes & Hankamer 2012, Lee 2022, Anonim-4 2022]. Materyal eksikliği Türkiye *A. gracilipes* kaydında görülmektedir. Bu nedenle türün Türkiye'deki varlığı şüphelidir. Borowiec & Salata (2012) yaptıkları çalışmada *Anoplolepis gracilipes* ile ilgili Türkiye'den kayıt bildirirken, Salata et al., (2019) *Anoplolepis gracilipes* ile ilgili Türkiye'den kayıt bildirmemiştir. Kiran & Karaman (2020) yaptıkları çalışmayla *Anoplolepis gracilipes* Türkiye karınca faunasından çıkardı.

Avrupa ve Akdeniz Bölgesinde dağılışı: Azorlar; Türkiye; Birleşik Arap Emirlikleri [Karaman & Kiran 2018, Borowiec 2014, Borowiec & Salata 2012]



Şekil 5. *Anoplolepis gracilipes* [Csurhes & Hankamer 2012]

2.1.5 *Linepithema humile* (Mayr 1868) (Hymenoptera: Formicidae)

Ekofauna: Arjantin, Brezilya, Paraguay, Uruguay gibi Güney Amerika kökenli Neotropik bölgeye özgüdürler. Arjantinli karınca *Linepithema humile*, dünyanın birçok yerinde önemli bir zararlıdır. Dünya çapında önemli bir istilacı türdür. 1800'lerin sonlarından itibaren, başta Afrika, Avustralya, Yeni

Zelanda ve Japonya'ya dağılmışlardır. Güneydoğu ABD gibi daha nemli subtropikal bölgelerde, *L. humile* kentsel alanların dışına nadiren hakimdir. Ilıman bölgelerde, *L. humile* neredeyse tamamen bir ev zararlısıdır. Akdeniz iklimi olan bölgelere olmak üzere insan ticari faaliyetleri nedeniyle yayılmaktadırlar. Artık Antarktika ve bazı Okyanus adaları dışında tüm kıtalarda bulunuyorlar. Bu türün yerel karınca türleri ile rekabet edebildiği ve geniş alanlardaki popülasyonları tahrip edebildiği tespit edilmiştir. Dünyanın dört bir yanındaki yerli karınca türlerini yerinden ederek karınca biyoçeşitliliğinde azalmaya ve bozulmaya neden olur. Ayrıca *L. humile*, Hemiptera popülasyonlarını arttıran önemli bir tarımsal zararlıdır [Anonim-5 2022, Wetterer & Ark 2009]. Salata et al., (2019) tarafından Dağılışında Türkiye'den kayıt belirtilmiştir, ancak lokalite bilgisi bulunamamıştır.

Avrupa ve Akdeniz Bölgesinde dağılışı: Cezayir, Avusturya, Belçika, Bulgaristan, Çek Cumhuriyeti, Fransa, Almanya, Cebelitarık, İrlanda, İtalya, Malta, Monako, Fas, Hollanda, Polonya, Portekiz, Sırbistan, İspanya, Türkiye, Birleşik Arap Emirlikleri, Yemen. [Karaman & Kiran 2018, Borowiec 2014, Salata et al., 2019, Borowiec & Salata 2012]



Şekil 6. *Linepithema humile* Baştan ve Yandan görünüş.
[Wetterer et al., 2009]

2.1.6. *Nylanderia jaegerskioeldi* (Mayr 1904) (Hymenoptera: Formicidae)

Ekofauna: Bu tür Afrika kökenlidir (Afrotropic) ve Güney Afrika'dan doğuda Arap Yarımadası'na ve batıda Kanarya Adaları'na dağılmıştır. Açık, kurak ve güneşli habitatlarla ilişkilidir. Yuvalar genellikle otların büyüdüğü büyük beton levhaların altına veya kaldırım taşlarının altına yapılır. Kaldırım taşları ve çimlerin sınırında yuva girişleri bulunur. Bu Karıncalar agresiftir, işgal edilen alandaki tüm yerli türleri ortadan kaldırır [Salata et al., 2019, Gómez 2017]. Karaman & Kiran (2012) tarafından Türkiye'den Mersin Adana Şanlıurfa illerinden kayıt bildirilmiştir.

Avrupa ve Akdeniz Bölgesinde dağılışı: Mısır, İsrail, Libya, Umman, Suudi Arabistan, İspanya, Türkiye, Birleşik Arap Emirlikleri, Yemen.[Karaman & Kiran 2018, Borowiec 2014, Salata et al., 2019, Lowe et al., 2000, Borowiec & Salata 2012].



Şekil 7. *Nylanderia jaegerskioeldi* Yandan görünüş.[Salata et al., 2019]

2.1.7. *Nylanderia vividula* Nylander 1904 (Hymenoptera: Formicidae)

Ekofauna: Kuzey Amerika kökenlidir (Nearktik). Çimlerde, kaldırımların çimenliklerinde veya parkların taş duvarlarında yuva yapar. Plajlar, parklar, ekin tarlaları ve benzeri habitatlar dahil olmak üzere açık, genellikle bozulmuş habitatlarla ilgili bir tür olarak nitelendirilir [Salata et al, 2019]. Türkiye'den Donisthorpe, H. (1950a) tarafından Malatya Fırat yakınlarından ve İstanbul Yeşilköy'den kayıt bildirilmiştir

Avrupa ve Akdeniz Bölgesinde dağılışı: Hırvatistan, Mısır, Büyük Britanya, İran, İrlanda, İsrail, Rusya, Sırbistan, İspanya, İsveç, Türkiye, Ukrayna, Birleşik Arap Emirlikleri, Yemen.[Karaman & Kiran 2018, Kiran & Karaman 2012, Borowiec 2014, Salata et al., 2019, Borowiec & Salata 2012]



Şekil 8. *Nylandria vividula* Yandan görünüş.[Salata et al., 2019]

2.1.8. *Cardiocondyla mauritanica* (Forel 1890) (Hymenoptera: Formicidae):

Ekofauna: Mediterranean Kökenlidir (Palearctic). Nemli habitatlarda, küçük taşların altında, kumlu toprağa sığ bir şekilde yuvalanır. Her zaman su kaynağına yakın, çoğunlukla güneşli yerlerde bulunur. Karıncalar bütün gün aktiftir, çoğu alacakaranlıkta yakalanır. Özellikle yemek artıklarının veya böcek cesetlerinin yakınında bulunur [Salata et al., 2019]. Türkiye'den Kayseri, Kayseri; İncesu, Mersin; Silifke'den (Seifert 2003) kayıt bildirmiştir.[Kıran & Karaman 2012]

Avrupa ve Akdeniz Bölgesinde dağılışı: Mısır, Irak, İran, İsrail, İtalya, Ürdün, Libya, Malta, Fas, Umman, Portekiz, İspanya, Tunus, Türkiye, Ukrayna, Birleşik Arap Emirlikleri, Yemen.[Karaman & Kiran 2018, Kiran & Karaman 2012, Borowiec 2014, Salata et al., 2019, Borowiec & Salata 2012]



Şekil 9. *Cardiocondyla mauritanica* Yandan görünüş. [Salata et al., 2019]

2.1.9. *Cardiocondyla emeryi* (Forel, 1881) (Hymenoptera: Formicidae)

Ekofauna: İnsan ticaretiyle dağılan başarılı bir kozmopolit istilacı türdür. Borowiec (2014) Türkiye'den kayıt belirtmiştir. Ancak lokalite bilgisi bulunamamıştır. Seifert (2003) dağılımında Türkiye'ye yer vermemiştir.

Avrupa ve Akdeniz Bölgesinde dağılışı: Mısır, Fransız anakara, İran, İsrail, İtalya, Libya, Fas, Umman; Suudi Arabistan, İspanya, İsviçre, Suriye, Türkiye, Birleşik Arap Emirlikleri, Yemen.[Borowiec 2014]

2.1.10. *Monomorium pharaonis* (Linnaeus 1758) (Hymenoptera: Formicidae)

Ekofauna: Indomalaya kökenlidir (Tropikal Asya, Hint-Pasifik, Güney ve Güneydoğu Asya'nın büyük kısmı ve Doğu Asya'nın güney bölgeleri). *Firavun karıncaları*, Seralarda veya gıda kalıntıları açısından zengin sıcak binalarda (hayvanat bahçeleri, botanik bahçeleri, hastaneler) yaygındır. Saldırgandır, genellikle işgal edilen alandaki diğer böcekleri yok eder. İç mekanlarda hemen hemen her yerde bulunabilir (ışık prizleri, saksı bitkileri ve duvar çatlakları). Sıklıkla insan yapılarının içinde yuva yapar. Yerel türleri kentsel ortamların dışına nadiren yer değiştirir. Dünyanın birçok yerleşim bölgesinde bir haşeredir. Evlerde, bakkalarda veya restoranlarda yuva yaptığında genellikle halkın başına bela olur. Genellikle hastanede yatan hastaları enfekte eden belirli insan bakteriyel patojenlerinin bulaşması için bir vektör olduğu için hastanelerdeki varlığı endişe vericidir.[Salata et al. 2019, Anonim-6 2022]. Türkiye'den İzmir'den (Forel 1911), Edirne'den (Aktaş & Kiran 2006, Kiran & Karaman 2012) kayıt bildirmiştir.

Avrupa ve Akdeniz Bölgesinde dağılışı: Arnavutluk, Cezayir, Ermenistan, Avusturya, Belçika, Britanya, Bulgaristan, Hırvatistan, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Mısır, Estonya, Finlandiya, Fransa, Gürcistan, Almanya, Macaristan, İran, İrlanda, İsrail, İtalya, Letonya, Litvanya, Lüksemburg, Makedonya, Moldova, Karadağ, Fas, Hollanda, Kuzey İrlanda, Polonya, Portekiz, Romanya, Rusya, Suudi Arabistan, Sırbistan, Slovakya, Slovenya, İspanya, İsveç, İsviçre, Türkiye, Ukrayna. [Karaman & Kiran 2018, Borowiec 2014, Salata et al., 2019, Borowiec & Salata 2012]



Şekil 10. *M. pharaonis* Yandan görünüş. [Salata et al., 2019]

2.1.11. *Monomorium subopacum* (F. Smith 1858) (Hymenoptera: Formicidae)

Ekofauna: Açık, kurak ve güneşli habitatlarla ilişkilidir. Düz taşların altında, kayalarda veya çöpte yuva yapar. Toprakta çok sığ yerlerde yaşar. İşçiler yemek artıklarının veya hayvan cesetlerinin yakınında toplanır. Gün boyunca, özellikle sıcaklığın en yüksek olduğu dönemde aktiftir. Salata et al., (2019) dağılımında Türkiye'den kayıt belirtmiştir, ancak lokalite bilgisi bulunamamıştır.

Avrupa ve Akdeniz Bölgesinde dağılışı: Cezayir, Mısır, Gürcistan, İran, İsrail, İtalya, Lübnan, Libya, Malta, Fas, Umman, Portekiz, Suudi Arabistan, İspanya, Suriye, Tunus, Türkiye, Birleşik Arap Emirlikleri, Yemen. [Karaman & Kiran 2018, Kiran & Karaman 2012, Salata et al., 2019, Borowiec & Salata 2012]

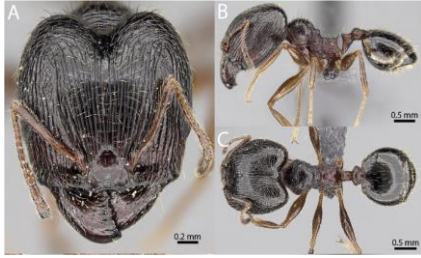


Şekil 11. *Monomorium subopacum* Yandan görünüş.[Salata et al, 2019]

2.1.12. *Pheidole indica* (Mayr 1879) (Hymenoptera: Formicidae)

Ekofauna: Indoaustralia (**Avustralasya**) kökenlidir. Hindistan'da tanımlanmıştır. Antropojenik habitatlarla yakından ilişkili türlerdir. Yuvalarını genellikle güneşli ve kurak yerlerde, taşların veya kaldırım taşlarının altında yaparlar. Yiyecek kalıntıları ve hayvan cesetleri bakımından zengin yerlerde bol miktarda bulunur. Asya'da *P. indica*'nın açık ve kuru habitatlarda toprakta veya taşların altında yuva yaptığı bilinmektedir. Ne tarım ne de yerel ekosistemler için zararlı görülmemektedir. [Sarnat et al., 2015, Salata et al., 2019] Salata et al., (2019) dağılışında Türkiye'den kayıt belirtmiştir, ancak lokalite bilgisi bulunamamıştır.

Avrupa ve Akdeniz Bölgesinde dağılışı: Mısır, İran, İsrail, İtalya, Sicilya, Malta, Portekiz, Suudi Arabistan, İspanya, Türkiye, Birleşik Arap Emirlikleri, Yemen. [Karaman & Kiran 2018, Salata et al., 2019]



Şekil 12. *Pheidole indica*. A-Baş B-yandan C-dorsal görünüm. [Sarnat et al., 2015]

2.1.13. *Pheidole teneriffana* (Forel 1893) (Hymenoptera: Formicidae)

Ekofauna: Afrotropik bir kökene sahiptir. Bahçelerde, ağaçlarda, kaldırımlarda, yol kenarında, taşların altında bulunur. Türkiye'den Antalya, Hatay, İzmir bölgelerinden kayıt bildirilmiştir. İzmir'den (Forel 1911) kayıt bildirmiştir.

Avrupa ve Akdeniz Bölgesinde dağılışı: Mısır; Yunanistan: Ege Adası, Girit, On İki Ada, İyon Adası, İran, İsrail, İtalya: Sicilya, Malta, Portekiz, Suudi Arabistan, İspanya, Türkiye, Birleşik Arap Emirlikleri, Yemen. [Kiran & Karaman 2012, Borowiec 2014, Kiran & Karaman 2020, Borowiec & Salata 2012, Anonim-7 2022]



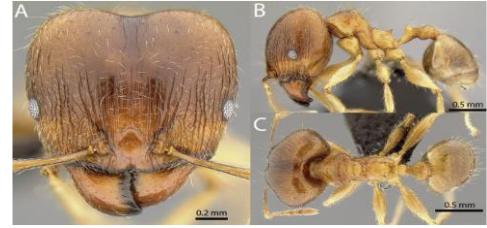
Şekil 13. *Pheidole teneriffana*. Yandan görünüm. [Anonim-7 2022]

2.1.14. *Pheidole megacephala* (Fabricius 1793) (Hymenoptera: Formicidae)

Ekofauna: Kamerun bölgesine ait, Afrotropik bir kökene sahiptir. Dünyanın en kötü 100 istilacı türünden biridir. Büyük başlı olup son derece yıkıcı kozmopolit bir türdür. Aslen Afrika kökenli olan *Pheidole megacephala*, birçok tropikal ve subtropikal bölgede yaygın bir ev ve tarım zararlısı haline gelmiştir. *Pheidole megacephala* diğer karınca türlerine karşı

saldırgan olup yerli karınca faunaları acımasızca yok ettiği ve değiştirdiği tespit edilmiştir. Böcekçil kuşların azalmasında ve yok olmasında dolaylı ama çok önemli bir rol oynadığı, elektrik tellerine, iletişim kablolarına ve sulama borularına zarar verdikleri tespit edilmiştir. *Pheidole megacephala*, Hemiptera popülasyonlarını artırarak ananas, şeker kamışı, muz, kahve ve hindistancevizi dahil olmak üzere birçok üründe önemli bir tarımsal zararı olur [Wetterer 2012, ve Sarnat et al., 2015, Anonim-8 2022]. Türkiye'den Donisthorpe, H. (1950a) tarafından, Türkiye'nin batısı, İzmir, Denizli, Anadolu'nun güney sahili Antalya'dan kayıt bildirilmiştir. [Kiran & Karaman 2012]

Avrupa ve Akdeniz Bölgesinde dağılışı: Cezayir, Hırvatistan, Mısır, Fransa, Yunanistan, İtalya, Fas, İspanya, Türkiye. [Wetterer 2012, Karaman & Kiran 2018, Sarnat et al., 2015, Borowiec 2014, Lowe 2000, Borowiec & Salata 2012]



Şekil 14. *Pheidole megacephala*. A-Yüz B-Yan C-Dorsal görünüm. [Sarnat et al., 2015]

2.1.15. *Strumigenys membranifera* (Emery 1869) (Hymenoptera: Formicidae)

Ekofauna: Afrotropik bir kökene sahiptir. Çoğunlukla Collembola ile beslenen yırtıcı karıncalardır. Hem nemli ormanlarda hem de orta derecede kuru, açık ekili tarlalarda açık havada çürüyen kütüklerde ve toprakta yuvalanırlar. Salata et al., (2019) dağılışında Türkiye'den kayıt belirtmiştir, ancak lokalite bilgisi bulunamamıştır.

Avrupa ve Akdeniz Bölgesinde dağılımı: Mısır, Fransa, İsrail, İtalya, Malta, İspanya, Tunus, Türkiye. [Kiran & Karaman 2012, Borowiec 2014, Salata et al., 2019]



Şekil 15. *Strumigenys membranifera* yandan görünüm. [Salata et al., 2019]

2.1.16. *Tetramorium bicarinatum* (Nylander 1846) (Hymenoptera: Formicidae)

Ekofauna: *Tetramorium bicarinatum*, Indomalaya kökenlidir (Hint-Pasifik, Güney ve Güneydoğu Asya'nın büyük kısmı ve Doğu Asya'nın güney bölgeleri) ve dünyanın en yaygın karınca türlerinden biri olarak kabul edilmektedir. Dünya çapında tüm tropik ve subtropik bölgelerde dağılmıştır. Tarım zararlısı olarak belirtilmiştir [Salata et al., 2019, Gómez 2017]. Avrupa'da çoğunlukla seralarda veya binalarda tespit edilmiştir. Salata et al., (2019) Dağılışında Türkiye'den kayıt belirtmiştir, ancak lokalite bilgisi bulunamamıştır.

Avrupa ve Akdeniz Bölgesinde dağılışı: Cezayir, Avusturya, Belçika, Mısır, Almanya, Macaristan, İsrail, Hollanda, İsveç, Türkiye, Birleşik Arap Emirlikleri, Birleşik Arap Emirlikleri, Yemen.[Karaman & Kiran 2018, Borowiec 2014, Salata et al., 2019, Gómez 2017]



Şekil 16. *Tetramorium bicarinatum* Baş ve Yandan görünüş.[Gómez 2017]

2.1.17. *Hypoponera eduardi* (Forel 1894) (Hymenoptera: Formicidae)

Ekofauna: Paleartik bölge (Mediterranean) Kökenlidir. Karanlık ve nemli, odunsu, doğal ve antropojenik habitatlarla ilişkili olan toprak türleridir. Yuvalar her zaman suya yakın, ıslak toprakta bulunan yassı taşların altındadır. Agresif değil. Yakalandığında çoğunlukla ölü taklidi yaparlar [Salata et al., 2019]. Türkiye'de Adana, Burdur, Denizli, Hatay, İstanbul, İzmir, Kırklareli bölgelerinden kayıt bildirilmiştir. İstanbul ve Hatay'dan (Bolton & Fischer 2011); Kırklareli'den (Gjonova & Kiran 2012); İzmir, İstanbul ve Denizli'den (Donisthorpe 1950a); Hatay'dan (Donisthorpe 1950d) kayıt bildirmiştir.

Avrupa ve Akdeniz Bölgesinde dağılışı: Cezayir, Bosna Hersek, Bulgaristan, Hırvatistan, Fransa, Gürcistan, İsrail, İtalya, Kuzey Makedonya, Malta, Karadağ, Fas, Portekiz, Suudi Arabistan, Sırbistan, İspanya, İsveç; Türkiye, Ukrayna, Birleşik Arap Emirlikleri, Yemen. [Karaman & Kiran 2018, Kiran & Karaman 2012, Borowiec 2014, Salata et al., 2019, Borowiec & Salata 2012, Bolton & Fischer 2011, Gjonova & Kiran 2012]



Şekil 17. *Hypoponera eduardi* Yandan görünüş.[Salata et al., 2019]

2.1.18. *Hypoponera punctatissima* (Roger 1859) (Hymenoptera: Formicidae)

Ekofauna: Paleartik bölge kökenli olup Tüm tropical subtropical bölgelere yayılmıştır. Orta Avrupadaki tüm ülkelerde bilinmektedir. Dünyanın en başarılı istilacı türlerindedir. Çeşitli çürüyen organik yığınların, höyüklerin içinde, kentsel alandaki park çayırlarındaki açık ve güneşe maruz kalan alanlarda, kentsel alandaki taş döşeli alanda, bataklıkta, meyve bahçesinde ve kum ve çıplak bir granit kaya üzerinde kuru sıcak otlakta görülmüştür. Açık habitatlarda, yuvalar her zaman açık ve güneşe maruz kalan yerlerde yapılır [Borowiec & Salata 2022]. Salata et al., (2019) Dağılışında Türkiye'den kayıt belirtmiştir, ancak lokalite bilgisi bulunamamıştır.

Avrupa ve Akdeniz Bölgesinde dağılışı: Andorra, Ermenistan, Avusturya, Belçika, Britanya, Bulgaristan, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Mısır, Finlandiya, Fransa, Almanya, Macaristan, İrlanda, İsrail, İtalya, Libya, Lüksemburg, Malta,

Fas, Hollanda, Norveç, Umman, Polonya, Portekiz, Romanya, Suudi Arabistan, Sırbistan, Slovakya, İspanya, İsveç, İsveçre, Tunus, Türkiye, Ukrayna, Birleşik Arap Emirlikleri, Yemen.[Karaman & Kiran 2018, Borowiec 2014, Salata et al., 2019, Borowiec & Salata 2012, Bolton & Fischer 2011, Borowiec & Salata 2022]



Şekil 28. *Hypoponera punctatissima* Yandan görünüş. [Bolton & Fischer 2011]

2.1.19. *Solenopsis geminata* (Fabricius 1804) (Hymenoptera: Formicidae)

Ekofauna: Güney ve Orta Amerika'ya özgüdür ve dünyanın birçok yerine yayılmıştır. "Ateş karıncası", yalnızca sıcak ve kurak bölgelerde yaşadığı için "sıcak iklim uzmanı" olarak sınıflandırılır. Çim tohumlarını toplar, onları büyük yuvalarındaki "tahıl ambarlarında" depolar. Ayrıca, eklem bacaklılarla beslenirler. Genellikle açık alanları işgal eder, ancak sıcak iklimlerde kahve ve şeker kamışı tarlaları gibi insan altyapısını ve tarım sistemlerini kolayca kolonize edebilir. Zehirli bir iğneye sahiptir. Bilinen en büyük tehditleri, acı verici iğnesi ve bal özü üreten böceklerle ilgilenmesinden kaynaklanan mahsul hasarının ekonomik kayıplardır. *Solenopsis geminata*'nın yerli kelebek yumurtaları ve larva popülasyonlarını azalttığı bilinmektedir. Yerli karınca popülasyonlarını yerinden etme potansiyeline sahiptir. Türkiye'deki kaydı tartışmalıdır. [Jimoh & Ark.2021, Salata et al., 2019, Anonim-9 2022]. Borowiec & Salata 2012 yaptıkları çalışmada *Solenopsis geminata* ile ilgili Türkiye'den kayıt bildirirken, Salata et al., (2019) *Solenopsis geminata* ile ilgili Türkiye'den kayıt bildirmemiştir. Kiran & Karaman (2020) yaptıkları çalışmayla türü de Türkiye karınca faunasından çıkardı.

Avrupa ve Akdeniz Bölgesinde dağılışı: Kıbrıs, İtalya anakarası, Birleşik Arap Emirlikleri ve Yunanistan.[Karaman & Kiran 2018, Salata et al., 2019, Kiran & Karaman 2020, Borowiec & Salata 2012, Jimoh & Ark.2021, Anonim-9]



Şekil 19. *Solenopsis geminata* Yandan görünüş.[Anonim-9]

2.1.20. *Lasius neglectus* (V. L., Boomsma & Andrasfalvy, 1990) (Hymenoptera: Formicidae)

Ekofauna: Küçük Asya veya Orta Doğu Asya kökenlidir. Tipik olarak parklar, seralar ve bahçeler gibi insanların tahrip ettiği kentsel habitatlarda görülür. Ağaçlar karınca için önemli bir kaynaktır. Asya'da doğal bozkır habitatlarında bulunur. Besleme esas olarak şekerli yiyeceklere (yaprak biti, bal özü, nektar, bitkisel sular) dayanır. Evlerin içini istila edebilir ve

elektrik borularını işgal ederek kısa devrelere veya elektromekanik cihazlarda hasara neden olabilir. Genellikle yerli karıncalara karşı oldukça saldırgandır. [Ulgevig et al. 2008, Anonim-10]. Türkiye'den İzmir, Muğla, Yalova, Burdur, Antalya, Konya, Sinop, Giresun, Malatya, Iğdır, Van illerinden (Seifert 2000b) tarafından; Konya, Van illerinden (Schultz & Seifert 2005) tarafından; Edirne, Çanakkale, İstanbul illerinden (Cremer et al. 2008) tarafından; Edirne, Çanakkale illerinden (Ulgevig et al.2008) tarafından; Edirne ilinden (Kiran & Karaman 2012) tarafından; Konya-Akşehir'den (Kiran & Karaman 2021) kayıt bildirilmiştir. The Global Invasive Species Database (GISD)'e göre Türkiye için yerel türdür.

Avrupa ve Akdeniz Bölgesinde dağılışı: Andorra, Belçika, Bulgaristan, Fransa, Gürcistan, Almanya, Yunanistan, Oniki adalar, Macaristan, İran, İtalya, Hollanda, Polonya, Romanya, İspanya, İsviçre, Türkiye. [Kiran & Karaman 2012, Borowiec 2014, Borowiec & Salata 2012, Anonim-10 2022]



Şekil 20. *Lasius neglectus* Yandan görünüşü. [Anonim-10]

2.1.21. *Camponotus variegatus* (Smith, F., 1858) (Hymenoptera: Formicidae)

Ekofauna: Hint-Pasifik kökenlidir. Türkiye'den İzmir, Amasya'dan (Mayr 1862) kayıt bildirilmiştir.

Avrupa ve Akdeniz Bölgesinde dağılışı: Avusturya, Türkiye, Suriye, Yunanistan.[Karaman & Kiran 2018, Borowiec 2014, Karaman & Aktaş 2013]



Şekil 21. *Camponotus variegatus* Yandan görünüşü. [Anonim-11]

2.1.22. *Camponotus compressus* (Fabricius, 1787) (Hymenoptera: Formicidae)

Ekofauna: Hint-pasifik kökenlidir. Türkiye'den Donisthorpe H. (1950a) Büyüka, Antalya, Denizli'den kayıt bildirmiştir.

Avrupa ve Akdeniz Bölgesinde dağılışı: Cezayir, Tunus, Kıbrıs, Libya, Lihtenştayn, Kuzey İrlanda, İspanya, Türkiye, Birleşik Arap Emirlikleri [Kiran & Karaman 2012, Borowiec & Salata 2012]



Şekil 22. *Camponotus compressus* Yandan görünüşü. [Anonim-12]

2.1.23. *Camponotus maculatus* (Fabricius 1782) (Hymenoptera: Formicidae)

Ekofauna: Ağaçlık yerlerde toprakta veya taşların altında yuva yapar. İzmit, İzmir, Boğazın Avrupa yakasından (Forel 1911) tarafından alt tür olarak kayıt bildirilmiştir.

Avrupa ve Akdeniz Bölgesinde dağılışı: Mısır, İran, Umman, Tunus, Yunanistan, Türkiye, Yemen [Karaman & Kiran 2018, Kiran & Karaman 2012, Borowiec & Salata 2012, Karaman & Aktaş 2013]



Şekil 23. *Camponotus maculatus* Yandan görünüşü. [Anonim-13]

2.1.24. *Vespula vulgaris* (Linnaeus, 1758) (Hymenoptera: Vespidae)

Ekofauna: *Vespula vulgaris*, İngiliz yaban arısı, Holarktik bölgeye (Avrupa, Birleşik Krallık, Çin, Hindistan, İran, Japonya) özgü bir sosyal yaban arısıdır. Yaklaşık 40 yıl önce, ilk olarak Avustralya ve Yeni Zelanda'da, *Vespula germanica*'dan yaklaşık 30 yıl sonra tespit edildi. *Vespula vulgaris*, ağaçların ve binaların oyuklarında yeraltında yuva yapar. İnsanlara acı veren bir ısırığı vardır ve diğer böcek ve kuşlarla av ve kaynaklar için rekabet eder. *Vespula vulgaris*, diğer Hymenopteralar gibi, büyük istilacı güce sahiptir. Nemli bölgelerde çam ve meşe ağaçlarının ve kuşburnu, böğürtlen, karaçalı gibi ağaçcik ve çalılıarın; baskın olduğu yerlerde daha bol oldukları gözlenmiştir. Türkiye'de Ankara, İzmir, Kütahya, Muğla, Uşak, Artvin, Erzurum, Erzincan, Kars, Konya, Malatya ve Rize'den kayıt verilmektedir.

Avrupa ve Akdeniz Bölgesinde dağılışı: İngiltere, Belçika, Avrupa, İsveç.[Lowe 2000, Tüzün & Kekillioğlu 2003, Masciocchi et al. 2010]



Şekil 24. *Vespula vulgaris* Yandan görünüşü. [Anonim-14]

2.1.25 *Vespula germanica* (Fabricius, 1793) (Hymenoptera: Vespidae):

Ekofauna: Palearktik bölge (Ilıman Avrasya ve kuzey Afrika) kökenlidir. Ancak o zamandan beri Avustralya, ABD, Kanada, Şili, Arjantin ve Güney Afrika'yı başarıyla işgal ederek ciddi bir haşere haline geldi. Alman yaban arısı ya da Avrupa yaban arısı denilen *Vespula germanica*, arılara ve meyve bahçelerine saldıran tehlikeli bir haşere olarak kabul edilir ve insanlara sokması ile zararlıdır, Yeni Zelanda, Avustralya, Güney

Afrika, Kuzey Amerika, Kanada, Şili ve Arjantin'i işgal eden istilacı bir eusosyal yaban arısıdır. Tarım, bahçecilik, bağcılık, biyoçeşitlilik ve insanlar için olumsuz etkileri olan bir zararlı olarak kabul edilir. Ayrıca süt sığırlarının meme uçlarını ısırarak cilt iltihabına neden olduğuna dair raporlar vardır. İnsan yapımı yapılarda yuvalanma eğilimi vardır. Sıcak, nemli ve orta nemli alanlarda, genellikle orman, mera, step ve kültür alanları ve yerleşim yerlerinde yaygındır. Genellikle gün ışımından gün batımına kadar aktiftir. Mazı, söğüt, böğürtlen, meşe, çam, kavak ağaçlarının bulunduğu serin ve gölgelik alanlarda da bu türe rastlanmıştır, Türkiye'de Ankara, Ürgüp, Beyşehir, Antalya, Konya, Diyarbakır, Mardin, Şanlıurfa, Erzurum, Erzincan, Isparta, İzmir, Afyon, Aydın, Adana, Ankara, Kars, Trabzon, Hatay, Uşak, Muğla, Malatya, Artvin, Konya, Kahramanmaraş, Yozgat, Antalya, Amasya, Ordu, Gümüşhane, Kütahya, Kayseri ve İçel'den kayıt verilmektedir.

Avrupa ve Akdeniz Bölgesinde dağılışı: Avrupa, İngiltere, Belçika, İsveç, Türkiye.[Lowe 2000, Tüzün & Kekillioğlu 2003, Van Zyl 2016, Karso & Bas 2021, Haupt 2015]



Şekil 27. *Vespula germanica* Yandan görünüşü.[Haupt 2015]

2.1.26. *Dryocosmus kuriphilus* (Yasumatsu 1951) (Hymenoptera: Cynipidae)

Ekofauna: Kestane Gal Arısı, Bu zararlı 2014 yılının Nisan ayında ilk kez Yalova'da tespit edilmiştir (Çetin vd., 2014). Kestane ağacının en önemli zararlısı konumuna gelen, *Dryocosmus kuriphilus* Çin orijinli olup, dünya genelinde kestane ağaçlarında büyük zararlara neden olmaktadır. Aynı zamanda, *D. kuriphilus* EPP0 (Avrupa ve Akdeniz Bitki Koruma Organizasyonu) tarafından 2003 yılında A2 listesinde karantina etmeni olarak kabul edilmiştir. *D.kuriphilus* özellikle kestane ağaçlarına zarar vererek baharda yeni sürgünlerde gal oluşmasına neden olmaktadır. Bu nedenle sürgünlerin büyümesi engellenir ve bitkide oluşan gelişme geriliği nedeniyle önemli ölçüde verim kayıplarına neden olmaktadır. Zararlı ilk kez 1929 yılında Çin'de tespit edilmiş, Çin'in dışında ilk kez 1941 yılında Japonya'da tespit edilmiş, Avrupa'da ise ilk kez 2002 yılında

İtalya'da türün varlığı bildirilmiştir. Türkiye'de; Yalova, Bursa illerinden (Çetin vd. 2014), Bartın, Zonguldak illerinden (Yıldız vd. 2020), İstanbul, Sakarya, Yalova, Bursa, Kocaeli, Balıkesir, Bilecik, Düzce, illerinden (Şah 2019) kayıt bildirilmiştir.

Avrupa ve Akdeniz Bölgesinde dağılışı: Slovenya, Fransa, İsviçre, Hollanda, Macaristan, Hırvatistan, Slovakya, Çek Cumhuriyeti, Almanya, İspanya, Avusturya, Romanya, Portekiz, Türkiye, Yunanistan, Bosna Hersek, İngiltere, Belçika, Rusya.[Yıldız vd. 2020, Çetin vd. 2014, Şah 2019, Mapes et al..2020]



Şekil 25. *Dryocosmus kuriphilus* Yandan görünüşü.[Yıldız 2020]

3. Sonuç ve Öneriler

İstilacı yabancı türler, olumsuz çevresel ve sosyal etkileri ve bunların ekonomik sonuçları nedeniyle bu yeni araştırmalara ihtiyaç vardır. Yerli olmayan bu türler genellikle yırtıcı hayvanların veya diğer doğal düşmanların bulunmaması nedeniyle yerli türleri agresif bir şekilde olumsuz etkileyebilmektedirler [Haupt 2015]. Dünyanın her yerinde eşek arıları, karıncalar ve arılar gibi sosyal böcekler oldukça başarılı istilacılar ve yerel biyota için büyük bir tehdit oluşturabilirler. Biyolojik istila süreci, doğası gereği bir türün ekolojik ve ekonomik zarar vermeden önce aşması gereken çeşitli ekolojik aşamalardan veya engellerden oluşur. Ortalama olarak türlerin %10'u başarıyla istilacı hale gelir. İstila; ulaşım, giriş, kuruluş ve yayılma aşamalarıyla gerçekleşebilmektedir. [Van Zyl 2016]

Bu çalışmayla Türkiye'ye ait kayıt bildirilen 26 Insecta-Hymenoptera takımına ait türleri **Tablo-2** de analiz edilmiştir. İncelenen türlerden *Linepithema humile* (Mayr 1868), *Anoplolepis gracilipes* (F. Smith 1857), *Cardiocondyla emeryi* (Forel, 1881), *Monomorium subopacum* (F. Smith 1858), *Pheidole indica* (Mayr 1879), *Strumigenys membranifera* (Emery 1869), *Tetramorium bicarinatum* (Nylander 1846), *Hypoponera punctatissima* (Roger 1859), *Solenopsis geminata* (Fabricius 1804), türlerine ait Türkiye'de lokalite bilgileri bulunamamıştır. Ayrıca bu türlerden Kiran K. & Karaman C. (2020) yaptıkları çalışmayla *Solenopsis geminata* ve *Anoplolepis gracilipes* türlerini Türkiye karınca faunasından çıkarmıştır.

Tablo 2. Türkiye'deki istilacı Hymenoptea türlerinin literatür kayıtları ve lokalite bilgileri

İstilacı Türler	Türkiye'ye ait literatür kaydı	Türkiye'ye ait lokalite bilgisi
<i>Sceliphron curvatum</i> (Smith 1870),		Amasya, Kocaeli, Samsun ve Tokat
<i>Tetramorium lanuginosum</i> (Mayr 1870),		Antalya, Alanya
<i>Paratrechina longicornis</i> (Latreille 1802),		Antalya, Alanya, Adana
<i>Anoplolepis gracilipes</i> (F. Smith 1857),	Borowiec & Salata 2012	Lokalite kaydı yok. Kiran & Karaman (2020) Türkiye faunasından çıkardı
<i>Linepithema humile</i> (Mayr 1868),	Salata et al. (2019)	Lokalite kaydı yok.

<i>Nylanderia jaegerskioeldi</i> (Mayr 1904),		Mersin, Adana, Şanlıurfa
<i>Nylanderia vividula</i> (Nylander 1904),		Malatya, İstanbul -Yeşilköy
<i>Cardiocondyla mauritanica</i> (Forel 1890),		Kayseri:İncesu - Mersin: Silifke
<i>Cardiocondyla emeryi</i> (Forel, 1881),	Borowiec (2014)	Lokalite kaydı yok.
<i>Monomorium pharaonis</i> (Linnaeus 1758),		İzmir, Edirne
<i>Monomorium subopacum</i> (F. Smith 1858),	Salata et al. (2019)	Lokalite kaydı yok.
<i>Pheidole indica</i> (Mayr 1879),	Salata et al. (2019)	Lokalite kaydı yok.
<i>Pheidole teneriffana</i> (Forel 1893),		Antalya, Hatay, İzmir
<i>Pheidole megacephala</i> (Fabricius 1793),		İzmir, Denizli, Antalya
<i>Strumigenys membranifera</i> (Emery 1869),	Salata et al. (2019)	Lokalite kaydı yok.
<i>Tetramorium bicarinatum</i> (Nylander 1846)	Salata et al. (2019)	Lokalite kaydı yok.
<i>Hypoponera eduardi</i> (Forel 1894),		Adana, Burdur, Denizli, Hatay, İstanbul, İzmir, Kırklareli
<i>Hypoponera punctatissima</i> (Roger 1859),	Salata et al. (2019)	Lokalite kaydı yok.
<i>Solenopsis geminata</i> (Fabricius 1804),	Borowiec L. & Salata S. 2012	Lokalite kaydı yok. Kiran K. & Karaman C. (2020) Türkiye faunasından çıkardı
<i>Lasius neglectus</i> (Van Loon, Boomsma & Andrasfalvy, 1990),		İzmir, Muğla, Yalova, Burdur, Antalya, Konya, Sinop, Giresun, Malatya, Iğdır, Van Edirne, Çanakkale, İstanbul
<i>Camponotus variegatus</i> (Smith, F., 1858),		İzmir, Amasya (Mayr 1862)
<i>Camponotus compressus</i> (Fabricius, 1787),		Büyükada, Antalya, Denizli
<i>Camponotus maculatus</i> (Fabricius 1782),		İzmit, İzmir, İstanbul (Forel 1911)
<i>Vespula vulgaris</i> (Linnaeus, 1758),		Ankara,İzmir,Kütahya,Muğla,Uşak,Artvin, Kars Erzurum, Erzincan, Konya, Malatya ve Rize
<i>Vespula germanica</i> (Fabricius, 1793),		Ankara, Ürgüp, Beyşehir, Antalya, Konya, Diyarbakır, Mardin, Şanlıurfa, Erzurum, Erzincan, Isparta, İzmir, Afyon, Aydın, Adana, Ankara, Kars, Trabzon, Hatay, Uşak, Muğla, Malatya, Artvin, Konya, Kahramanmaraş, Yozgat, Antalya, Amasya, Ordu, Gümüşhane, Kütahya, Kayseri ve İçel
<i>Dryocosmus kuriphilus</i> (Yasumatsu 1951)		Yalova, Bursa, Bartın, Zonguldak, İstanbul, Sakarya, Kocaeli, Balıkesir, Bilecik, Düzce

Türkiye faunasında yerel tür olmayıp çeşitli yollar ile taşınan ve uyum sağlayıp çoğalarak ekosistemi olumsuz etkileyen egzotik-istilacı türler üzerine yapılan bu derleme çalışmasında, literatür çalışmaları incelendiğinde Türkiye'den kayıt bildirilen bazı türlerin yayılışına dair lokalite bilgilerinin eski olduğu görülmüştür. Örneğin *Camponotus maculatus* türü 1911 tarihinde Forel tarafından, *Camponotus compressus* 1950

tarihinde Danistrophe tarafından, *Camponotus variegatus* 1862 tarihinde Mayr tarafından, *Pheidole megacephala* 1950 tarihinde Danistrophe tarafından, *Pheidole teneriffana* 1911 tarihinde Forel tarafından, *Nylanderia vividula* 1950 tarihinde Danistrophe tarafından bildirilmiştir. Bu konuda lokalite bilgisi bulunmayan veya eski olan türler ile ilgili çalışmaların yapılması İstilacı türlerin Türkiye'deki varlıkları aydınlatılabilir

Kaynaklar

1. Fent M & Kment P., (2011). First record of the invasive western conifer seed bug *Leptoglossus occidentalis* (Heteroptera: Coreidae) in Turkey. North-Western Journal Of Zoology. 7(1) : 72-80
2. Yıldız Y., Yıldırım İ., Albas E., Bostancı C., Aydoğan O., (2020). İstilacı Tür Kestane Gal Arısı (*Dryocosmus kuriphilus*) Yasumatsu (Hymenoptera: Cynipidae)'nin Yeni Yayılış Alanları. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 22 (3): 1014-1022
3. Arslangündoğdu Z. & Hızal E., (2019). *Anoplophora glabripennis* (Coleoptera: Cerambycidae) mistakenly reported in Turkey. Florida Entomologist. 102(1) : 287-289
4. Hızal, E., Arslangündoğdu, Z., Göç, A., Ak, M., (2015). Türkiye istilacı yabancı böcek faunası yeni bir kayıt *Anoplophora chinensis* (Forster, 1771) (Coleoptera: Cerambycidae). Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University. 65(1): 7-10
5. Anonim-1, 2022. Invasive Insects: Risks and Pathways Project <https://invasives.org.au/our-work/invasive-insects/risks-and-pathways/>
6. Wetterer J.K., (2012). Worldwide spread of the African big-headed ant, *Pheidole megacephala* (Hymenoptera: Formicidae). Myrmecol. News. 17: 51-62
7. Klimeš P. & Okrouhlik J., (2015). Invasive ant *Tapinoma melanocephalum* (Hymenoptera: Formicidae): A rare guest or increasingly common indoor pest in Europe. *Eur. J. Entomol.* 112(4): 705–712
8. Karaman C. & Kiran K. (2018). New Tramp Ant Species for Turkey: *Tetramorium lanuginosum* Mayr (Hymenoptera: Formicidae). *Trakya Univ J Nat Sci.* 19(1): 51-54,
9. Sarnat E., Fischer G., Guénard B. & Economo E. P. (2015). Introduced Pheidole of the world: taxonomy, biology and distribution. *ZooKeys* 543: 1-109. <https://doi.org/10.3897/zookeys.543.6050>
10. Wetterer, J.K. (2010). Worldwide spread of the wooly ant, *Tetramorium lanuginosum* (Hymenoptera: Formicidae). *Myrmecological News*, 13: 81-88.
11. Kiran K & Karaman C., (2012). First annotated checklist of the ant fauna of Turkey (Hymenoptera: Formicidae). *Zootaxa* 3548: 1–38
12. Borowiec L., (2014). Catalogue of ants of Europe, the Mediterranean Basin and adjacent regions (Hymenoptera: Formicidae). *Genus*. 25(1-2): 1-340.
13. Anonim-2, 2022. Global Invasive Species Database (2022). <http://www.iucngisd.org/gisd/search.php> on 15-12-2022.
14. Ertürk Ö & Taş B., (2021). Distribution and a New Locality Record of the Invasive Asian Wasp, *Sceliphron curvatum* (F. Smith, 1870) (Hymenoptera: Sphecidae) in Europe and Turkey. *Pakistan J. Zool.* pp 1-9
15. Gülmez Y. & Can İ., (2015). First record of *Sceliphron (Hensenia) curvatum* (Hymenoptera: Sphecidae) from Turkey with notes on its morphology and biology. *North-Western Journal Of Zoology.* 11 (1): 174-177
16. Salata S, Georgiadis C & Borowiec L, 2019. Invasive Ant Species (Hymenoptera: Formicidae) Of Greece And Cyprus. *North-Western Journal Of Zoology.* 15 (1): 13-23
17. Anonim-3, ISSG 2022, *Paratrechina longicornis*. Global Invasive Species Database. <http://www.iucngisd.org/gisd/speciesname/Paratrechina+longicornis> on 15.12.2022
18. Lowe S., Browne M., Boudjelas S., De Poorter M. (2000). 100 of the World's Worst Invasive Alien Species A selection from the Global Invasive Species Database. 12pp. First published in December 2000. Updated and reprinted version: November 2004.
19. Csurhes S. & Hankamer C., (2012). Yellow crazy ant (*Anoplolepis gracilipes*). First published
20. Kiran K. & Karaman C. (2020). Additions to the Ant Fauna of Turkey (Hymenoptera, Formicidae). *Zoosystema.* 42 (18): 285-329.
21. Chow-Yang Lee & Chin-Cheng Scotty Yang, (2022). Biology, Ecology, and Management of the Invasive Longlegged Ant, *Anoplolepis gracilipes*. *Annu. Rev. Entomol.* 67:43–63
22. Borowiec L. & Salata S. (2012). Ants of Greece – checklist, comments and new faunistic data (Hymenoptera: Formicidae). *Genus* 23: 461-563.
23. Anonim-4, ISSG 2022, *Anoplolepis gracilipes*. Global Invasive Species Database. <http://www.iucngisd.org/gisd/speciesname/Anoplolepis+gracilipes>
24. Anonim-5 2022, ISSG 2022, *Linepithema humile*. Global Invasive Species Database. <http://www.iucngisd.org/gisd/speciesname/Linepithema+humile>
25. Wetterer, J.K., & Ark. (2009). Worldwide spread of the Argentine ant, *Linepithema humile* (Hymenoptera: Formicidae). – *Myr-mecological News* 12: 187-194.
26. Gómez K., (2017). Two species of exotic ants (Hymenoptera: Formicidae) new to Malta. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.)*, 233–235.
27. Domsthorpe, H., (1950a). A first installment of the ants of Turkey. *Annals and Magazine of Natural History.* (12)3: 1057-1067.
28. Seifert, B. (2003). The ant genus *Cardiocondyla* (Insecta: Hymenoptera: Formicidae) - a taxonomic revision of the *C. elegans*, *C. bulgarica*, *C. batesii*, *C. nuda*, *C. shuckardi*, *C. stambuloffii*, *C. wroughtonii*, *C. emeryi* and *C. minutior* species groups. *Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien*, 104, 203–338.
29. Anonim-6, ISSG 2022, *Monomorium pharaonis*. Global Invasive Species Database. <http://www.iucngisd.org/gisd/speciesname/Monomorium+pharaonis>
30. Forel A. (1911) Fourmis nouvelles ou intéressantes. *Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles.* 47:331–400.
31. Aktaş, N. & Kiran, K. (2006) A new household ant record for Turkish Thrace [*Monomorium pharaonis* (L.)] (Hymenoptera, Formicidae). *Linzer Biologische Beiträge*, 38, 1123–1128.
32. Wetterer J.K., (2011). Worldwide Spread of *Pheidole teneriffana* (Hymenoptera: Formicidae). *Florida Entomologist.* 94(4):843-847
33. Anonim-7, 2022, <http://www.hormigas.org/xEspecies/Pheidole%20teneriffana.htm>
34. Anonim-8, ISSG 2022, *Pheidole megacephala*. Global Invasive Species Database. <http://www.iucngisd.org/gisd/speciesname/Pheidole+megacephala>
35. Jimoh B. O., Gomez K., Kemabonta A K., & Mankanjua W. A., (2021), New records of non-native ants

- (Hymenoptera: Formicidae) in four African countries. Belgian Journal of Entomology. 119: 1–14
36. Bolton, B. & Fischer, B.L. (2011) Taxonomy of Afrotropical and West Palaearctic ants of the ponerine genus *Hypoponera Santschi* (Hymenoptera: Formicidae). Zootaxa, 2843, 1–118
37. Gjonova A. L. & Kiran, K. (2012). Ant fauna (Hymenoptera, Formicidae) of Strandzha (Istranca) Mountain and adjacent Black Sea coast. North-Western Journal of Zoology, 8: 72–84.
38. Donisthorpe, H. (1950d) Two new species of ants, and a few others from Turkey. Annals and Magazine of Natural History, (12)3; 638–640.
39. Borowiec L. & Salata S., (2022). A Monographic Review Of Ants Of Greece (Hymenoptera: Formicidae). Natural History Monographs of the Upper Silesian Museum.
40. Anonim-9, ISSG 2022, *Solenopsis geminata*. Global Invasive Species Database. <http://www.iucngisd.org/gisd/speciesname/Solenopsis+geminata>
41. Anonim-10, ISSG 2022, *Lasius neglectus*. Global Invasive Species Database <http://www.iucngisd.org/gisd/speciesname/Lasius+neglectus>
42. Seifert B., (2000b). Rapid range expansion in *Lasius neglectus* (Hymenoptera, Formicidae) an Asian invader swamps Europe. Deutsche Entomologische Zeitschrift. 47; 173–179.
43. Schultz R. & Seifert B. (2005). *Lasius neglectus* (Hymenoptera: Formicidae) a widely distributed tramp species in Central Asia. Myrmecologische Nachrichten. 7; 47–50.
44. Cremer S, Ugelvig LV, Drijfhout FP, Schlick-Steiner BC, Steiner FM, Seifert B, et al. (2008) The Evolution of Invasiveness in Garden Ants. PLoS ONE 3(12): e3838. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0003838>
45. Ulgevig L.V., Drijfhout, F.P., Kronauer, D.J., Boomsma, J.J., Pedersen, J.S. & Cremer, S. (2008) The introduction history of invasive garden ants in Europe: Integrating genetic, chemical and behavioural approaches. *BMC Evolutionary Biology*, 6, doi:10.1186/1741-7007-6-11.
46. Kiran K & Karaman C., (2021), Ant fauna (Hymenoptera: Formicidae) of Central Anatolian Region of Turkey. Turk J Zool, 45: 161-196
47. Mayr G. (1862) Myrmecologische Studien. Verhandlungen der k.k. Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien, 12, 649–776.
48. Karaman C. & Aktaç N., (2013). Descriptions of Four New Species of *Camponotus* Mayr (Hymenoptera: Formicidae), with a Key for the Worker Caste of the *Camponotus* of Turkey. Journal Of The Kansas Entomological Society. 86(1):36–56
49. Anonim-11, 2022, https://en.wikipedia.org/wiki/Camponotus_variegatus#/media/File:Camponotus_variegatus_casent0103245_profile_1.jpg
50. Anonim-12, 2022, https://en.wikipedia.org/wiki/Camponotus_compressus#/media/File:Ant_tending_scales3.jpg
51. Anonim-13, 2022, https://en.wikipedia.org/wiki/Camponotus_maculatus#/media/File:Camponotus_maculatus_casent0101352_profile_1.jpg
52. Tüzün A. & Kekillioğlu A. (2003). "Ankara Vespidae (Insecta, Hymenoptera) Türleri Üzerine Faunistik Çalışmalar ve Ekolojik Gözlemler". Selçuk Üniversitesi, Fen Fakültesi Fen Dergisi. 1: 97-106
53. Masciocchi M., Beggs J. R., Carpenter J. M. & Corley Y. J. C., (2010). Primer registro de *Vespula vulgaris* (Hymenoptera: Vespidae) en la Argentina. Rev. Soc. Entomol. Argent. 69 (3-4): xx-xx,
54. Anonim-14, 2022, https://en.wikipedia.org/wiki/Vespula_vulgaris#/media/File:Vespula_vulgaris_queen.jpg
55. Van Zyl, C. (2016). Status of the invasive wasp species, *Vespula germanica* and *Polistes dominula* in South Africa, and the feasibility of various management strategies. Dissertation presented for the degree of Doctor of Philosophy in Agriculture in the Faculty of Agricultural Sciences, Stellenbosch University, <http://hdl.handle.net/10019.1/100212>
56. Karso B. A. & Bas S.M.A., (2021). Ecological And Biological Study Of *Vespula Germanica*. Mesopotamia J. of Agric. (49):1
57. Haupt K., (2015). Assessment of the invasive German wasp, *Vespula germanica*, in South Africa. A thesis presented for the degree of Master, Science in Agriculture (Entomology), Stellenbosch University. <http://hdl.handle.net/10019.1/97092>
58. Çetin G., Orman E. ve Polat Z., (2014). First record of the oriental chestnut gall wasp, *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hymenoptera: Cynipidae) in Turkey. Bitki Koruma Bülteni, 54(4): 303-309.
59. Şah S (2019). Türkiye’de Kestane Gal Arısının [*Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hymenoptera: Cynipidae)] yayılışı ve zarar oranının belirlenmesi. Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, 52s., Isparta
60. Mapes C. C., Setliff G. P., Courtney R. S. & Bothur K., (2020). Range Expansion and Dispersal of the Asian Chestnut Gall Wasp *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hymenoptera: Cynipidae) in the Mid-Atlantic States. TAES 146 503 – 519



Zonguldak Yeraltı Kömür Ocakları Üretiminin Verimlilik Analizi

Bahadır Şengün^{1*}, Mehmet Sabit Gürgen²

^{1*} Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Sivas, Türkiye, (ORCID: 0000-0003-0413-1748), bsengun@cumhuriyet.edu.tr

² Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, İzmir, Türkiye (ORCID: 0000-0002-1859-5845), gurgensabit@gmail.com

(4th International Conference on Applied Engineering and Natural Sciences ICAENS 2022, November 10 - 13, 2022)

(DOI: 10.31590/ejosat.1225867)

ATIF/REFERENCE: Şengün, B. & Gürgen, M. S. (2022). Zonguldak Yeraltı Kömür Ocakları Üretiminin Verimlilik Analizi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (45), 176-183.

Öz

Maden ocaklarında verimliliğin ölçümü ve değerlendirilmesi oldukça büyük önem taşımaktadır. Bu çalışma kapsamında, 2009-2011 yılları arasında Türkiye Taşkömürü Kurumu (TTK) tarafından beş değişik yeraltı ocağının kömür üretiminin verimlilik ölçümleri ve değerlendirilmesi yapılmıştır. Verimlilik ölçümünde Fisher indeks sayısı temeline dayanan toplam verimlilik ve karlılık ölçüm modeli kullanılmıştır. Yapılan incelemeler sonucunda, taşkömürü fiyat indeksi 2009 yılına göre, 2010 ve 2011 yıllarında % 9.60 ve % 37.87 yükselmiştir. Kömür üretimi değişimlerini gösteren indeks değerleri 2010 yılında % 1.81 yükselirken, 2011 yılında % 0.74 düşmüştür. Toplam girdilerin fiyat indeksi ise 2010 ve 2011 yıllarında sırasıyla % 3.51 ve % 17.05 artarken, toplam tüketim değişimleri 2010 ve 2011 yıllarında sırasıyla % 4.69 ve % 0.83 yükselmiştir. Bu değişim sonucunda verimlilik indeksleri 2010 ve 2011 yıllarına sırasıyla % 2.75 ve % 11.47 oranında düşmüştür. Memur ve işçi giderlerinin taşkömürü üretim maliyetlerini önemli ölçüde etkilediği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yeraltı kömür ocağı, Kömür damarı, Fisher indeksi, Verimlilik analizi.

Productivity Analysis for Production of Zonguldak Underground Coal Mines

Abstract

The measurement and evaluation of efficiency in mines has of great importance. Within the scope of this study, productivity measurements and evaluations of coal production of Turkish Hard Coal Enterprises (TTK) between 2009 and 2011 from five different underground mines were made. In order to measure productivity, a total productivity and rentability measurement model based on the Fisher index number was used. As a result of investigations, the hard coal price index increased by 9.60% and 37.87% in 2010 and 2011, compared to reference year 2009. While the index values showing the changes in coal production increased by 1.81% in 2010, these index values decreased by 0.74% in 2011. The price of total inputs index increased by 3.51% and 17.05% in 2010 and 2011, respectively, while total consumption increased by 4.69% and 0.83% in 2010 and 2011, respectively. Productivity indices decreased by 2.75% and 11.47%, respectively, in 2010 and 2011 as a result of this change. It has been seen that hard coal production costs have been significantly affected by personnel and labor expenses.

Keywords: Underground coal mine, Coal seam, Fisher index, Productivity analysis.

* Sorumlu Yazar: bsengun@cumhuriyet.edu.tr

1. Giriş

2021 yılı verilerine göre kömür kaynakları, dünya birincil enerji tüketiminde %26.9 ile petrolden sonra ikinci sırada yer almaktadır. Dünya elektrik üretiminde ise %35.9'luk payla ilk sırada bulunmaktadır (Url-1).

Dünya kömür kaynağı miktarı yaklaşık olarak 1.07 trilyon ton olduğu tahmin edilmektedir (BP, 2021).

T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığından alınan verilere göre ülkemizdeki toplam kömür kaynağı (linyit+asfaltit+taşkömürü) miktarı yaklaşık olarak 21 milyar ton düzeyinde olduğu belirtilmektedir. Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü (MAPEG) verilerine göre, 2021 yılında Türkiye'de toplam tüvenan kömür üretimi; 90.78 milyon ton linyit, 1.55 milyon ton asfaltit, 1.73 milyon ton taşkömürü olmak üzere toplam 94.06 milyon ton olarak gerçekleşmiştir.

Kömür damarları, kalınlıklarına göre sınıflandırıldığında; kalınlığı 80-150 cm arasında değişen damarlar, genellikle ince kömür damarı olarak kabul edilmektedir (Donovan & Karfakis, 2004). Dünya'da, üretilebilir ince kömür damarlarının rezervi 6 milyar ton'dan fazla olduğu tahmin edilmekte ve bu rezervin yaklaşık % 19'u Çin ve çevresinde bulunmaktadır (Hau-ling, Gua-feng & Jin-ke, 2008). İnce kömür damarlarının üretiminde klasik yeraltı üretim yöntemlerinin yanısıra mekanize kazı uygulamaları da hızlı bir şekilde gelişmektedir (Wang, Tu & Bai, 2012).

Ülkemizde ince kömür damarları özellikle Zonguldak Kömür Havzasında mevcut olup toplam rezervin yaklaşık % 15'ni oluşturmaktadır (Ataman, 1952). Bu kömürler genellikle ilerletimli veya geri dönümlü klasik uzunayak yöntemi kullanılarak üretilmektedir. Zonguldak kömür havzasında genellikle klasik uzunayak yöntemi uygulanmaktadır. Bunun da en önemli nedenleri, damar kalınlığının düşük, damar eğiminin 30°'den yüksek, damar ve örtü tabakalarının tektonizmaya bağlı öndülasyonlu olması şeklinde belirtilmektedir.

Klasik yeraltı üretimlerde yatırım maliyetleri az, üretim kapasiteleri ise oldukça düşüktür. Bilindiği gibi, üretim kapasitesinin düşük olması, birim üretim maliyetlerinin artmasına, kârlılık, verimlilik ve rekabet gücünün azalmasına neden olmaktadır.

Maden işletmelerinde verimlilik ölçümü ve değerlendirilmesi, işletmelerin maliyetlerinin azaltılmasına yönelik yapılan çalışmalarda dikkate alınmakta ve oldukça önem taşımaktadır (Şengün, 2012). Bu çalışmada, 2009-2011 yılları arasında TTK'nın beş değişik yeraltı taşkömürü üretimi ile ilgili maliyet kalemleri incelenmiş, toplam verimlilik ölçümü ve değerlendirilmesi yapılmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

Verimlilik ölçümünde kullanılan veriler TTK'ya bağlı olan Zonguldak Kömür Havzasında bulunan beş değişik yeraltı işletmesinden alınmıştır. TTK son yıllarda 2-2.5 milyon ton düzeyinde seyreden taşkömürü üretimini beş işletmesinden gerçekleştirmektedir. Yeraltı kömür işletmelerinin dördü (Armutçuk, Kozlu, Karadon ve Üzülmöz) Zonguldak ili, biri ise (Amasra) Bartın ili sınırları içinde yer almaktadır (Şekil 1). Batı

Karadeniz Bölge ekonomisinde önemli bir paya sahip olan ve TTK tarafından üretilen Zonguldak Havzası taşkömürleri, 2×150 MW kurulu güce sahip olan Çatalağzı (B) Termik Santralının kömür ihtiyacını, Karabük Kardemir ve Ereğli Erdemir demir-çelik fabrikalarının taşkömürü ihtiyacını karşılamaktadır. Kalorifik değeri 6200-7250 kcal/kg arasında değişen havza kömürünün -1200 kotuna kadar hesaplanan kaynak miktarının, yaklaşık 1.3 milyar ton olduğu belirtilmiştir (Url-2).

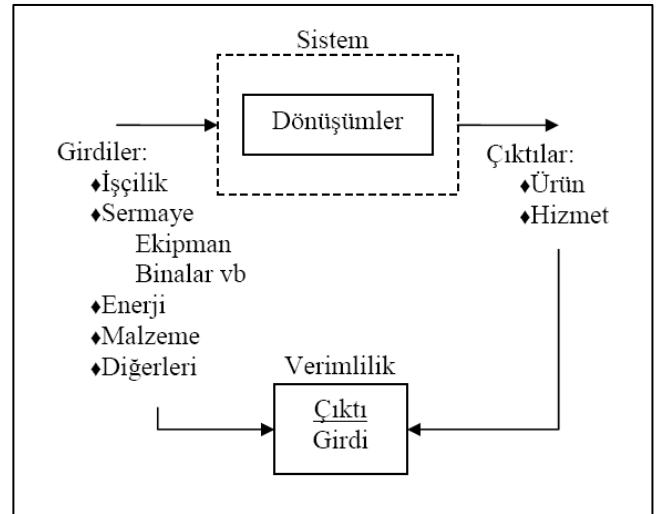
2.2. Metot

2.2.1. Verimlilik Kavramı

Verimlilik, üretim ya da hizmet sisteminin ürettiği çıktı ile bu çıktıyı üretmek için sahip olunan girdi arasındaki oran olarak tanımlanmaktadır (Kasap, 2008). Sink (1985) tarafından tanımlanan genel verimlilik kavramı Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 1. Verimlilik ölçümü yapılan yeraltı kömür işletmeleri



Şekil 2. Genel verimlilik kavramı (Sink, 1985).

Verimlilik ölçümlerinde; Amerikan verimlilik merkezi modeli, Norman ve Bahiri'nin verimlilik modeli, Alan Lowlar modeli, Kazukiyo Kurosawa modeli olarak isimlendirilen pek çok yöntem kullanılmaktadır. Verimliliğin ölçümünde genellikle indeks sayısı yaklaşımı, parametrik yaklaşım ve parametrik olmayan yaklaşımlar kullanılmaktadır (Hailu ve Veeman, 2001). Verimlilik değişiminin ölçümünde Laspeyres, Paashe, Fisher ve Törnqvist indeksleri kullanılmaktadır (Rogers, 1998; Mawson vd., 2003; Ahn ve Abt, 2005).

Bu çalışma kapsamında, TTK tarafından 2009-2011 yılları arasında üretilen taşkömürü üretim verileri kullanılarak verimlilik değerlendirilmesi yapılmıştır. Yapılan değerlendirmelerde Önder (2006) tarafından geliştirilen verimlilik modeli kullanılmıştır. Bu modelin temeli, Kazukiyo Kurosawa (1991) tarafından geliştirilen AIPR (Aggregate Index for the Analysis of Total Productivity and Rentability) analiz modeline dayanmaktadır (Şengün, 2012). Önder (2006) tarafından geliştirilen ve bu çalışmada kullanılan modelde, AIPR modelinde kullanılan indeksler yerine Fisher ideal indeksi kullanılmıştır.

Kurosawa, 1991 tarafından geliştirilen Laspeyres fiyat indeksi (P_L) ve Laspeyres miktar indeksi (Q_L) Eşitlik 1 ve Eşitlik 2’de verilmiştir.

$$P_L = \frac{p_1 q_0}{p_0 q_0} \quad (E.1)$$

$$Q_L = \frac{p_0 q_1}{p_0 q_0} \quad (E.2)$$

Benzer şekilde Kurosawa (1991) tarafından geliştirilen, Paasche fiyat indeksi (P_p) ve Paasche miktar indeksi (Q_p) Eşitlik 3 ve Eşitlik 4’te verilmiştir.

$$P_p = \frac{p_1 q_1}{p_0 q_1} \quad (E.3)$$

$$Q_p = \frac{p_1 q_1}{p_1 q_0} \quad (E.4)$$

Fisher fiyat indeksi Laspeyres ve Paasche fiyat ve miktar indekslerinin geometrik ortalaması alınarak hesaplanmaktadır (Eşitlik 5 ve 6). Özellikle ekonomik analiz hesaplamalarında Fisher indeksi kullanımının daha uygun olduğu belirtilmiştir (Önder ve Konuk, 2018).

$$P_F = \sqrt{(P_L \times P_p)} = \sqrt{\left(\frac{p_1 q_0}{p_0 q_0} \times \frac{p_1 q_1}{p_0 q_1}\right)} \quad (E.5)$$

$$Q_F = \sqrt{(Q_L \times Q_p)} = \sqrt{\left(\frac{p_0 q_1}{p_0 q_0} \times \frac{p_1 q_1}{p_1 q_0}\right)} \quad (E.6)$$

Burada; p_0 : Baz yıl fiyatı, p_1 : Cari yıl fiyatı,

q_0 : Baz yıl miktarı, q_1 : Cari yıl miktarı

Önder (2006), tarafından geliştirilen model ise Eşitlik 7’de verilmiştir. Bu çalışmada, 2009 yılı referans alınmış ve sabit indeksi kullanılmıştır.

$$I_\pi = \left(\frac{I_{p(F)}}{I_{P(F)}}\right) \times \left(\frac{I_{q(F)}}{I_{Q(F)}}\right) \quad (E.7)$$

$$I_\pi = \frac{\frac{\sum p_1 q_1}{\sum P_1 Q_1}}{\frac{\sum p_0 q_0}{\sum P_0 Q_0}} = \frac{\sqrt{\frac{\sum p_1 q_1}{\sum p_0 q_1} \times \frac{\sum p_1 q_0}{\sum p_0 q_0}}}{\sqrt{\frac{\sum P_1 Q_1}{\sum P_0 Q_1} \times \frac{\sum P_1 Q_0}{\sum P_0 Q_0}}} \times \frac{\sqrt{\frac{\sum p_0 q_1}{\sum p_0 q_0} \times \frac{\sum p_1 q_1}{\sum p_1 q_0}}}{\sqrt{\frac{\sum P_0 Q_1}{\sum P_0 Q_0} \times \frac{\sum P_1 Q_1}{\sum P_1 Q_0}}}$$

(F) : Fisher indeksi

p : Üretilen ürün fiyatı

q : Üretilen ürün miktarı

P : Girdi faktörlerin fiyatı

Q : Girdi faktörlerin miktarı

$I_{p(F)}$: Ürünlerin fiyat indeksi

$I_{P(F)}$: Girdi faktörlerin fiyat indeksi

e-ISSN: 2148-2683

$I_{q(F)}$: Ürünlerin toplam çıktı indeksi

$I_{Q(F)}$: Girdi faktörlerin fiyat indeksi

$I_{p(F)}/I_{P(F)}$: Göreceli fiyat indeksi

$I_{q(F)}/I_{Q(F)}$: Verimlilik indeksi

$I_\pi = \pi'_t / \pi_0$: Karlılık indeksi

π_0 : Referans yıl karlılığı

π'_t : Cari yıl karlılığı

0 alt indisi : Referans yıl

1 alt indisi : Cari yıl

Fisher modelinin toplam üretim indeksi Eşitlik 8’de verilmiştir. Bu eşitlikte hem referans yıl hem de cari yıl kullanılmaktadır. Toplam girdi faktörlerinin miktarlarındaki değişim Eşitlik 9’da gösterilmiştir. Toplam verimlilik indeksi Eşitlik 8 ve Eşitlik 9’un oranı olarak hesaplanmaktadır.

$$I_q(F) = \sqrt{\frac{\sum p_0 q_1}{\sum p_0 q_0} \times \frac{\sum p_1 q_1}{p_1 q_0}} \quad (E.8)$$

$$I_Q(F) = \sqrt{\frac{\sum p_0 Q_1}{\sum p_0 Q_0} \times \frac{\sum p_1 Q_1}{\sum p_1 Q_0}} \quad (E.9)$$

Karlılık, cari fiyatlarla elde edilen toplam gelirin, toplam maliyete oranı olarak tanımlanmaktadır. Karlılık indeksi, yalnızca üretken gücün etkisini değil, aynı zamanda pazar koşullarının etkisini de yansıtmaktadır. Fisher modeli üretim fiyat indeksi Eşitlik 10’da girdi faktörlerinin fiyat indeksi ise Eşitlik 11’de verilmiştir. Göreceli fiyat değişim indeksi Eşitlik 10 ve Eşitlik 11’in oranı olarak hesaplanmaktadır.

$$I_{p(F)} = \sqrt{\frac{\sum p_1 q_1}{\sum p_0 q_1} \times \frac{\sum p_1 q_0}{p_0 q_0}} \quad (E.10)$$

$$I_{P(F)} = \sqrt{\frac{\sum P_1 Q_1}{\sum P_0 Q_1} \times \frac{\sum P_1 Q_0}{\sum P_0 Q_0}} \quad (E.11)$$

Üretim yapan bir maden işletmesinin mutlak değer sistemi, satılan ürünün miktar ve fiyat değişimlerini parasal olarak ifade edebilmektedir.

Her bir girdi faktörünün toplam girdi içindeki payları ve kârlılıkla olan ilişkisi Eşitlik 12 ve Eşitlik 13 dikkate alınarak gösterilmektedir. Fiziksel ve işgücü girdisindeki “a”, her bir girdi faktörünün, toplam girdi içindeki oranı, “b” ise, her bir girdi faktörünün, toplam gelir içindeki oranı olarak ifade edilmektedir (Önder, 2006).

$$a = \sqrt{\left(\frac{P_0 Q_t}{\sum P_0 Q_t} + \frac{P_0 Q_0}{\sum P_0 Q_0}\right)} \quad (E.12)$$

$$b = \sqrt{\left(\frac{P_0 Q_t}{\sum p_0 q_t} + \frac{P_0 Q_0}{\sum p_0 q_0}\right)} \quad (E.13)$$

Kâr artış miktarı (Eşitlik 14), kârlılığın mutlak değeri ile yatırım fırsat maliyeti arasındaki farka eşittir. Yatırım fırsat maliyeti ise, toplam maliyete karşılık gelen minimum karlılıktır. Kâr artış oranı ise, kâr artış miktarının toplam maliyete oranıdır (Kurosawa, 1991).

$$Kar\ artış\ miktarı = (\sum p_t q_t - \sum P_t Q_t) - (\pi_\Omega \sum P_t Q_t) \quad (E.14)$$

Toplam girdi içindeki toplam birim maliyet artışı Eşitlik 15'te ifade edilmiştir (Önder, 2006). Girdi faktörlerinin cari yıl fiyatı ve miktarı çarpımının, cari yıl ürün fiyatı ve miktarı çarpımına oranı N değerini olarak gösterilmektedir. Cari yıl yerine referans yılın değerleri kullanılarak ise R değeri hesaplanmaktadır. A faktörü, girdi faktörü cari fiyatının referans yılı girdi faktörü miktarı ile çarpımının, cari yıl ürün fiyatı ve referans yılı ürün miktarı ile çarpımına oranı,

B faktörü ise girdi faktörü referans yılı fiyatı ve girdi faktörü miktarı çarpımının, referans yılı ürün fiyatı ve miktarı ile çarpımına oranı olarak açıklanmaktadır.

$$\text{Toplam birim maliyet artışı} = \frac{[(R-N)+(B-A)]}{2} \quad (\text{E.15})$$

3. Sonuçlar ve Değerlendirilmesi

Bu çalışmada, 2009-2011 yılları arasında TTK tarafından gerçekleştirilen taşkömürü üretiminin verimliliği Fisher ideal indeksi dikkate alınarak değerlendirilmiştir. 2009-2011 yılları arasındaki TTK'nın gelir ve gider enflasyon etkisini gidermek amacıyla Türkiye İstatistik Kurumu tarafından yayınlanan Toptan Eşya Fiyat Endeksi (TEFE) dikkate alınarak düzeltmeler yapılmıştır (Url-3). 2009-2011 yılları için hesaplanan indeks değerleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. İndeks değerleri

Yıllar	TEFE	İndeks
2009 (Referans yılı)	11 558.75	100
2010	12 543.07	108.52
2011	13 935.17	120.56

TTK tarafından üretilen taşkömürünün fiyat etkisini incelemek amacıyla, Fisher modelinin fiyat indeksi kullanılarak, taşkömürü toplam satışlarının gelir-gider mutlak farkı belirlenmiştir (Tablo 2). TTK'nın kömür satış fiyatı indeksinin 2009 referans yılına göre 2010 yılında % 9.60, 2011 yılında ise % 37.87 değiştiğini göstermektedir (Şekil 3).

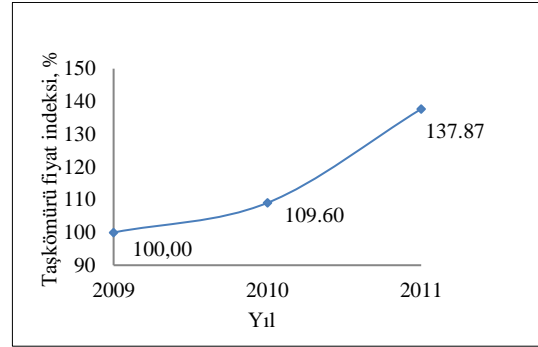
Memur ve işçi giderlerinin fiyat indeksi, 2009 referans yılına göre 2010 yılında %2.53 ve 2011 yılında ise % 17.28 oranında artmıştır (Tablo 3, Şekil 4).

Maden operasyonlarında kullanılan elektrik, dinamit, kapsül, maden direği, demirbağ vb. girdilerin birim maliyetleri, yıllık tüketimleri, sabit, cari ve mutlak maliyetleri hesaplanmış ve sonuçları Tablo 4'te verilmiştir. 2009 referans yılına göre girdilerin toplam maliyeti, 2010 yılında %3.51, 2011 yılında ise %17.05 oranında yükselmiştir (Şekil 5).

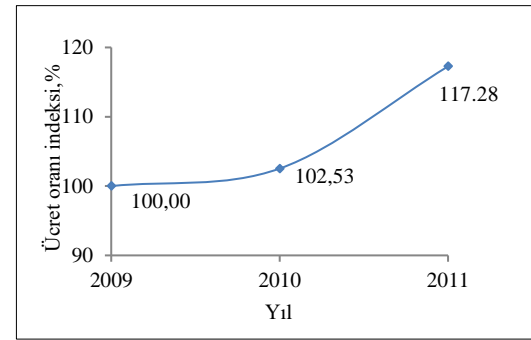
Girdi, gerçek ve cari maliyetler dikkate alınarak hesaplanan girdilerin fiyat ve miktar ile üretim indeksleri Tablo 5, 6 ve 7'de verilmiştir. Üretim indeksi, 2009 referans yılına göre 2010 yılında % 1.81 yükselmesine rağmen, 2011 yılında % 10.74 azalmıştır. Verimlilik indeksi 2010 ve 2011 yıllarında sırasıyla % 2.75 ve %11.47 oranında azalmıştır (Tablo 8). Girdi, üretim ve verimlilik indeksleri Şekil 6'da verilmiştir. TTK'nın 2009 referans yılına göre karlılığı 2010 yılı için % 2.95, 2011 yılı için % 4.26 yükselmiştir (Tablo 9, Şekil 7).

2009 referans yılına göre maliyet/üretim oranları 2010 yılında % 2.88, 2011 yılında ise % 4.10 azalmıştır. Kar/üretim oranları ise 2009, 2010 ve 2011 yılları için sırasıyla - % 132, 69, - % 125.98 ve - % 123.15 olarak bulunmuştur (Tablo 10, Şekil 8).

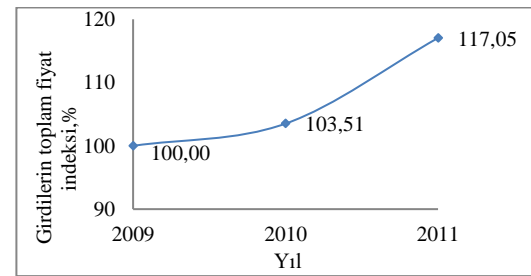
2009 yılına göre 2010 ve 2011 yıllarında birim memur ve işçi maliyetindeki artış sırasıyla % 13.69 ve % 33.37 olmuştur (Tablo 11). Toplam girdideki malzeme fiyatları ise 2010 yılında -% 0.53 düşmüş, 2011 yılında % 4.09 artmıştır (Tablo 12, Şekil 9). 2009 yılına göre toplam girdideki tüm birim miktarlar 2010 ve 2011 yıllarında sırasıyla % 13.16 ve % 37.45 artmıştır (Tablo 13, Şekil 9).



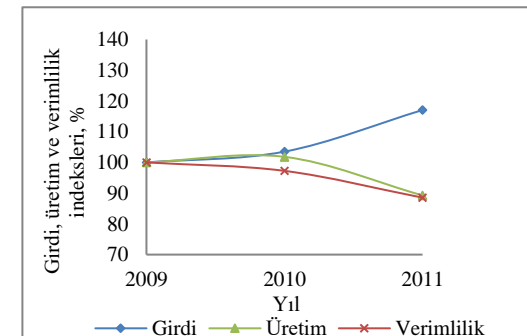
Şekil 3. Taşkömürü satış fiyat indeksi.



Şekil 4. Memur ve işçi giderleri ücret oranı indeksi.



Şekil 5. Girdilerin toplam fiyat indeksi.



Şekil 6. Girdi, üretim ve verimlilik indeksleri.

Tablo 2. Taşkömürü fiyat indeksi

Yıl	t dönemi brüt üretim değeri [$\sum P_t Q_t$]	Sabit fiyatlarla brüt üretim değeri [$\sum P_0 Q_t$]	Cari fiyatlarla brüt üretim değeri [$\sum P_t Q_0$]	Gelir-gider mutlak farkı [$0.5[(\sum P_t Q_t - \sum P_0 Q_t) + (\sum P_t Q_0 - \sum P_0 Q_0)]$]	Ürün fiyat indeksi I_{pt} (%)
2009	239 651 066	239 651 066	239 651 066	0	100.00
2010	267 409 578	242 716 887	261 305 072	23 173 348.50	109.60
2011	294 923 993	213 639 946	329 985 610	85 809 295.50	137.87

Tablo 3. Memur ve işçi giderlerinin fiyat indeksi

Yıl	Memur ve işçi Maliyeti [$\sum P_t Q_t$]	Memur ve işçi gerçek maliyeti [$\sum P_0 Q_t$]	Cari fiyatlarla Memur ve işçi maliyeti [$\sum P_t Q_0$]	Mutlak değerlerle yıllık memur ve işçilik giderleri oranının etkisi [$0.5[(\sum P_t Q_t - \sum P_0 Q_t) + (\sum P_t Q_0 - \sum P_0 Q_0)]$]	Memur ve işçi fiyat indeksi I_{pt} (%)
2009	500 609 865	500 609 865	500 609 865	0	100.00
2010	534 622 360	521 462 896	513 258 691	19 228 558	102.53
2011	595 762 860	507 921 819	587 046 840	130 357 495.50	117.28

Tablo 4. Girdilerin yıllık tüketimleri ile sabit, cari ve mutlak maliyetleri

Girdiler	Birim fiyat [P_t]	Tüketim miktarı [Q_t]	Maliyet [$\sum P_t Q_t$]	Gerçek maliyet [$\sum P_0 Q_t$]	Cari fiyatlarla maliyet [$\sum P_t Q_0$]	Gelir-gider mutlak farkı [$0.5[(\sum P_t Q_t - \sum P_0 Q_t) + (\sum P_t Q_0 - \sum P_0 Q_0)]$]	Fiyat indeksi I_{pt} (%)
Elektrik (TL/kWh)	0.123	201 668 362	24 805 208.53	24 805 208.53	24 805 208.53	0	100.00
	0.149	204 469 785	30 465 997.97	25 149 783.56	30 048 585.94	5 279 795.911	121.14
	0.152	197 340 781	29 995 798.71	24 272 916.06	30 653 591.02	5 785 632.574	123.58
Dinamit (TL/kg)	5.600	278 374	1 558 894.40	1 558 894.40	1 558 894.40	0	100.00
	6.195	255 198	1 580 951.61	1 429 108.80	1 724 526.93	158 737.67	110.63
	4.950	248 426	1 229 708.70	1 391 185.60	1 377 951.30	-171 210	88.39
Kapsül (TL/adet)	2.830	980 583	2 775 049.89	2 775 049.89	2 775 049.89	0.00	100.00
	2.900	943 792	2 736 996.80	2 670 931.36	2 843 690.70	67 353.12	102.47
	3.068	869 619	2 667 991.09	2 461 021.77	3 008 428.64	220 174.04	108.41
Maden direği (TL/m ³)	184.00	97 617	17 961 528	17 961 528	17 961 528	0	100.00
	188.80	103 592	19 558 169.60	19 060 928	18 430 089.60	482 901.6	102.61
	201.19	93 799	18 871 420.81	17 259 016	19 639 564.23	1 645 220.52	109.34
Demirbağ (TL/kg)	1.24	8 007 234	9 928 970.16	9 928 970.16	9 928 970.16	0	100.00
	1.36	11 273 150	15 331 484	13 978 706	10 889 838.24	1 156 823.04	109.68
	1.35	7 112 440	9 601 794	8 819 425.60	10 809 765.90	831 582.07	108.87

Tablo 5. Toplam girdilerin fiyat indeksi

Yıl	Toplam girdilerin maliyeti [$\sum P_t Q_t$]	Toplam girdilerin gerçek maliyeti [$\sum P_0 Q_t$]	Cari fiyatlarla fiziksel girdi maliyeti [$\sum P_t Q_0$]	Mutlak değerlerle toplam girdilerin fiyat etkisi [$0.5[(\sum P_t Q_t - \sum P_0 Q_t) + (\sum P_t Q_0 - \sum P_0 Q_0)]$]	Göreceli Fiyat İndeksi (%) [I_{pt}/I_{p0}]	Mutlak değerlerle göreceli fiyat değişiminin etkisi [$I_{pt} - I_{p0}$]	Toplam girdilerin fiyat indeksi I_{pt} (%)
2009	557 639 515.98	557 639 515.98	557 639 515.98	0	100	0	100.00
2010	604 295 959.98	583 752 353.72	577 195 422.41	20 049 756.35	105.88	-913 174.15	103.51
2011	658 129 573.31	562 125 384.03	652 536 141.10	95 450 407.2	117.79	-27 562 031.64	117.05

Tablo 6. Taşkömürü üretim indeksi

Yıl	Baz dönem fiyatlarıyla brüt taşkömürü üretim miktarı (TL) [$\sum P_t Q_t$]	Taşkömürü üretim miktarı (TL) [$\sum P_t Q_t$]	Cari fiyatlarla taşkömürü üretim miktarı (TL) [$\sum P_t Q_0$]	Çıktı etkisi [$0.5[(\sum P_t Q_t - \sum P_0 Q_t) + (\sum P_t Q_0 - \sum P_0 Q_0)]$]	Brüt üretim indeksi I_{qt} (%)
2009	239 651 066	23 965 1066	239 651 066	0	100.00
2010	242 716 887	267 409 578	261 305 072	4 585 163.5	101.81
2011	213 639 946	294 923 993	329 985 610	-3 0536 368.5	89.26

Tablo 7. Toplam girdilerin miktar indeksi

Yıl	Toplam gerçek maliyet $[\sum P_t Q_t]$	Toplam girdi maliyeti $[\sum P_t Q_t]$	Cari fiyatlarla girdi maliyeti $[\sum P_t Q_t]$	Girdi artışı ΔI $[0.5(\sum P_0 Q_t - \sum P_0 Q_0) + (\sum P_t Q_t - \sum P_t Q_0)]$	Toplam girdilerin miktar indeksi $I_{qt} (\%)$
2009	557 639 515.98	557 639 515.98	557 639 515.98	0	100.00
2010	583 752 353.72	604 295 959.98	577 195 422.41	26 606 687.65	104.69
2011	562 125 384.03	658 129 573.31	652 536 141.10	5 039 650.137	100.83

Tablo 8. Verimlilik indeksleri

Yıl	Göreceli Fiyat İndeksi (%) (Fiyat Kazanımı) $[I_{pt}/I_{qt}]$	Verimlilik indeksi (%) $[I_{qt}/I_{qt}]$	Karlılık $[I_{pt}/I_{pt}]^* [I_{qt}/I_{qt}]$	Toplam etki $[0.5(\sum p_0 q_t - \sum p_0 q_0) + (\sum p_t q_t - \sum p_t q_0) - (\sum p_0 q_t - \sum p_0 q_0) + (\sum p_t q_t - \sum p_t q_0)]$	Sabit fiyatlarla cari dönemden beklenen çıktı $[*\pi_0 \sum P_t Q_t]$	Cari fiyatlarla cari dönemden beklenen çıktı $[*\pi_{10} \sum P_t Q_t]$
2009	100	100	-	0	557 639 516	557 639 516
2010	105.88	97.25	103.60	-22 021 524.15	251 013 512.1	271 933 182
2011	117.79	88.53	104.46	-35 576 018.64	241 713 915.1	296 158 308

* $\pi_0 = \sum p_0 q_0 / \sum p_0 q_0 = 0.43$, $\pi_{10} = \sum p_{10} q_0 / \sum p_{10} q_0 = 0.45$

Tablo 9. Karlılık indeksi

Yıl	Toplam girdi Pay (%)		Kar Pay (%)	Göreceli değer (%)	Karlılık Mutlak değer etkisi	Yatırım fırsat maliyet (TL)
	a	b	b	$\sum p_t q_t / \sum P_t Q_t$	$\sum p_t q_t - \sum P_t Q_t$	$*\pi_{10} \sum P_t Q_t$
2009	100	232.69	-132.69	42.98	-317 988 449.98	-31 798 845.00
2010	100	236.60	-136.60	44.25	-336 886 381.98	-33 688 638.20
2011	100	247.91	-147.91	44.81	-363 205 580.31	-36 320 558 .03

* π_{10} : Toplam maliyete karşılık gelen minimum verim oranıdır (0.1 alınmıştır)

Tablo 10. Maliyet ve kar oranları

Yıl	Kar artış miktarı (KA) (TL)	Kar artış oranı (%)	Toplam maliyet (TL)	Brüt üretim değeri (TL)	Maliyet/üretim oranı (%)	Kar/üretim oranı (%)
	$\sum p_t q_t - \sum P_t Q_t - \pi_{10} \sum P_t Q_t$	$KA / \sum P_t Q_t$	$\sum P_t Q_t$	$\sum p_t q_t$	$\sum P_t Q_t / \sum p_t q_t$	$100 - (\sum P_t Q_t / \sum p_t q_t)$
2009	-286 189 604.98	-51.32	557 639 515.98	239 651 066	232.69	-132.69
2010	-303 197 743.78	-50.17	604 295 959.98	267 409 578	225.98	-125.98
2011	-326 885 022.28	-49.67	658 129 573.31	294 923 993	223.15	-123.15

Tablo 11. Toplam girdideki memur ve işçilik maliyetleri

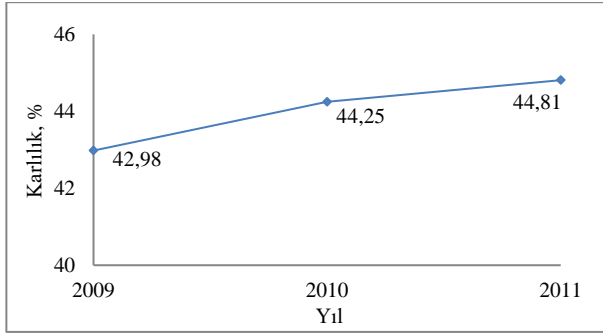
Yıl	$\sum P_t Q_t / \sum p_t q_t$ (%) [N]	$\sum P_0 Q_t / \sum p_0 q_t$ (%) [R]	$\sum P_t Q_0 / p_t q_0$ (%) [A]	$\sum P_0 Q_0 / \sum p_0 q_0$ (%) [B]	Memur ve işçilik birim maliyet artışı (%) $[(R-N) + (B-A) / 2]$
2009	208.89	208.89	208.89	208.89	0.00
2010	199.93	214.84	196.42	208.89	13.69
2011	202.01	237.75	177.90	208.89	33.37

Tablo 12. Toplam girdideki malzeme maliyetleri

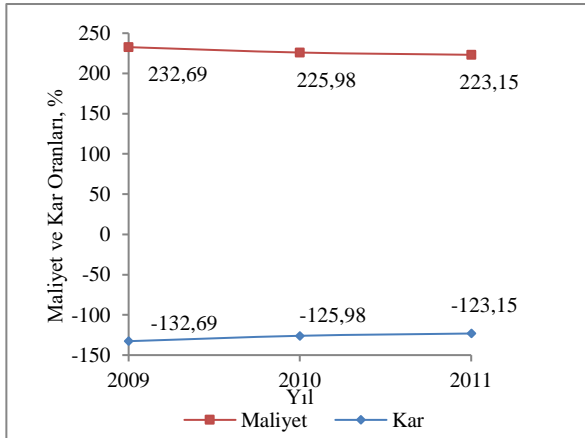
Yıl	$\sum P_t Q_t / \sum p_t q_t$ (%) [N]	$\sum P_0 Q_t / \sum p_0 q_t$ (%) [R]	$\sum P_t Q_0 / p_t q_0$ (%) [A]	$\sum P_0 Q_0 / \sum p_0 q_0$ (%) [B]	Birim malzeme maliyet artışı (%) $[(R-N) + (B-A) / 2]$
2009	23.80	23.80	23.80	23.80	0.00
2010	26.06	25.66	24.47	23.80	-0.53
2011	21.15	25.37	19.85	23.80	4.09

Tablo 13. Toplam girdideki tüm birim maliyetler

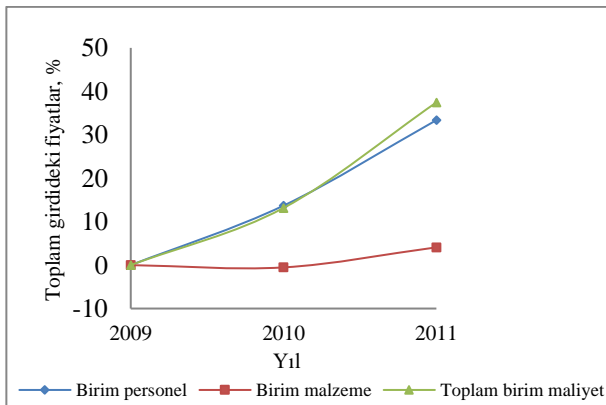
Yıl	$\frac{\sum P_t Q_t}{\sum P_0 Q_t}$ (%) [N]	$\frac{\sum P_0 Q_t}{\sum P_0 Q_t}$ (%) [R]	$\frac{\sum P_t Q_0}{P_t Q_0}$ (%) [A]	$\frac{\sum P_0 Q_0}{\sum P_0 Q_0}$ (%) [B]	Birim toplam maliyet artışı [(R-N)+(B-A)/2]
2009	232.69	232.69	232.69	232.69	0.00
2010	225.98	240.51	220.89	232.69	13.16
2011	223.15	263.12	197.75	232.69	37.45



Şekil 7. Karlılık değişimi.



Şekil 8. Kar ve maliyet oranları.



Şekil 9. Toplam girdilerdeki fiyat değişimleri.

4. Sonuç

Bu çalışmada, Zonguldak Kömür Havzasında bulunan TTK'nın beş değişik yeraltı işletmesinden alınan 2009, 2010 ve 2011 yıllarına ait üretim ve maliyet verileri kullanılarak verimlilik değerlendirilmesi yapılmıştır.

e-ISSN: 2148-2683

Fisher indeks sayısına temeline dayanan toplam verimlilik ve karlılık ölçüm modelinden elde edilen sonuçlara göre ürün fiyat indeksi 2009 yılı referans yılına göre taşkömürü fiyatının 2010 ve 2011 yıllarında sırasıyla % 9.60 ve % 37.87 arttığı belirlenmiştir. Üretim maliyetlerini en çok memur ve işçi giderleri etkilemiştir. 2009 yılına göre 2010 ve 2011 yıllarında memur ve işçi fiyat indeksleri %2.53 ve %17.28 yükselmiştir. Toplam girdilerin fiyat indeksi 2010 ve 2011 yıllarında sırasıyla % 3.51 ve % 17.05 arttığı, toplam tüketim değişimlerinin ise 2010 ve 2011 yıllarında sırasıyla % 4.69 ve % 0.83 yükseldiği belirlenmiştir. Verimlilik indeksi 2010 ve 2011 yıllarında sırasıyla % 2.75 ve %11.47 azalmıştır. TTK'nın 2009 referans yılına göre karlılığı 2010 yılında % 3.60, 2011 yılında % 4.46 yükselmiştir.

Zonguldak kömür havzasında hem kamu hem de özel sektör tarafından birçok yeraltı kömür ocağı işletilmektedir. Bu ocaklarda genellikle ilerletimli uzunayak yöntemi uygulanmakta olup hem iş gücü hem de elektrik, dinamit, kapsül, maden direği, demirbağ gibi girdi faktörleri yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Yeraltı ocaklarında girdi ve çıktı faktörlerinin fiyat ve miktar değişimlerinin takip edilmesi ve üretim planlanmasında ve ocak üretim faaliyetlerinin iyileştirilmesi çalışmalarında dikkate alınması işletmelerin performansını ve verimliliğini arttırabilecektir.

Teşekkür

Yazarlar, destekleri için Türkiye Taşkömürü Kurumu (TTK) yetkililerine teşekkür ederler.

Kaynakça

- Ahn, S., & Abt, R.C. (2005). Productivity measurement with improved index numbers: Application to the sawmills and planing mills industry of the U.S. 1947-2000. *Forest Policy and Economics*, 8, 321-332.
- Ataman, T. (1952). Zonguldak havzasında ince damarların kıymetlendirilmesi. Orta Doğu Teknik Üniversitesi. 125-134s. Ankara.
- BP, (2021). Statistical review of world energy, 70th edition, 7p.
- Donovan, J. G., & Karfakis, M. G. (2004). Design of backfilled thin-seam coal pillars using earth pressure theory. *Geotechnical and Geological Engineering*, 22:627-642.
- Hailu, A., & Veeman, T.S. (2001). Alternative methods for environmentally adjusted productivity analysis. *Agricultural Economics*, 25:210-216.
- Hua-ling, S., & Gua-feng, W., & Jin-ke, L. (2008). The adjusting mining technology of combining fully mechanized with individual prop, rotating, hilt, irregular form, and double unit face on thin coal seam of Tianchen Mine. *Journal of Coal Science & Engineering China*, 14 (1), 44-48.

- Kasap, Y. (2008). Türkiye Kömür Madenciliğinde Etkinlik ve Verimlilik Gelişimi Veri Zarflama Analizi. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 233s.
- Kurosawa, K. (1991). Productivity measurement and management at the company level: The japanese experience. Elsevier Science Publishing Company. 581 p/
- Mawson, P., Carlaw, K.I., & McLellan, N. (2003). Productivity measurement: Alternative approaches and estimates. New Zealand Treasury.
- Önder, S. (2006). Türkiye Bor Madenciliğinde Verimlilik Analizleri. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, 154s.
- Önder, S., & Konuk, A. (2018). Total productivity and profitability analyses of Turkish Boron Mining. The Journal of Engineering and Architecture Faculty of Eskişehir Osmangazi University 26:3, 107-116
DOI : <http://dx.doi.org/10.31796/ogummf.404467>
- Rogers, M. (1998). The definition and measurement of productivity, Melbourne instute of applied economic and social research. The University of Melbourne. Melbourne Instute Working Paper.
- Sink, S.D. (1985). Productivity management: Planning, measurement and evaluation control and improvement. New York: John Wiley&Sons.
- Şengün, B. (2012). İnce Kömür Damarları Üretiminde Verimlilik Analizi. Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 127s.
- Wang, F., & Tu, S., & Bai, O. (2012). Practice and prospects of fully mechanized mining technology for thin coal seams in China. The Journal of The Southern African Institute of Mining and Metallurgy. 112,116-163
- Url-1, <https://enerji.gov.tr/bilgimerkezi-tabiiikaynaklar-komur>, Erişim tarihi: 20.11.2022.
- Url-2, <http://taskomuru.net/tr/hakkimizda/>, Erişim tarihi: 20.11.2022.
- Url-3, <https://www.tuik.gov.tr/>, Erişim tarihi: 20.11.2022



Akımlı Yöntemle Üretilen Fe-W Alaşım Kaplamalar Üzerinde Farklı İş Çevrimlerinin Etkilerinin İncelenmesi

Buse Yavuz^{1*}, Görkem Bulut¹, İbrahim Usta², Sezer Tan^{1,3}, Hasan Algül^{1,3}, Ahmet Alp^{1,3}, Mehmet Uysal^{1,3}

¹Metalurji ve Malzeme Mühendisliği, Sakarya Üniversitesi, Türkiye

²Metalurji ve Malzeme Mühendisliği, Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Türkiye

³Doğal Kaynak ve Atık Değerlendirme Laboratuvarı (DOKADEM), Sakarya Üniversitesi, Türkiye

(1st International Conference on Engineering, Natural and Social Sciences ICENSOS 2022, December 20 - 23, 2022)

(DOI: 10.31590/ejosat.1226767)

ATIF/REFERENCE: Yavuz, B., Bulut, G., Usta, İ., Tan, S., Algül, H., Alp, A & Uysal, M. (2022). Akımlı Yöntemle Üretilen Fe-W Alaşım Kaplamalar Üzerinde Farklı İş Çevrimlerinin Etkilerinin İncelenmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (45), 184-187.

Öz

Bu çalışmada akımlı Fe-W kaplama yapılmıştır. Wolfram mekanik özellikler açısından kıyaslanacak olunursa çelikten daha sert bir yapıya sahip ve sıcaklıklara karşı yüksek direnç gösterir. Bu özelliklerinden dolayı endüstri uygulamalarında tercih edilen bir kaplama olacaktır. Kaplama yapılan altlık olarak alüminyum tercih edildi. Bunun sebebi ise Alüminyumun korozyon direnci açısından oldukça düşük performans gösteriyor olmasıdır. Yapılan Fe-W kaplama ile korozyon testleri sonucunda bu sorun önemli ölçüde giderilmiştir. Kaplama esnasında farklı elektrodpozisyon değerleri kullanılmıştır. Biriktirme sıcaklığı kristalleşme açısından önemli rol gösterdi. Karakterizasyon testleri sonucunda SEM görüntülerinin elde edilmesinde yüzey morfolojisinin görmek için 3000 büyütmelerde görüntü alındı. Görüntü sonucu granüler morfoloji oluştuğu gözlemlenmiştir. Yapılan Tafel polarizasyon analizi sonucunda artan Ton süresi ile korozyon oranının yaklaşık olarak 5mpy'e kadar düştüğü gözlemlenmiştir

Anahtar Kelimeler: Fe-W kaplama, Korozyon oranı, Scherrer Denklemi, Nodüler morfoloji, İş çevrimi

Investigation of the Effects of Different Duty Cycles on Fe-W Alloy Coatings Produced by Electrodeposition Method

Abstract

In this study, electrodeposition Fe-W coating was applied. When Wolfram is compared in terms of mechanical properties, it has a harder structure than steel and shows high resistance to temperatures. Due to these properties, it will be a preferred coating in industrial applications. Aluminum was preferred as the coated substrate. The reason for this is that Aluminum performs very poorly in terms of corrosion resistance. As a result of the corrosion tests with Fe-W coating, this problem has been significantly eliminated. Different electrodeposition values were used during the coating. The deposition temperature played an important role in crystallization. As a result of characterization tests, images were taken at 3000 magnifications to see the surface morphology in obtaining SEM images. It was observed that granular morphology was formed as a result of the image. As a result of the Tafel polarization analysis, it was observed that the corrosion rate decreased to approximately 5mpy with increasing Ton time.

Keywords: Fe-W coating, Corrosion rate, Scherrer Formula, Nodular morphology, Duty cycle

1. Giriş

Fe-W kaplamaları günümüzde oldukça tercih edilmeye başlanmıştır. Bunun sebepleri ise Fe-W kaplamaların sertliklerinin yüksek olması, korozyona karşı olan dirençleri ve termal dirençlerinin oldukça yüksek olmasıdır. İlerleyen zamanlarda Fe-W kaplamaları krom (Cr) ile yapılan kaplamaların yerini alabileceği öngörülmektedir. Bunun sebeplerinden biri ise Cr kaplamaların çevreye olan olumsuz etkileridir[1]. Fe-W kaplamalar ile Cr kaplamalarda oluşan bu olumsuz etki ortadan kaldırılmaktadır. Fe-W kaplamalar üzerine yapılan araştırmalar günümüzde az sayıda olsa da bu kaplamanın faydaları, olumlu yönleri görüldükçe yaygınlaşmaya ve kullanılmaya başlanmıştır. Fe-W kaplamaları genel olarak ele alacak olursak öncelikle bu kaplamada mekanik özelliklerin artışı genel olarak W ye bağlıdır. Tungsten ve demirin bir araya getirilmesi ile oluşturulan Fe W alaşım matrisinin katkıları oldukça fazladır. Bu çalışmada alüminyum altlık üzerine Fe-W kaplama işlemi akımlı yöntemle gerçekleştirilmiştir

2. Materyal ve Metot

Bu çalışmada akımlı kaplama yöntemi kullanılarak Fe-W kaplama yapılmıştır. Kullanılan alüminyum altlık 6XXX alüminyum serisidir. Alüminyum numune kesme diski yardımı ile 30x30x3 mm boyutunda kesilmiştir. Daha sonra sırasıyla 120-240-400-600-800-1000-1200 yüzeyi SiC zımpara kağıtları ile zımparalanmıştır. Kaplama öncesi Al numune yüzeydeki yağ ve kirlerden arınması için üçlü asit karışımı olan H₂SO₄, HCl, HNO₃ asitlerine ve yüzey oksidasyonunu engellemek için zinkatlama işlemine tabi tutulmuştur. Bu işlem her iki asit de dahil olmak üzere ilk 20 şer saniye daha sonra 10 sn olmak üzere iki defa tekrarlanmıştır ve sonra saf su ile asit tabakası yıkanmıştır. Kaplamanın olacağı altlık alüminyum olduğu için katot olarak seçilmiş ve birikme bunun üzerinde gerçekleşmiştir. Anot olarak grafit kullanılmıştır. Uygun sıcaklığa ulaşıldıktan sonra katot ve anot asılarak çözelti içine daldırıldı. Sisteme akım verilerek kaplama başlatıldı. Banyo bileşiminde bulunan kimyasallar ve çalışma koşulları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 1. Akımlı Fe-W alaşım kaplamalara ait banyo bileşimi

Kimyasal	Miktar
Sodyum Tungsten	78 g/L
Sodyum Sitrat	59 g/L
Fosforik Asit	7.69 ml/L
Borik Asit	10.25 g/L
Demir Sülfat	0.1 ml
Banyo hacmi	100 ml

Tablo 2. Akımlı Fe-W alaşım kaplamalara ait banyo çalışma şartları.

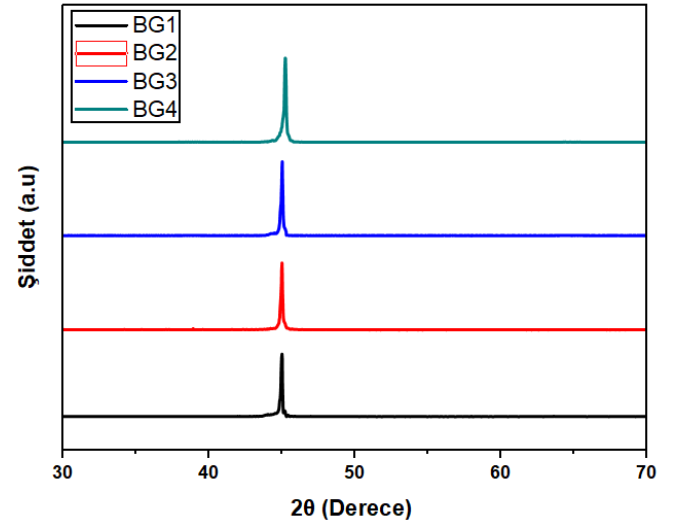
Çalışma Koşulları	
Zaman	50dk
Sıcaklık	60°
ph	5
Akım	1.6A/dm ²

Tablo 3. Akımlı Fe-W alaşım kaplamalara numune kodları ve çalışma parametreleri.

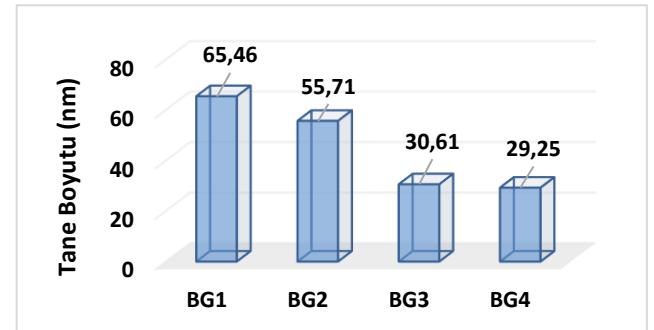
Numune	İş Çevrimi (Ton-Toff)
BG1	20-80
BG2	50-50
BG3	60-40
BG4	80-20

Kaplamanın yüzey morfolojisi için Taramalı Elektron Mikroskopunda (SEM) incelendi. XRD de X-ışını kırınım analizi yapıldı. Analizde Cu K-alfa radyasyonu ve 1.54 Å's dalga boyu kullanıldı. Kaplama yapılan numune korozyon testi için %3,5 NaCl çözeltisi içerisinde bekletildi. Referans elektrot olarak Doygun Kalomel Elektrot kullanıldı.

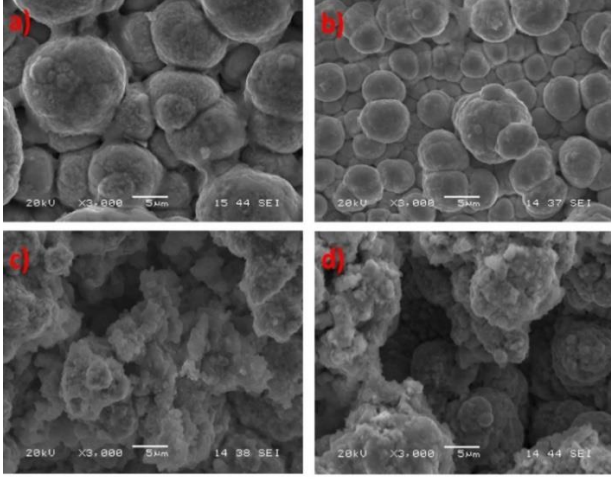
2.1.Bulgular:



Şekil 1: Farklı iş çevrimlerinde üretilen akımlı Fe-W kaplamaların XRD desenleri.



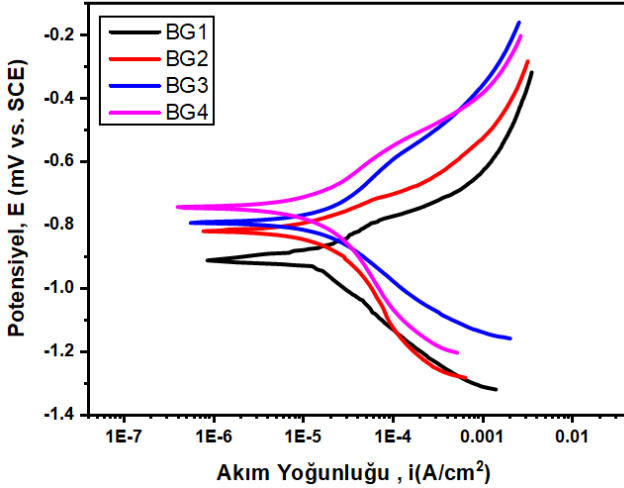
Şekil 2: Scherrer denklemi ile hesaplanan kaplamaların tane boyutu.



Şekil 3: Akımlı Fe-W kaplamaların SEM yüzey görüntüleri (3000x büyütme) (a: BG1, b: BG2, c: BG3, d: BG4).

Tablo 4: EDS sonuçlarına göre farklı iş çevrimlerine sahip Fe-W kaplamaların hacimce yüzde W oranları.

Numune	Fe (%)	W (%)
BG1	74.532	25.468
BG2	71.102	28.898
BG3	58.229	41.771
BG4	35.268	64.732



Şekil 4: Kaplamanın farklı iş çevrimlerine göre Tafel eğrileri.

Tablo 5: Farklı iş çevrimi polarizasyon eğrilerinden elde edilen korozyon oranları.

Numune	Korozyon Oranı (mpy)
BG1	46.99
BG2	35.71
BG3	6.216
BG4	5.144

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

3.1. Tartışma

Farklı iş çevrimleri (duty cycles) kullanılarak elde edilen Fe-W alaşımlarının X-ışını kırınım analizi Şekil 1'de gösterilmiştir. XRD kırınımına göre 44 derecede (110) düzleminde tek bir demir piki gözlemlenmiştir. XRD sonuçları karşılaştırıldığında farklı iş çevrimi pik şiddetlerini ve genişliğini değiştirdiği sonucuna varılabilir. Kırınım tepe noktalarının genişlemesi, elektrokaplanmış Fe-W' nin tane boyutunun azaldığını gösterir. Yapıdaki W miktarındaki artış ile tane boyutunun azaldığı önceki çalışmalarda bildirilmiştir[2,3]. Sonuç olarak bu çalışmadaki iş çevrimi miktarındaki artış, yapıya daha fazla W miktarının girmesini sağlayarak tane boyutunun küçülmesine neden olmuştur. Bu durumu doğrulamak amacıyla, tane boyutunun ortalama değeri, aşağıda verilen Scherrer denklemi [4] kullanılarak, tepe genişliğinden hesaplanmıştır.

$$\tau = \frac{K\lambda}{\beta \cos\theta}$$

burada: β - tepe genişlemesi (radyan cinsinden); λ - dalga boyu (Å cinsinden); τ - Tane boyutu; θ - tepe noktasının açısıdır.

Kaplamaların kristal boyutu Şekil 2'de grafik olarak sunulmuştur. XRD verileri ile kıyaslandığında tane boyutları tutarlı bir sonuç göstermiştir. Tungsten oranındaki artış yeni çekirdekleyici bölgeler oluşturarak tane boyutunu düşürmüştür [5].

Şekil 3 farklı iş çevrimlerinde üretilen akımlı Fe-W kaplamalara ait yüzey görüntülerini göstermektedir. Görüntüler yapının granüler halden nodüler hale geçtiğini göstermektedir. Artan T_{on} süresi ile bölgesel olarak büyümeler gerçekleşmiştir. Bunun sebeplerinden biriside yapıda artan T_{on} süresi ile birlikte kaplama tabakası içerisinde bulunan W içeriğinin artmasıdır. W elementi kaplama tabakasında ekstra çekirdekleyici bölgeler oluşturmuştur ve yoğun olarak bulunduğu noktalarda bolca Fe çekirdeklenmesine neden olmaktadır. Artan T_{on} süresi ile birlikte kaplama tabakası içerisinde bulunan W oranının değişimi Tablo 4'te EDS analizi ile desteklenmektedir.

Şekil 4, farklı iş çevrimleri kullanılarak elde edilen Fe-W kaplamalarının potansiyodinamik polarizasyon eğrilerini göstermektedir. Potansiyodinamik polarizasyon eğrilerine bakıldığında korozyon hızı en düşük olan numune BG4 kodlu numuneye aittir. Bu en yüksek iş çevrimine sahip kaplamadır. Korozyon oranı en düşük olan numunenin akım yoğunluğu $29.80 \times 10^{-5} \text{ A/cm}^2$ olarak bulunur. BG4 iş çevrimi kullanılarak üretilen numunenin korozyon direnci diğer numunelere kıyasla daha yüksektir. Bunun ana nedeni yapıda daha fazla tungsten miktarının bulunması ve tane boyutunun diğer numunelere göre daha küçük olmasıdır. Ayrıca korozyon direncinin artmasının diğer bir nedeni W atomlarının difüze olmasından kaynaklanmaktadır. [5]. Bu çalışmada korozyon direncinin artmasının temelde 2 sebebi vardır. Bunlardan biri azalan tane boyutu bir diğeri ise W miktarıdır. Artan W miktarı ile birlikte yapıda daha fazla W içeriği EDS analizinde gözlemlendi. Korozyon testi esnasında tungsten tercihen yüzeye doğru hareket etmiştir ve yüzeyde oksitli yapılar oluşturmuştur[3].

4.Sonuç

Farklı iş çevrimleri kullanılarak dört farklı Fe-W kaplama başarılı bir şekilde alüminyum altlık yüzeyine indirgenmiştir.

Artan T_{on} süresi ile birlikte yapıya ait tane boyutu önemli ölçüde azalmıştır. Tane boyutundaki bu azalma, kaplama tabakası içerisindeki W oranının artışıyla açıklanabilir. Artan W oranı ile yeni çekirdekleyici bölgelerin oluşumu tetiklenmektedir.

Artan T_{on} süresi ile birlikte korozyon oranı önemli ölçüde düşmüştür. Tane morfolojisinin küçülmesi ve W oranının artan T_{on} süresi ile birlikte yapı içerisinde daha fazla oranda bulunması bu sonucu ortaya çıkarmıştır. Artan W oranı ile W atomları yüzeye doğru hareket ederek korozyon esnasında oksitli yapı oluşumuna sebebiyet vermiş ve korozyon için pasif bir tabaka oluşturmuştur.

Kaynakça

- [1] S. Wang, C. Zeng, Y. Ling, J. Wang, G. Xu, Phase transformations and electrochemical characterizations of electrodeposited amorphous Fe–W coatings, *Surf. Coatings Technol.* 286 (2016) 36–41. <https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2015.12.011>.
- [2] A. Nicolenco, N. Tsyntsaru, H. Cesiulis, Fe (III)-Based Ammonia-Free Bath for Electrodeposition of Fe-W Alloys, *J. Electrochem. Soc.* 164 (2017) D590–D596. <https://doi.org/10.1149/2.1001709JES/XML>.
- [3] K.R. Sriraman, S. Ganesh Sundara Raman, S.K. Seshadri, Corrosion behaviour of electrodeposited nanocrystalline Ni-W and Ni-Fe-W alloys, *Mater. Sci. Eng. A.* 460–461 (2007) 39–45. <https://doi.org/10.1016/j.msea.2007.02.055>.
- [4] A.L. Patterson, The scherrer formula for X-ray particle size determination, *Phys. Rev.* 56 (1939) 978–982. <https://doi.org/10.1103/PhysRev.56.978>.
- [5] A. Akyol, H. Algul, M. Uysal, H. Akbulut, A. Alp, A novel approach for wear and corrosion resistance in the electroless Ni-P-W alloy with CNFs co-depositions, *Appl. Surf. Sci.* 453 (2018). <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2018.05.152>.



Orta Karadeniz Bölgesi Kızılırmak ve Yeşilirmak Nehirlerindeki Mikrokirletici Varlığının İncelenmesi

Sevde Üstün Odabaşı^{1*}

^{1*} Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Samsun, Türkiye, (ORCID: 0000-0003-3533-4089), sevde.ustun@omu.edu.tr

(1st International Conference on Engineering, Natural and Social Sciences ICENSOS 2022, December 20 - 23, 2022)

(DOI: 10.31590/ejosat.1230299)

ATIF/REFERENCE: Üstün Odabaşı, S. (2022). Orta Karadeniz Bölgesi Kızılırmak ve Yeşilirmak Nehirlerindeki Mikrokirletici Varlığının İncelenmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (45), 188-193.

Öz

Sucul ortamda bulunan mikrokirleticiler insan sağlığı ve çevre için olumsuz etkilere neden olmaktadır. Mikrokirleticiler biyolojik arıtmaya karşı dirençli oldukları için atıksu arıtma tesislerinde tam olarak giderilememekte ve alıcı ortama deşarj edilmektedir. Bu kapsamda yüzeysel sular en fazla mikrokirletici kirliliğine maruz kalmaktadır. Bu çalışmada Orta Karadeniz bölgesinin en büyük nehirlerinden birisi olan Kızılırmak ve Yeşilirmak nehirleri insan aktiviteleri, endüstriyel ve tarımsal deşarjlar nedeniyle yoğun bir şekilde kirlenmektedir. Bu nedenle Kızılırmak ve Yeşilirmak nehirlerinin fizikokimyasal ve organik kirletici parametrelerinin ölçülerek hesaplanması amaçlanmıştır. Çalışmanın en önemli amacı ise Kızılırmak ve Yeşilirmak nehirlerine yapılan deşarjlar sonucunda mikrokirletici akıbetini belirlemektir. Bu kapsamda Dünya'da yüzeysel sularda sıklıkla tespit edilen dört farklı mikrokirletici grubu (kafein, naproksen, atenolol ve sülfametoksazol) açısından izleme çalışması yapılmıştır. Bu mikrokirleticiler olup yüzeysel sularda sıklıkla tespit edilen kirleticilerden seçilmiştir. Bu çalışmanın amacı yüzeysel suların maruz kaldığı mikrokirletici konsantrasyonlarının belirlenmesi ve literatürdeki çalışmalara katkı sağlamaktır. Ayrıca mikrokirleticiler Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerinin gerçekleştirilmesi için küresel bir tehdit haline geldiği için bu tarz çalışmalar önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Mikrokirletici, Yüzeysel Suyu, Antimikrobiyal, Sucul Kirlilik, Atıksu

Investigation of Micropollutant Presence in Kızılırmak and Yeşilirmak Rivers in Mid-Black Sea Region

Abstract

Micropollutants in the aquatic environment cause adverse effects on human health and the environment. Since micropollutants are resistant to biological treatment, they cannot be removed entirely in wastewater treatment plants and are discharged to the receiving environment. In this context, surface waters are exposed to the most micropollutant pollution. In this study, Kızılırmak and Yeşilirmak rivers, one of the largest rivers of the Mid-Black Sea region, are heavily polluted due to human activities and industrial and agricultural discharges. For this reason, it is aimed to measure and calculate the physicochemical and organic pollutant parameters of the Kızılırmak and Yeşilirmak rivers. The most important aim of the study is to determine the fate of micropollutants as a result of discharges to the Kızılırmak and Yeşilirmak rivers. In this context, a monitoring study was conducted on four different micropollutant groups (caffeine, naproxen, atenolol, and sulfamethoxazole) frequently detected worldwide in surface waters. These micropollutants are selected from pollutants that are commonly detected in surface waters. This study aims to determine the micropollutant concentrations to which surface waters are exposed and to contribute to the studies in the literature. In addition, such studies are important as micropollutants have become a global threat to the realization of the United Nations Sustainable Development Goals.

Keywords: Micropollutant, Surface Water, Antimicrobial, Aquatic Pollution, Wastewater

* Sorumlu Yazar: sevde.ustun@omu.edu.tr

1. Giriş

Sucul çevrede bulunan mikrokirleticiler düşük konsantrasyonları (ng/L-µg/L) ve kalıcı yapıları nedeniyle son zamanlarda dünyaca ilgilenilen bir konu haline gelmiştir. Mikrokirleticiler farmasötik maddeler, endokrin bozucu kimyasal ve kişisel bakım ürünleri olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır. Mikrokirleticiler sucul çevreye genellikle antropojenik faaliyetler sonucu karışarak orada yaşamını sürdüren canlılar üzerinde toksik, mutojenik ve kanserojenik etkilere neden olmaktadır. Mikrokirleticilerin sucul çevreye karışmasının birincil basamağını atıksu arıtma tesisleri oluşturmaktadır. Klasik atıksu arıtma tesisleri mikrokirleticileri tam olarak arıtmadan alıcı ortama deşar etmektedir. Alıcı ortama deşarj edilen bu kirleticiler yüzey sularına, yeraltı sularına ve hatta içme sularına karışmaktadır. Bu kapsamda yüzeysel sulardaki mikrokirletici konsantrasyonları yeraltı ve içme sularına göre daha yüksektir (Ustun Odabasi, Altin, & Buyukgungor, 2020).

Atıksu arıtma tesisinden yüzeysel sulara deşarj edilen mikrokirleticiler, değişik derecelerde doğal seyrelmelere maruz kalarak konsantrasyonlarında azalmalar meydana gelmektedir. Bu seyrelmeler mikrokirleticilerin sedimanda tutunması, doğrudan ve dolaylı fotoliz, yüzey suyunda seyrelme ve aerobik biyolojik parçalanmadır. Yüzeysel sulardaki seyrelmelerin en önemli nedeni yağışlardan oluşmaktadır. Tüm bu faktörlere rağmen yüzeysel sularda mikrokirletici konsantrasyonları sıklıkla tespit edilebilmektedir. Mikrokirleticilerin farklı fizikokimyasal özellikleri yüzey suyunda bulunuşlarını da etkilemektedir. Uçuculuk, sudaki çözünürlük, kimyasal kararlılık, partikül dağılım özelliği suda çözülüp çözilemeyeceğini ve kirleticilerin bir aşamadan diğer aşamaya geçişini (su-toprak hareketleri) katsayısı (k_{ow}) gibi sabitler mikrokirleticilerin sucul ortamdaki davranışlarını etkileyen en önemli parametreleri oluşturmaktadır (Archundia et al., 2017). Tüm bu faktörler dikkate alınarak yüzeysel sulara bulunan mikrokirleticiler değerlendirilmektedir (Caliman & Gavrilescu, 2009; M. K. Kim & Zoh, 2016; Vulliet & Cren-Olivé, 2011).

Dünyada mikrokirleticilerin akıbeti ile ilgili çok çeşitli izleme çalışmaları yapılmaktadır. Mikrokirleticiler için hali hazırda bir standart bulunmamaktadır. Ancak bu izleme çalışmaları ile mikrokirleticilerin konsantrasyonları tespit edilerek limitlerin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Bu nedenle yüzeysel sulara mikrokirleticilerin izleme çalışmaları oldukça önem taşımaktadır. Bu kapsamda Avrupa Birliği mevzuatı Su Çerçeve Direktifi (2000/60/EC) ve Çevresel Kalite Standartları (2008/105/EC) kapsamında alıcı ortamda sağlanması gereken kalite kriterlerini kapsamında AB izleme listesi (watch list) 2015/495/EU spesifik kirleticiler ve öncelikli maddeler ile ilgili bir liste hazırlamıştır (Ustun Odabasi et al., 2020). Bu listeler dört yılda bir güncellenerek mikrokirleticiler sucul çevredeki konsantrasyonları ve akıbetleri incelenmektedir. Bu çalışmada incelenen mikrokirleticilerden birisi olan sülfametoksazol AB izleme listesinde yer almaktadır (Gutiérrez-Sánchez et al., 2022). Tablo 1'de dünyadaki yüzeysel sulara sıklıkla tespit edilen mikrokirleticiler ile ilgili veriler verilmiştir.

Yüzey suyundaki mikrokirletici kaynakları genellikle atıksu arıtma tesislerinin deşarjlarından kaynaklansa da tarımsal akışlar, hayvancılık ve endüstriyel atıksu sızıntıları gibi faktörlerle de kirlenebilmektedir. Günümüzde yüzeysel su kaynaklarının içme suyu kaynağı olarak kullanılması nedeniyle mikrokirletici potansiyeli insan sağlığını tehdit eden daha büyük bir sorun olarak

karşımıza çıkmaktadır. Ustun Odabası vd. (2020) yaptıkları çalışmada içme suyu arıtma tesisinin girişi ve çıkışında mikrokirletici konsantrasyonuna rastlandığı belirtilmiştir. Bu nedenle yüzeysel su kaynaklarının mikrokirletici konsantrasyonlarının izlenmesi büyük önem taşımaktadır.

Tablo 1. Yüzey suyunda bulunan mikrokirleticilerin konsantrasyonları

Mikrokirletici	Ülke	Konsantrasyon (µg/L)	Kaynak
Parasetamol	Sırbistan	78.17	(Grujić, Vasiljević, & Lausević, 2009)
	Kore	0.0041-0.0073	(S. D. Kim, Cho, Kim, Vanderford, & Snyder, 2007)
Kafein	Çin	0.339	(Yang et al., 2013)
	ABD	0.290	(Barnes et al., 2008)
Karbamazepin	Kore	0.0045-0.061	(S. D. Kim et al., 2007)
	Fransa	0.0104	(Vulliet & Cren-Olivé, 2011)
	Fransa	0.0055	(Vulliet & Cren-Olivé, 2011)
Sülfametoksazol	ABD	1.9	(Ahmad, Ahmad, Usman, & Al-Wabel, 2021)
	Tayvan	14.3	(aus der Beek et al., 2016; Heberer, 2002)
	Avusturya	5.27	(Hanna et al., 2018)
Naproksen	İsviçre	0.003-0.010	(Straub & Stewart, 2007)
	Ukranya	0.2-0.264	(Shanmugam, Sampath, Selvaraj, Larsson, & Ramaswamy, 2014)
	Portekiz	0.178	(Jallouli et al., 2016)

Çalışmada incelenen mikrokirletici maddeler incelendiğinde bisiklik bir propiyonik asit türevi olan naproksen, nonselektif, nonsteroidal antiinflatuvar ilaçlar grubundan yaygın olarak bilinen bir ilaçtır. Naproksen vücutta iki ana ürüne metabolize edilir: O-desmetilnaproksen ve naproksen glukuronid. Yapılan çalışmalarda bugüne kadar naproksenin mineralizasyona uğramadığı ve yüksek bir derişimle atıksu arıtma tesisinde arıtılmadan sucul çevreye deşarj edildiği belirtilmiştir. Yine çalışmalar sonucunda naproksenin atıksu arıtma tesisinde sadece %40'ının giderildiği bilinmektedir. Yine Avrupa Birliği tarafından yapılan çalışmalarda yüzey sularında naproksen konsantrasyonunun Avrupa İlaç Ajansı tarafından tavsiye edilen

konsantrasyonu 10 ila 500 kat aştığı belirtilmiştir (Wojcieszynska & Guzik, 2020). Naproksen çevrede anyonik formda bulunarak ters bir şekilde pH ile bağlantılıdır. Naproksenin giderim mekanizması sorpsiyon ve degradesyondan oluşmaktadır. Ayrıca naproksenin kil ve negatif yüklü organik maddeler ile elektrostatik çekiminin oldukça zor olduğu bilinmektedir. Naproksenin çevrede ekotoksikolojik etkileri olduğu bilinmektedir. Organzimalara karşı direk veya metabolitleri yoluyla toksisiteye neden olabilmektedir. Naproksenin foto türevlerinin *Brachionus calyciflorus*, *Thamnocephalus platyurus*, *Ceriodaphnia dubia*, *Vibrio fischeri* ve *Daphnia magna* için ana bileşiğe göre daha toksik olduğu yapılan çalışmalarda bildirilmiştir (Liu, Nielsen, & Vollertsen, 2019). Çalışmada incelenen bir diğer mikrokirletici grubu sülfametoksazoldur. Sülfametoksazol hem insan hem de veterinerlik tedavilerinde en çok reçete edilen ve tüketilen antibiyotiklerinden birisi olup %15-25'i vücuttan değişmeden atılmaktadır (Carvalho & Santos, 2016). Su ortamlarında yağın olarak bulunan sülfametoksazol, yalnızca temel ekosistem işlevlerinde yer alan doğal mikrobiyal popülasyonlar üzerindeki potansiyel biyosit etkileri için değil, aynı zamanda hem çevresel hem de patojenik bakterilerde antibiyotik direncinin indüklenmesi ve yayılması için endişe kaynağı oluşturmaktadır. Özellikle en endişe verici kısım dirençli genlerin çeşitli çevresel bölümler arasında hareket edebilmesi ve besin zincirine aktarabilmesidir. Yapılan çalışmalarda sülfametoksazolun sudaki çözünürlüğünün çok düşük nispeten sedimanda bozunmasının daha hızlı olduğu belirtilmiştir. Bir diğer mikrokirletici olan atenolol, bir beta-bloker ilacı olup kardiyovasküler hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır (Patrolecco et al., 2018). En çok tüketilen beta-blokerlerden biri olan atenolol, insan vücudu tarafından tam olarak metabolize edilmez ve bu nedenle çoğunlukla (yaklaşık %90) değişmeden idrarla atılmaktadır. Bu nedenle atıksu arıtma tesislerinde yapılan çalışmaların çoğunda atenolol konsantrasyonlarına denk gelinmiştir. Yapılan çalışmalar yine atenololün de sucul canlılar üzerinde olumsuz etkilere neden olduğunu göstermiştir. Atenololün embriyo gelişimini engellediğini, balık karaciğer hücrelerinden endokrin bozucu kimyasal olarak rol oynadığı belirtilmiştir (Haro, Del Vecchio, Marcilio, & Féris, 2017). Çalışmada incelenen bir diğer madde olan kafein, dünyada en çok tüketilen psikostimülandır ve ister kahve, çikolata, enerji içecekleri veya ilaçlar olsun, birçok günlük yaşamın düzenli bir parçasını oluşturmaktadır. Vücuda alınan kafeinin %0.5-10'u gerekli olup kalan kısmı vücuttan atılmaktadır. Su ekosistemlerine sürekli kafein akışı, mikroalgler, mercanlar, çift kabuklular, süngerler, deniz solucanları ve balıklar dahil olmak üzere çok çeşitli su yaşamı üzerindeki halihazırda tanımlanmış etkileri nedeniyle bilim adamları arasında endişe yaratmaktadır. Ayrıca, yüksek çözünürlük ve yavaş bozunma hızı sergileyerek sucul ortamlarda daha kalıcı olmasına yol açmaktadır (Al-Qaim et al., 2017).

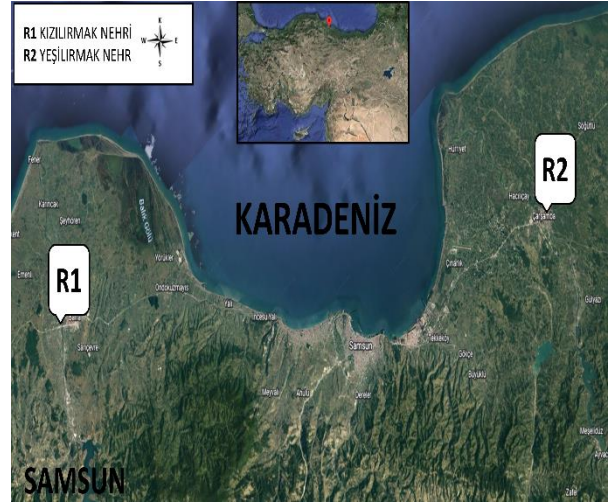
Bu çalışmada Orta Karadeniz Bölgesinde yer alan Kızılırmak ve Yeşilirmak nehirleri ülkemizdeki en verimli ovalar olan Bafra ve Çarşamba ovalarını beslemektedir. Bölge tarım ve hayvancılığın yoğun olması, nehirlerin şehir merkezlerinden geçerek evsel ve endüstriyel atıksu ve atıklara maruz kalması gibi sebeplerle yoğun bir şekilde kirleticiye maruz kalmaktadır. Bu nedenle çalışmada Kızılırmak ve Yeşilirmak fizikokimyasal ve organik kirletici parametrelerinin izlenmesi ve dört farklı mikrokirletici grubundan olan naproksen (non-steroidal antiinflamatuvar), atenolol (beta-bloker), sülfametoksazol (antibiyotik) ve kafein (uyarıcı ve yaşam tarzı bileşimi) varlığı araştırılmıştır. Daha öncesinde Orta Karadeniz bölgesinde

Kızılırmak ve Yeşilirmak nehirlerinin mikrokirletici incelemesi bu dört kirletici için yapılmadığından bu çalışma özgündür. Ayrıca bu çalışma ile literatüre katkı sağlanarak ileride oluşturulması planlanan yönetmeliğin alt yapısına katkı sağlaması amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Çalışma Alanı

Çalışma alanı Orta Karadeniz bölgesinde yer alan Kızılırmak (41° 34' 6.5" enlem - 35° 52' 57" boylam) Nehri ve Yeşilirmak (41° 12' 16" enlem- 36° 43' 40" boylam) Nehirlerinin örnekleme noktaları Şekil 1'de verilmiştir. Kızılırmak nehrinin doğuş noktası Sivas Kızıldağ olup denize döküldüğü yer Samsun'un Bafra ilçesidir. Kızılırmak ortalama 185 m³/s akım değerine sahip ve 1355 km uzunluğundadır. Kızılırmak önemli sulak alan ve delta ovası olması nedeniyle tarımsal açıdan da çok değerlidir. Ancak tarımda kullanılan ilaçlar ve gübreler, hayvancılık sonucunda oluşan kirleticiler yer altı suyuna sızarak ve ya yüzden yıkanarak Kızılırmak'ı kirleterek buarada yaşayan sucul canlıların ve balıkların yaşantısını olumsuz etkilemektedir. Yeşilirmak nehri Sivas'ın Köseadağ eteklerinden doğarak Samsun'un Çarşamba ilçesinden Çatlı Burunundan Karadenize dökülmektedir. Yeşilirmak havzasının önemli kirlilik kaynaklarını endüstriyel kuruluşlardan kaynaklanan kirleticiler oluşturmaktadır. Ayrıca yerleşim bölgelerinden gelen atıksular ve tarımsal yüzey akışları Yeşilirmak'ın kirliliğine katkıda bulunmaktadır (Şimşek, Türkten, & Bakan, 2021).



Şekil 1. Örnekleme noktaları

2.2. Örnekleme ve Analizler

Orta Karadeniz Samsunda örnekler Kızılırmak ve Yeşilirmak nehirlerinden Mart 2022 döneminde alınmıştır. Her örnekleme noktasından 1.5L PET şişelere alınan örneklerin pH, iletkenlik, sıcaklık, çözülmüş oksijen yerinde ve anlık olarak CONSORT C335 çoklu parametre ölçülmüştür. Toplam fosfor (TP), nitrat-azot (NO₃-N), amonyak-azot (NH₄-N), gibi su parametreleri ölçülmüştür. UV/VIS spektrofotometre (PGT70) kullanarak. Su numunelerindeki toplam organik karbon (TOC), toplam organik karbon (TIC) ve toplam karbon (TC) Apollo 9000 TOC Analyzer ile analiz edildi. Analizi yapılan mikrokirleticiler ise Sıvı Kromatografi-Kütle Spektrometre (LCMS/MS) sistemi (AGILENT 6460) ile ölçülmüştür. Analizlerin tamamı üç tekrarlı olacak şekilde yapılmıştır.

2.3. Analitik Yöntemler

Mikrokirletici analizleri LCMS/MS cihazında ölçülmüştür. Ölçümler AGILENT 6460 cihazında gerçekleştirilmiş olup kolon olarak Agilent ZORBAX Solvent Saver HT Eclipse Plus C18 50 × 3.0 mm, 1.8 µm tercih edilmiştir. Akış hızı 0.3 mL/dk, kolon sıcaklığı 30°C, enjeksiyon hacmi 10 µL, sulfamektazol için mobil faz A: 5 mM amonyum asetat, pH 3 içinde H₂O B: 1:1 MeOH/ACN iğne yıkama 1:1:1:1 ACN/ MeOH/ IPA/ H₂O ile 0.2% FA yapılmıştır. Atenolol için A: suda %0,1 formik asit, B: asetonitrilde %0,1 formik asit, Akış hızı 0,35 mL/dk olarak uygulanmıştır. Naproksen için 0.3mL akış hızında A: suda %0,1 formik asit, NH₄OH tamponunu pH 5,5'e ekleyin B: Asetonitril (ACN) ekleyerek gerçekleştirilmiştir. Kafein için ise %0,1 HCOOH ile %10 ACN ve %90 H₂O Akış hızında 0,2–0,3 mL/dk analizler gerçekleştirilmiştir. Tablo 2'de Gradient zamanları verilmiştir.

Tablo 1. Gradient zamanları

Mikrokirletici	Gradient	
Kafein	t ₀ = 10% ACN, 0.2 mL/dk	
	t ₅ = 10% ACN, 0.2 mL/dk	
	t ₆ = 10% ACN, 0.3 mL/dk	
	t ₂₄ = 60% ACN, 0.3 mL/dk	
	t ₃₀ = 100% ACN	
Atenolol	Süre	%B
	0	6
	2	18
	7	98
	7,5	98
	8	6
	9	6
Sulfamektazol	Süre	%B
	0	15
	0,2	15
	6	60
	6,01	100
	7	Dur
Naproksen	0	0
	15	100
	20	100
	21,5	0

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

3.1. Kirletici parametrelerinin değerlendirilmesi

Çalışmada fizikokimyasal ve organik kirletici parametrelerin ortalama değerleri alınmıştır. Buna göre Kızıllırmak için pH değeri 8,16 ve Yeşillırmak 7,77 olarak tespit edilmiştir. Yerüstü su kalitesi yönetmeliğine göre pH değerleri uygundur. Elektriksel iletkenliğin ortalama değeri Kızıllırmak için 0,795 mS/cm iken Yeşillırmakta 0,22 mS/cm'dir. Yerüstü su kalitesi yönetmeliğine göre iletkenlik değeri <0,4 mS/cm olan sular 1. sınıf sular 1 mS/cm eşit olan sular 2. sınıf (iyi) ve >1 mS/cm olan sular ise 3. Sınıf (orta) sular olarak adlandırılmaktadır. Buna göre Kızıllırmak su kalitesi 2. Sınıf su kalitesi sınıfına Yeşillırmak su kalitesi ise 1. Sınıf su kalitesi sınıfına dâhil olmaktadır. Çözünmüş oksijen ve sıcaklık değerleri incelendiğinde Kızıllırmak için sıcaklık 12.8°C ve çözünmüş oksijen 10.48 mg/L olarak tespit edilmiştir. Yeşillırmak için bakıldığında ise sıcaklık 12.6°C ve çözünmüş oksijen değeri 9.37 mg/L olarak bulunmuştur. Yerüstü su kalitesi yönetmeliğine göre su kalite sınıfında >8 olan sular 1. Sınıf (çok

iyi) su kalitesi sınıfına dâhil olmaktadır. Yerüstü su kalitesi yönetmeliğine göre toplam organik karbon değerleri incelendiğinde Kızıllırmak için 7,42 mg/L bulunurken, Yeşillırmak için 7.34 mg/L olarak tespit edilmiştir. Sonuçlara göre sularda organik kirleticiler mevcuttur. Bunlar yüzeysel akışlardan suya karışmaktadır. Ancak çok yüksek bir kirlilik olmadığı düşünülmektedir. Yine askıda katı madde analizleri yapıldığında Kızıllırmak için 48.1 mg/L ve Yeşillırmak için 41 mg/L bulunmuştur. Amonyak azotu ve Nitrat azotu değerleri incelendiğinde Kızıllırmak için NH₄-N değeri 0,735 mg/L ve Yeşillırmak için ise 0,618 mg/L olarak tespit edilmiştir. NO₃-N değerleri incelendiğinde ise 1,679 mg/L ve Yeşillırmak için ise 1,089 mg/L olarak tespit edilmiştir. Amonyak azot değeri <0,2 mg/L olan sular 1. sınıf (çok iyi), 1 mg/l olan sular 2. Sınıf su (iyi) ve > 1 mg/l olan sular ise 3. Sınıf su (orta) olarak ifade edilmiştir. Yönetmeliğe göre Kızıllırmak ve Yeşillırmak su değerleri 2. Sınıf (iyi) su kalitesine dâhil olmaktadır. Nitrat azotu değerleri incelendiğinde >3 mg/l olan sular 1. Sınıf su (çok iyi) kalite sınıfına dâhil olmaktadır. Bu sonuçlara göre Kızıllırmak ve Yeşillırmak sonuçları 1. Sınıf su kalitesi sınıfına dâhil olmaktadır. Toplam fosfor değerleri incelendiğinde Kızıllırmak için 0,4 mg/L ve Yeşillırmak için 0,3 mg/L değerlerinde bulunmuştur. Yerüstü Su kalitesi yönetmeliğine göre toplam fosfor değeri >0,2 mg/L olan sular 3. Sınıf su (orta) kalitesi değerine dâhil olmaktadır. Her iki nehir için su kalitesi değerleri toplam fosfor için 3. Sınıf su kalitesi değerlerine dâhil olmaktadır (Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 2012).

3.2. Mikrokirleticilerin değerlendirilmesi

Çalışmada dört farklı grup mikrokirleticinin nehir sularındaki durumu gözlemlenmiştir. Bu mikrokirleticiler naproksen (non-steroidal anti-inflamatuar), atenolol (Beta-bloker), sulfametoksazol (antibiyotik) ve kafein (uyarıcı ve yaşam tarzı bileşimi) oluşmaktadır. İlk olarak atenolol, kafein ve sulfametoksazol ilacı incelendiğinde hem Kızıllırmak hem de Yeşillırmak için tespit limitinin altında ≤ 0,5 µg/L olarak tespit edilmiştir. Naproksen ilacı için ise tespit limit değerinin altında ≤ 1 µg/L olarak tespit edilmiştir. Diğer ülkelerde yapılan çalışmalar karşılaştırıldığında ABD için 1,9 µg/L, Tayvan için ise 14,3 µg/L ve Avusturalya için ise 5,27 µg/L değerlerinde sulfametoksazol konsantrasyonuna rastlanmıştır (Ahmad et al., 2021; aus der Beek et al., 2016; Hanna et al., 2018). Kızıllırmak ve Yeşillırmak değerleri için bu sonuç diğer ülkelere göre oldukça düşüktür. Naproksen ağrı kesici ilacı için diğer ülkelerin değerleri incelendiğinde İsviçre'de yapılan bir çalışmada 0.003-0.01 µg/L, Ukranya'da yapılan bir çalışmada ise 0,2-0,264 µg/L konsantrasyonunda ve Portekizde ise 0,178 µg/L konsantrasyonunda nehir sularında naproksene rastlanmıştır (Jallouli et al., 2016; Shanmugam et al., 2014; Straub & Stewart, 2007). Kafein için ülkeler bazında yapılan çalışmalar incelendiğinde Çin 0,339 µg/L ve ABD 0,290 µg/L olarak tespit edilmiş. Bu çalışmada kafein değeri 0,5 µg/L altında bulunmuştur. Yine atenolol konsantrasyonuna bakıldığında İsviçre'de yapılan çalışmada 58-83 ng/L arasında bulunmuştur (Alder, Schaffner, Majewsky, Klasmeier, & Fenner, 2010). Kızıllırmak ve Yeşillırmaktaki bu değer 0,5 µg/L civarındadır. Bu sebeple daha yüksektir.

4. Sonuç

Çalışma sonuçları incelendiğinde genel olarak Kızıllırmak ve Yeşillırmak nehirlerinin çok fazla kirlenmediği su kalite sınıflarına göre çok iyi ve iyi sınıfa dahil olduğu gözlemlenmiştir.

Mikrokirleticiler açısından bakıldığında tespit limitine yakın ve altında olarak sonuçlar bulunmuştur. Ancak tespit limiti $\mu\text{g/L}$ olduğu için ng/L altında iyi yorumlama yapılmama şansı olmamıştır. Bu çalışma sonucunda nehirlerdeki mikrokirleticilerin toksik etkilerinden dolayı izlenmesi açısından önemli bir yaklaşım olduğu düşünülmektedir. Birleşmiş milletlerin sürdürülebilir kalkınma hedefleri kapsamında literatüre olan katkısı oldukça önemlidir. Mikrokirleticiler küresel bir sorundur ve Birleşmiş Milletlerin politikası kapsamında 2030 yılına kadar yapılacak düzenlemelerde bu çalışmada önemli bir yer taşımaktadır. Mikrokirleticilerin çevresel etkilerini azaltmak için gereken hafifletme yaklaşımları hakkında bilgiye dayalı kararlar almak için gereken izleme verilerini yalnızca küresel işbirliği yoluyla oluşturabilmektedir. Bu nedenle izleme çalışmalarının büyük ya da küçük ölçekte her zaman desteklenmesi önem taşımaktadır.

5. Teşekkür

Bu çalışmada Ondokuz Mayıs Üniversitesi Proje Yönetim Ofisi tarafından PYO.MUH.1908.21.008 numaralı proje kapsamında destek alınmıştır.

Ayrıca bu çalışmanın özeti "1st International Conference on Engineering, Natural and Social Sciences, 20-23 Aralık 2022 (Konya / Türkiye)" kongresinde sunulmuştur.

Kaynakça

- Ahmad, J., Ahmad, M., Usman, A. R. A., & Al-Wabel, M. I. (2021). Prevalence of human pathogenic viruses in wastewater: A potential transmission risk as well as an effective tool for early outbreak detection for COVID-19. *Journal of Environmental Management*, 298(August), 113486. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113486>
- Al-Qaim, F. F., Jusof, S. H., Abdullah, M. P., Mussa, Z. H., Tahrim, N. A., Khalik, W. M. A. W. M., & Othman, M. R. (2017). Penentuan kafiien di permukaan air menggunakan pengekstrakan fasa pepejal dan kromatografi cecair prestasi tinggi. *Malaysian Journal of Analytical Sciences*, 21(1), 95–104. <https://doi.org/10.17576/mjas-2017-2101-11>
- Alder, A. C., Schaffner, C., Majewsky, M., Klasmeier, J., & Fenner, K. (2010). Fate of β -blocker human pharmaceuticals in surface water: Comparison of measured and simulated concentrations in the Glatt Valley Watershed, Switzerland. *Water Research*, 44(3), 936–948. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2009.10.002>
- Archundia, D., Duwig, C., Lehembre, F., Chiron, S., Morel, M.-C., Prado, B., ... Martins, J. M. F. (2017). Antibiotic pollution in the Katari subcatchment of the Titicaca Lake: Major transformation products and occurrence of resistance genes. *Science of The Total Environment*, 576, 671–682. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.10.129>
- aus der Beek, T., Weber, F.-A., Bergmann, A., Hickmann, S., Ebert, I., Hein, A., & Küster, A. (2016). Pharmaceuticals in the environment—Global occurrences and perspectives. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 35(4), 823–835. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/etc.3339>
- Barnes, K. K., Kolpin, D. W., Furlong, E. T., Zaugg, S. D., Meyer, M. T., & Barber, L. B. (2008). A national reconnaissance of pharmaceuticals and other organic wastewater contaminants in the United States--I) groundwater. *The Science of the Total Environment*, 402(2–3), 192–200. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2008.04.028>
- Caliman, F. A., & Gavrilesu, M. (2009). Pharmaceuticals, personal care products and endocrine disrupting agents in the environment - A review. *Clean - Soil, Air, Water*, 37(4–5), 277–303. <https://doi.org/10.1002/clen.200900038>
- Carvalho, I. T., & Santos, L. (2016). Antibiotics in the aquatic environments: A review of the European scenario. *Environment International*, 94, 736–757. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2016.06.025>
- Grujić, S., Vasiljević, T., & Lausević, M. (2009). Determination of multiple pharmaceutical classes in surface and ground waters by liquid chromatography-ion trap-tandem mass spectrometry. *Journal of Chromatography. A*, 1216(25), 4989–5000. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2009.04.059>
- Gutiérrez-Sánchez, P., Rodríguez-Llorente, D., Navarro, P., Águeda, V. I., Álvarez-Torrellas, S., García, J., & Larriba, M. (2022). Extraction of antibiotics identified in the EU Watch List 2020 from hospital wastewater using hydrophobic eutectic solvents and terpenoids. *Separation and Purification Technology*, 282, 120117. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.seppur.2021.120117>
- Hanna, N., Sun, P., Sun, Q., Li, X., Yang, X., Ji, X., ... Stålsby Lundborg, C. (2018). Presence of antibiotic residues in various environmental compartments of Shandong province in eastern China: Its potential for resistance development and ecological and human risk. *Environment International*, 114, 131–142. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.02.003>
- Haro, N. K., Del Vecchio, P., Marcilio, N. R., & Féris, L. A. (2017). Removal of atenolol by adsorption – Study of kinetics and equilibrium. *Journal of Cleaner Production*, 154, 214–219. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.03.217>
- Heberer, T. (2002). Occurrence, fate, and removal of pharmaceutical residues in the aquatic environment: a review of recent research data (Elsevier; Vol. 131). [https://doi.org/10.1016/S0378-4274\(02\)00041-3](https://doi.org/10.1016/S0378-4274(02)00041-3)
- Jallouli, N., Elghniji, K., Hentati, O., Ribeiro, A. R., Silva, A. M. T., & Ksibi, M. (2016). UV and solar photo-degradation of naproxen: TiO₂ catalyst effect, reaction kinetics, products identification and toxicity assessment. *Journal of Hazardous Materials*, 304, 329–336. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2015.10.045>
- Kim, M. K., & Zoh, K. D. (2016). Occurrence and removals of micropollutants in water environment. *Environmental Engineering Research*, 21(4), 319–332. <https://doi.org/10.4491/eer.2016.115>
- Kim, S. D., Cho, J., Kim, I. S., Vanderford, B. J., & Snyder, S. A. (2007). Occurrence and removal of pharmaceuticals and endocrine disruptors in South Korean surface, drinking, and waste waters. *Water Research*, 41(5), 1013–1021. <https://doi.org/10.1016/J.WATRES.2006.06.034>
- Liu, F., Nielsen, A. H., & Vollertsen, J. (2019). Sorption and Degradation Potential of Pharmaceuticals in Sediments from a Stormwater Retention Pond. *Water*, 11(3). <https://doi.org/10.3390/w11030526>
- Orman ve Su İşleri Bakanlığı. (2012). *Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği*. Retrieved from <https://www.mevzuat.gov.tr/File/GeneratePdf?mevzuatNo=16806&mevzuatTur=KurumVeKurulusYonetmeligi&mevzuatTertip=5#:~:text=b> (Değişik ibare%3ARG,şekilde alıcı su ortamına bırakılmaz.)
- Patrolecco, L., Rauseo, J., Ademollo, N., Grenni, P., Cardoni, M., Levantesi, C., ... Caracciolo, A. B. (2018). Persistence of the

- antibiotic sulfamethoxazole in river water alone or in the presence of ciprofloxacin. *Science of The Total Environment*, 640–641, 1438–1446. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.06.025>
- Shanmugam, G., Sampath, S., Selvaraj, K. K., Larsson, D. G. J., & Ramaswamy, B. R. (2014). Non-steroidal anti-inflammatory drugs in Indian rivers. *Environmental Science and Pollution Research International*, 21(2), 921–931. <https://doi.org/10.1007/s11356-013-1957-6>
- Şimşek, A., Türkten, H., & Bakan, G. (2021). Su Kalite İndeksi ve İstatistiksel Analiz Kullanılarak Orta Karadeniz Bölgesi Kızılırmak ve Yeşilirmak Nehirleri Su Kalitesinin Değerlendirilmesi. *The Black Sea Journal of Sciences*, 11(1), 257–276. <https://doi.org/10.31466/kfbd.1100682>
- Straub, J. O., & Stewart, K. M. (2007). Deterministic and probabilistic acute-based environmental risk assessment for naproxen for western Europe. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 26(4), 795–806. <https://doi.org/10.1897/06-212r.1>
- Üstün-Odabaşı, S., Maryam, B., Özdemir, N., & Büyükgüngör, H. (2020). Occurrence and seasonal variations of pharmaceuticals and personal care products in drinking water and wastewater treatment plants in Samsun, Turkey. *Environmental Earth Sciences*, 79(12). <https://doi.org/10.1007/s12665-020-09047-7>
- Ustun Odabasi, S., Altin, S. H., & Buyukgungor, H. (2020). SuculOrtamdaki Mikrokirleticilerin Oluşumu, Durumu VİleriOksidasyonProsesleriİGiderilmesi. *Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 9(1), 57–71. <https://doi.org/10.28948/ngumuh.526064>
- Vulliet, E., & Cren-Olivé, C. (2011). Screening of pharmaceuticals and hormones at the regional scale, in surface and groundwaters intended to human consumption. *Environmental Pollution*, 159(10), 2929–2934. <https://doi.org/10.1016/J.ENVPOL.2011.04.033>
- Wojcieszynska, D., & Guzik, U. (2020). Naproxen in the environment: its occurrence, toxicity to nontarget organisms and biodegradation. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 104(5), 1849–1857. <https://doi.org/10.1007/s00253-019-10343-x>
- Yang, X., Chen, F., Meng, F., Xie, Y., Chen, H., Young, K., ... Fu, W. (2013). Occurrence and fate of PPCPs and correlations with water quality parameters in urban riverine waters of the Pearl River Delta, South China. *Environmental Science and Pollution Research International*, 20(8), 5864–5875. <https://doi.org/10.1007/s11356-013-1641-x>



Düşük Maliyetli Kenevir Biyosorbentler ile Sulu Çözeltiden Nikel İyonu Adsorpsiyonu

Sevde Üstün Odabaşı^{1*}

^{1*} Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Samsun, Türkiye, (ORCID: 0000-0003-3533-4089), sevde.ustun@omu.edu.tr

(1st International Conference on Engineering, Natural and Social Sciences ICENSOS 2022, December 20 - 23, 2022)

(DOI: 10.31590/ejosat.1231572)

ATIF/REFERENCE: Üstün Odabaşı (2022). Düşük Maliyetli Kenevir Biyosorbentler ile Sulu Çözeltiden Nikel İyonu Adsorpsiyonu. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (45), 194-200.

Öz

Bu çalışmada, arıtma prosesi maliyetini azaltmak için çevre dostu ve düşük maliyetli kenevir lifleri biyosorbent olarak kullanılarak nikel iyonu giderimi araştırılmıştır. Kenevir liflerinin safsızlıklarını gidermek için sodyum hidroksit ve sitrik asit ile kimyasal modifikasyon yapıldı. Kenevir liflerinin şartlandırılması sonucu elde edilen biyosorbentlerle Ni (II) iyonu adsorpsiyonuna pH ve başlangıç konsantrasyonunun etkileri incelenmiştir. Ayrıca kenevir biyosorbentlerinin (FTIR, XRD, SEM-EDS) karakterizasyon çalışması yapılarak yüzey morfolojisi ve özellikleri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre kenevir biyosorbentleri ile Ni (II) iyonu giderimi için optimum pH 4 olarak bulunmuştur. Optimum pH değerinde Ni (II) iyonu giderim verimi %57,34 olarak belirlenmiştir. Başlangıç konsantrasyonu etkisi incelendiğinde, konsantrasyon arttıkça giderim veriminin az da olsa arttığı tespit edilmiştir. Konsantrasyon 40 mg/L iken giderim verimi %61,1 olarak tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kenevir, Biyosorbent, Adsorpsiyon, Nikel iyonu, Karakterizasyon.

Nickel Ion Adsorption from Aqueous Solution with Low-Cost Hemp Biosorbents

Abstract

In this study, nickel ion removal was investigated by using environmentally friendly and low-cost hemp fibers as a biosorbent to reduce the treatment process cost. Chemical modification was done with sodium hydroxide and citric acid to remove the impurity of the hemp fibers. The effects of pH, and initial concentration on Ni (II) ion adsorption with biosorbents obtained as a result of conditioning of hemp fibers were investigated. In addition, the characterization study of hemp biosorbents (FTIR, XRD, SEM-EDS) was performed, and the surface morphology and properties were investigated. According to the results, optimum pH was found to be 4 for Ni (II) ion removal with hemp biosorbents. The Ni (II) ion removal efficiency at optimum pH was determined as 57.34%. When the effect of initial concentration was examined, it was determined that the removal efficiency increased slightly as the concentration increased. While the concentration was 40 mg/L, the removal efficiency was determined as 61.1%.

Keywords: Hemp, Biosorbent, Adsorption, Nickel ion, Characterization.

* Sorumlu Yazar: sevde.ustun@omu.edu.tr

1. Giriş

Sanayileşmenin ve teknolojik gelişmelerin, yaşamı eskiye nazaran daha kolaylaştırmasına karşın çevre kirliliğinin artmasındaki payı oldukça büyüktür. Çevre ve insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri bilinen en önemli kirleticilerden biri olan ağır metaller, endüstriyel proses ve ürünlerde son yıllarda yoğun olarak kullanılmaktadır. Çevrede ağır metallerin varlığı, toksisiteleri, biyolojik birikim eğilimleri ve insanlara ve diğer yaşam biçimlerine yönelik tehditleri nedeniyle büyük bir endişe kaynağıdır. Endüstriyel sulardan metallerin arıtılması için bir çok proses vardır (Marrot, Barrios-Martinez, Moulin, & Roche, 2004). Ancak bu proseslerin birçoğu çevre dostu olmayıp yüksek maliyetler yaratmaktadır. Bu nedenle, ağır metalleri çevreden, özellikle sudan gidermek için en uygun yöntemi bulmak esastır. Ağır metallerin sıvı atıklardan uzaklaştırılması için bir dizi yöntem geliştirilmiştir: kimyasal çöktürme, kimyasal oksidasyon veya indirgeme, elektrokimyasal arıtma, buharlaştırmalı geri kazanım, filtrasyon, ters ozmoz, iyon değişimi ve membran teknolojileri (Arora, 2019). Bu yöntemler, yalnızca yüksek ağır metal konsantrasyonu için verimli ve uygun maliyetlidir. Son yıllarda, aktif karbona alternatif olarak biyosorbentler olarak da adlandırılan tarımsal ürünlerden elde edilen adsorbanların geliştirilmesine odaklanılmıştır. Bu kapsamda doğal materyallerle yeşil arıtım giderek önem kazanmıştır (Bailey, Olin, Bricka, & Adrian, 1999; Srivastava & Majumder, 2008). Adsorpsiyonda yeşil arıtımda sıklıkla kullanılan yöntemlerden birisi haline gelmiştir. Adsorpsiyonda arıtım işleminin maliyetini daha da azaltmak için adsorban olarak “düşük maliyetli” veya “sıfır maliyetli” olarak adlandırılan doğal ya da atık malzemeleri kullanmaya yönelmiştir (Anastopoulos & Kyzas, 2014; Kyzas & Kostoglou, 2014; Wang & Chen, 2009; Zou et al., 2012).

Bu kapsamda çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Kenevir bazlı biyosorbentler, su arıtımındaki uygulamalar, özellikle sulu sentetik çözeltilerden metal iyonlarının uzaklaştırılması için önerilmiştir. Kenevir ve metal iyonları arasındaki etkileşim, Tofan ve çalışma arkadaşları tarafından kesikli sistem ve sabit yataklı kolon çalışmaları kullanılarak yoğun bir şekilde araştırılmıştır (Tofan, Teodosiu, Paduraru, & Wenkert, 2013). Bu amaçla sulu çözeltilerden farklı metallerin (yani Cd, Co, Cr, Cu, Pb, Ag ve Zn) giderilmesinde kenevir liflerinin kapasitesini ve mekanizmasını incelemiştir. Ham kenevir lifleri kullanılmadan önce tekstil endüstrisinden kaynaklanan atıklar sabun ve soda külü içeren bir solüsyonda 4 saat kaynatıldıktan sonra birkaç kez su ile yıkanarak ve 45 °C'de fırında kurutulularak saflaştırılmışlardır. Araştırmaları, ilk kez, kenevir liflerinin metal adsorpsiyonu için yüksek bir kapasiteye sahip olduğunu ve atık suyun arıtılması için çok yararlı olduğu belirtilmiştir (Paduraru & Tofan, 2002). Yine Kyzas vd. (2015) yaptıkları çalışmada hem kenevir lifleri hem de kenevir kırıntıları ile nikel iyonu adsorpsiyonu çalışmışlardır. pH 3, 4 ve 5'te sırasıyla kenevir kırıntıları için metal giderimi %38, %56 ve %59 ve kenevir lifleri için sırasıyla %42, %62 ve %65 bulunmuştur. Çalışma sonucunda düşük maliyetli biyomalzemeler için alternatif uygulamalar bulmak amacıyla, sulu sistemlerden Ni (II) giderimi için uygun biyosorbentler olarak seçilmiş kenevir bazlı malzemeleri (lifler ve kırıntılar) ve bunların kimyasal türevlerini kullanmışlardır. Bu biyosorbentlerin olası yeniden kullanımını, desorpsiyon, kinetik ve yeniden kullanım döngüleri üzerindeki pH etkisi deneylerini içeren eksiksiz bir rejenerasyon çalışmasıyla doğrulamışlardır (Kyzas et al., 2015). Tofan vd. (2013), kobalt (II)-kenevir sorpsiyon sistemi davranışının kesikli ve sabit yataklı kolon çalışmalarının

kıyaslayan bir çalışma yapmıştır. Çalışma sonunda, doğal kenevirin test edilen atık sulardan Co(II) iyonlarının giderimi için uygun, düşük maliyetli ve çevre dostu bir sorbent olduğunu tespit etmişlerdir (Tofan et al., 2013).

Bu çalışmada, düşük maliyetli, bol bulunan ve yenilenebilir karaktere sahip kenevir bitkisinden biyosorbent üretimi yaparak endüstriyel atıksulardan nikel (II) ağır metalinin giderimi amaçlamaktadır. Bu çalışmanın bir diğer hedefi olarak kenevir bazlı biyosorbent üretimi ile endüstriyel tesislerin ve atıksu arıtma tesislerinin ağır metal içerikli atıksularının arıtılması hedeflenmiştir. Çalışmanın ana hedefi sudan Ni (II) iyonunun arıtımında alternatif olarak kenevir bazlı biyosorbentlerin kullanılmasının teknik ve ekonomik olarak endüstriyel tesislere uygulanabilirliği araştırılmasıdır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Malzemeler

Bu çalışmada kullanılan lifler, ticari kısa ve birbirine dolanmış kenevir lifleri olup özel bir endüstriden temin edilmiştir. Asetik asit, sodyum klorit ve sodyum hidrokist (Merck) kenevirin şartlandırılması amacıyla kullanılırken, nikel sülfat (Carlo Erba) ise metal çözeltilerinin hazırlanması amacıyla kullanılmıştır.

2.2. Kenevir Biyosorbentinin Hazırlanması (Kimyasal Arıtım)

Kenevir lifleri (Şekil 1), üzerlerindeki kir ve tozdan arındırılması amacıyla birkaç kez su ile yıkanarak, bidistile su ile durulandı. Ardından hemiselülozları veya lignini kademeli olarak gidermek için, literatürde (Pejic, Vukcevic, Kostic, & Skundric, 2009; Vukčević et al., 2014) açıklanan prosedüre göre kenevir lifleri kimyasal olarak işlendi.



Şekil 1. Çalışmada kullanılan kenevir lifi

Lif numunelerinin %17.5 sodyum hidrokist çözeltisi ile kimyasal muamelesi oda sıcaklığında, 45 dakika ve 1:50 oranında gerçekleştirilmiştir. Bu arıtımın sonucunda, lignin içeriği değişmeden kalırken hemiselülozların aşamalı olarak uzaklaştırılması sağlandı. Daha sonra numuneler %1 asetik asit ile nötralize edildi, yıkandı ve kurutuldu. Kurutma işlemi vakumlu etüvde 60°C sıcaklıkta gerçekleştirilmiştir. Ligninin aşamalı olarak uzaklaştırılması ve hemiselüloz içeriğinin değişmeden tutulması, kenevir liflerinin pH 4, 1:50 oranında, kaynama sıcaklığında 60 dakikalık süreler boyunca %0.7 sodyum klorit ile modifikasyonu ve ardından yıkama ve kurutma işlemi gerçekleştirildi. Kurutma işlemi vakumlu etüvde 60°C sıcaklıkta

gerçekleştirilmiştir. Kimyasal arıtma şeması ve numune listesi Tablo 1'de gösterilmektedir.

Tablo 1. Kenevirden biyosorbent üretilmesi aşamaları (Pejic et al., 2009)

	Kimyasal arıtım	Zaman	Sıcaklık
1.	Kimyasal arıtım yok saf su ile yıkama	20 dk.	Oda sıcaklığı
2.	%0,7 NaClO ₂	60 dk.	Kaynama sıcaklığı
3.	%17,5 NaOH	45 dk.	Oda sıcaklığı

2.3. Karakterizasyon testleri

Hazırlanan biyosorbentin etkinliğini belirlemek için x-ışını kırınım yöntemi (XRD), fourier dönüşümlü kızılötesi spektrometresi (FTIR), taramalı elektron mikroskobu (SEM) analizleri yapılmıştır. XRD ölçümleri SmartLab, FTIR ölçümleri Tensor27 ve SEM ölçümleri JEOL, JSM-7001 marka cihazlarda yapılmıştır. XRD desenleri bir XRD difraktometresine kaydedildi 2θ = aralığında 40 kV ve 40 mA'da kristal faz tanımlaması için CuKα radyasyonu (0.15405 nm) kullanılarak 5 –50° yapılmıştır. SEM görüntüleri, biyosorbent hali ve Ni (II) iyonları içeren bir çözelti ile muameleden sonra kenevir lifinin yüzeyinde meydana gelen morfolojik değişiklikleri açıkça göstermektedir. Ayrıca, Ni (II) iyonlarını vurgulamak için EDS analizi yapıldı. Numunelerin FTIR spektrumları, potasyum bromür diskleri (kalınlık ~500 µm) kullanılmıştır. Spektrumlar 4000'den 400 cm⁻¹'e 4 cm⁻¹'de çözünürlük olarak kaydedildi, taban çizgisi düzeltilmesi ile sunuldu ve absorbans moduna dönüştürüldü.

2.4. Kesikli sistem

Sorpsiyon deneyleri kesikli koşullar altında gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla, yaklaşık 0,25 g kenevir numuneleri, istenen sıcaklıkta (25 °C) ve başlangıç pH'ında (3-4-5-nötral) tanımlanmış miktarda Ni(II) iyonu içeren 100 mL sulu çözelti ile 10 mg/L konsantrasyonu dengelendi. Çalışmanın ikinci aşamasında başlangıç konsantrasyon 10 mg/L, 20 mg/L ve 40 mg/L konsantrasyonlarında çalışılmıştır. Her iki aşamada da optimum değerlerin bulunması amaçlanmıştır.

Karışım daha sonra süzüldü ve çözelti, katyon içeriği için analiz edildi. Çözeltilerdeki Ni (II) konsantrasyonları atomik absorpsiyon spektrometrisi (Unicam 420 AAS atomik absorpsiyon spektrometresi) ile belirlenmiştir. Kenevir üzerinde Ni (II) sorpsiyonunun karakteristik parametreleri, Ni (II) çözeltilerinin başlangıç ve son konsantrasyonları arasındaki farktan aşağıdaki gibi hesaplanmıştır:

Giderim verimliliği,

$$R(\%) = R = \left(\frac{C_0 - C}{C_0} \right) * 100 \quad (1)$$

Tutulan metal iyonu miktarı,

$$Q(\text{mg/g}) = Q = \left[\frac{C_0 - C}{G} \right] * V \quad (2)$$

burada C₀ = metal iyonunun başlangıç konsantrasyonu (mg/L),

C= sorpsiyondan sonraki katyon konsantrasyonu (mg/L),

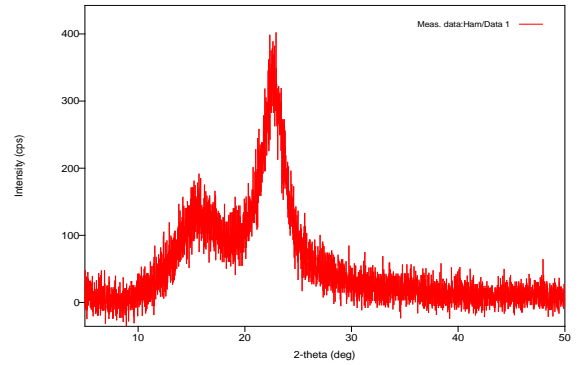
V= çözelti hacmi (L) ve

G = kenevir liflerinin ağırlığı (g).

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

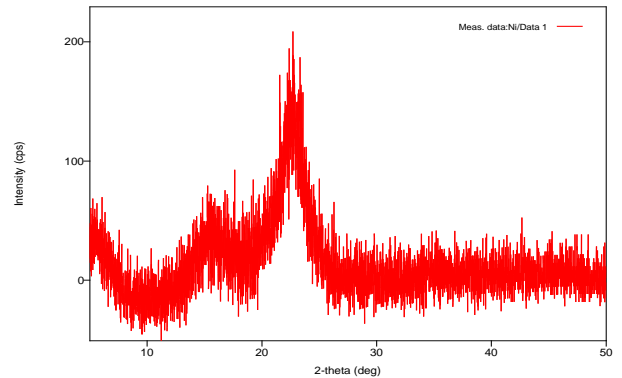
3.1. Kenevir karakterizasyonu

XRD desenleri, kristal faz tanımlaması için CuKα radyasyonu (0.15405 nm) kullanılarak 2θ=5 –50° aralığında 40 kV ve 40 mA'da bir XRD-difraktometrede kaydedildi. Adsorbanların XRD modelleri Şekil 2'de gösterilmektedir. Kırınım diyagramları (i) kristal düzleminin (14) 15.55°'sinde ve (ii) kristal düzleminin (5) 22.88°'sinde pikleri göstermektedir. Bu tepe noktaları ve geniş amorf arka plan bandı, yüksek selüloz içeriğinden dolayı selülozun kırınım modeli için de karakteristik olduğu belirlenmiştir.



Şekil 2. X-ışını difraktogramları kenevir biyosorbentinin adsorpsiyondan öncesi

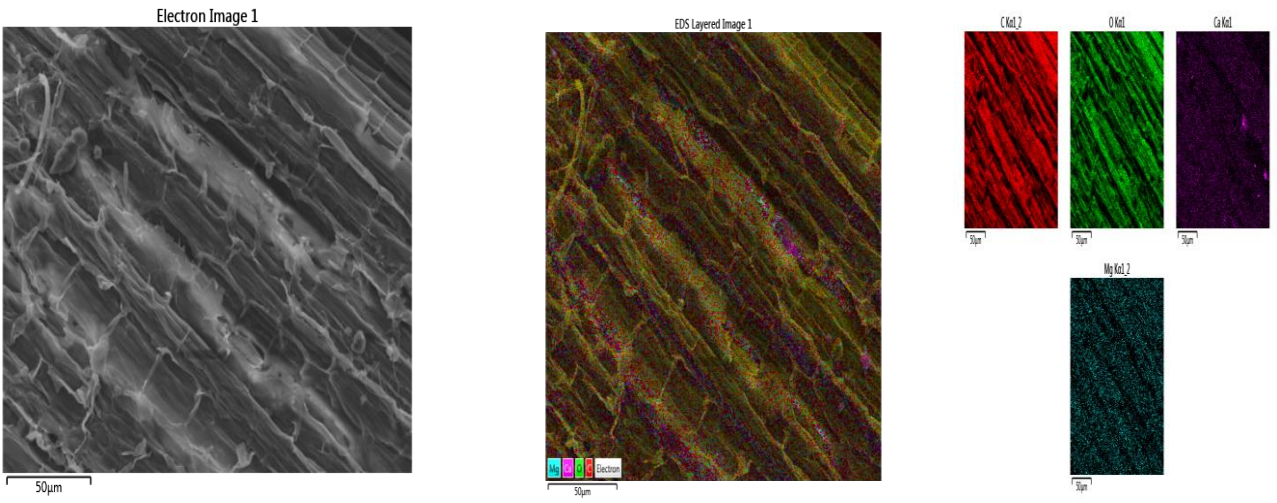
Ni (II) iyonları ve kenevir sorpsiyonları sonucunda XRD görüntüsü Şekil 3'te verilmiştir. Kırınım diyagramları (i) kristal düzleminin 15,8131°'inde ve (ii) kristal düzlemlerinin 22,78°'sinde tepeleri göstermektedir. Bu tepe noktaları ve geniş amorf arka plan bandı, yüksek selüloz içeriğinden dolayı biyosorbent için olduğu gibi selülozun kırınım modeli için de karakteristiktir.



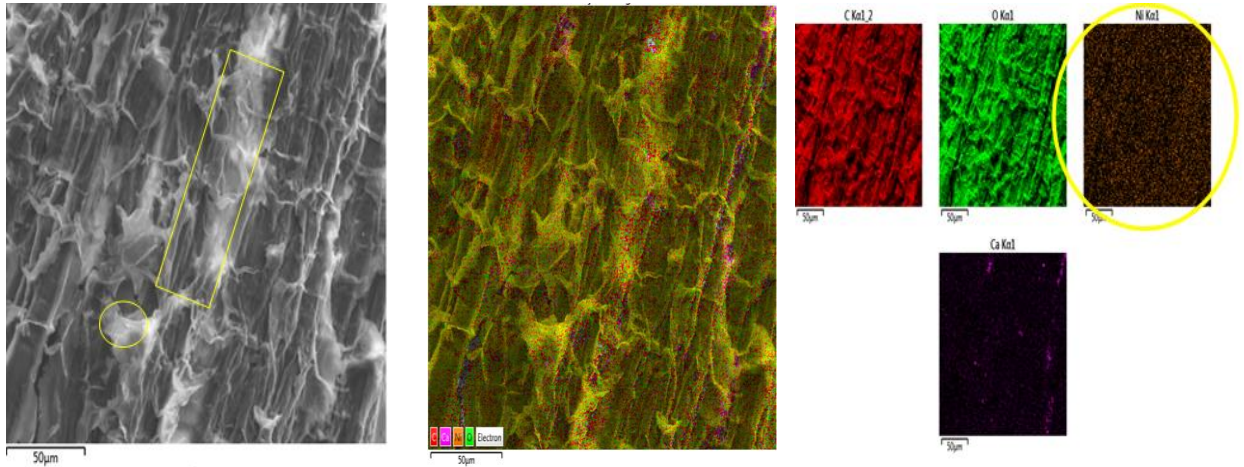
Şekil 3. Ni(II) iyonu sorpsiyonu sonucu kenevir biyosorbentinin X-ışını kırınım deseni

Adsorbanların arıtım öncesi kenevir biyosorbentlerinin SEM ve EDS mikrografları Şekil 4'de sunulmuştur. Liflerin yüzeyi yapıştırıcı görevi gören mumlarla kaplanır ve bu nedenle lifler demetler oluşturur. İşlemden sonra yüzey daha temiz ve pürüzsüz hale gelirken, mumların çıkarılması nedeniyle lif demetleri de fibrilleşir. Selüloz ve hidroksil grupları artık açığa çıktığından ve metal iyonlarıyla daha yeterli bir şekilde etkileşime girmeye hazır olduğundan, bunun liflerin adsorpsiyon kapasitesini ve hidrofilikliğini artırması beklenir. Ham kenevir biyosorbentinin SEM sonuçları analiz edildiğinde yüzeyindeki silindirik porlu gözenekler görülmektedir (Kyzas et al., 2015; Tofan et al., 2013). Bu kenevir biyosorbentinin etkili bir şekilde adsorpsiyona hazır hale geldiğini göstermektedir. Ayrıca EDS sonuçları incelendiğinde %50,3 karbon, %46,7 oksijen, %2 kalsiyum, %0,8 paladyum ve %0,2 magnezyumdan oluşmaktadır.

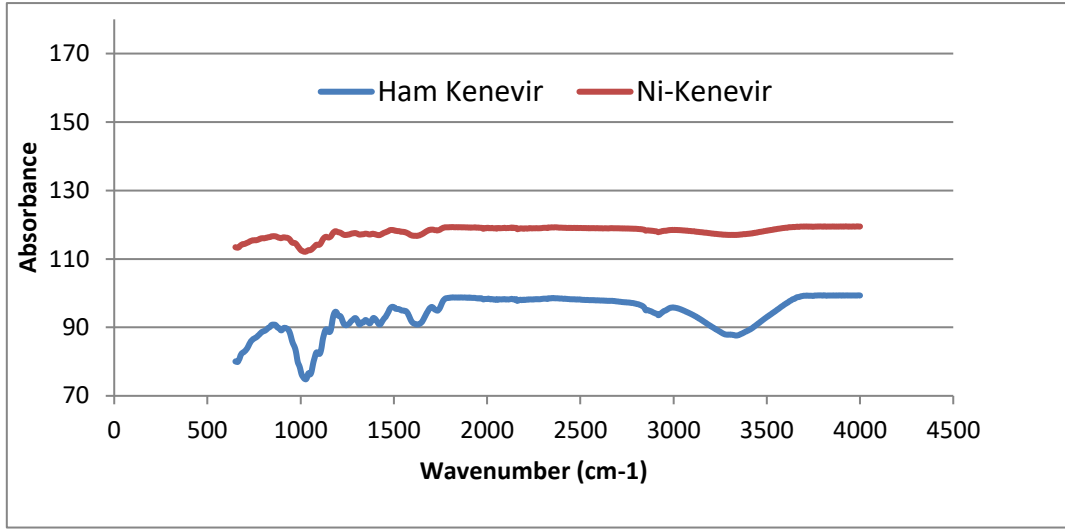
Nikel giderim sonrası kenevir biyosorbentlerinin nikel adsorplaması olup olmadığı SEM-EDS ile analiz edildiğinde Şekil 5'de görüldüğü gibi nikel tutunumu kenevir yüzeyinde gerçekleşmiştir. Kenevir biyosorbenti karakterizasyonunda %52,2 karbon, %43,8 oksijen ve daha önce var olmayan %3,6 nikel gözlemlenmiştir. Ayrıca %0,3 oranında silisyum ve %0,2 oranında kalsiyuma rastlanmıştır. Şekil 5'de kenevirin tüm yüzeyine dağılmış turuncu renkli minik noktalar nikel adsorpsiyonunu ifade etmektedir. SEM-EDS sonuçlarına göre nikelin başarılı bir şekilde kenevir biyosorbenti tarafından adsorplandığı söylenebilir.



Şekil 4. Kenevir biyosorbentinin adsorpsiyondan önce SEM ve EDS görüntüleri



Şekil 5. Nikel adsorpsiyonundan sonra kenevir biyosorbentinin SEM-EDS görüntüsü



Şekil 6. Nikel adsorpsiyonundan sonra kenevir biyosorbentinin SEM-EDS görüntüsü

Kimyasal işlemde sonra ham ve hazırlanmış malzemelerin kimyasal yapısı FTIR spektroskopisi kullanılarak doğrulanabilir. FTIR spektrumları, (i) 3100 – 3500 cm^{-1} 'de selüloz ve hemiselülozların O–H gerilmesine atfedilen bantlar sunar; (ii) selüloz ve hemiselülozlardaki C–H bağlarının simetrik gerilmesinden dolayı 2900 cm^{-1} ; (iii) Soğurulan su moleküllerinin –OH bükülme titreşimlerinden kaynaklanan 1640 cm^{-1} ; (iv) Hem pektin hem de selülozun C–O–C bağlarının bükülme titreşiminden dolayı 1070 cm^{-1} olduğu düşünülmektedir (Kyzas et al., 2015).

3.2. Kesikli çalışmalar

3.1.1. pH etkisi

Tablo 2. Kesikli deney adsorpsiyon pH bağlı verim- metal ölçüm sonuçları (Başlangıç konsantrasyonu 10 mg/L)

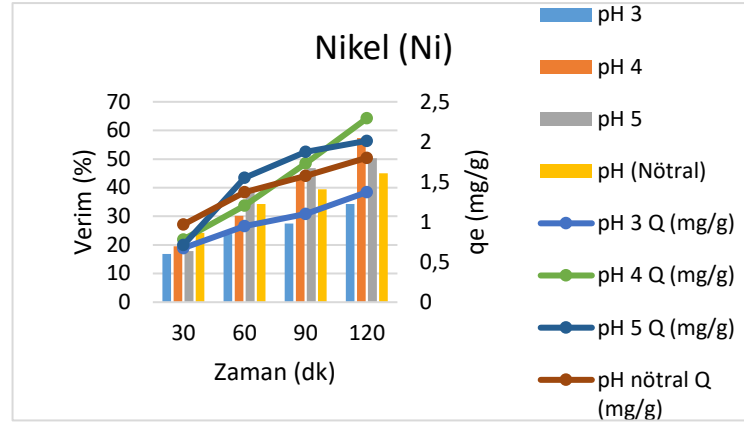
Zaman (dk)	pH 3 Kons. (mg/L)	Verim (%)	pH 4 Kons. (mg/L)	Verim (%)	pH 5 Kons. (mg/L)	Verim (%)	pH (Nötral) Kons. (mg/L)	Verim (%)
Nikel (Ni)								
30	8,312	16,88	8,042	19,58	8,220	17,8	7,578	24,22
60	7,627	23,73	6,985	30,15	6,122	38,78	6,569	34,31
90	7,252	27,48	5,669	43,31	5,313	46,87	6,057	39,43
120	6,569	34,31	4,266	57,34	4,967	50,33	5,496	45,04
Zaman (dk)	pH 3 Kons. (mg/L)	Q (mg/g)	pH 4 Kons. (mg/L)	Q (mg/g)	pH 5 Kons. (mg/L)	Q (mg/g)	pH (Nötral) Kons. (mg/L)	Q (mg/g)
30	8,312	0,6752	8,042	0,7832	8,220	0,712	7,578	0,9688
60	7,627	0,9492	6,985	1,206	6,122	1,5512	6,569	1,3724
90	7,252	1,0992	5,669	1,7324	5,313	1,8748	6,057	1,5772

Optimum pH belirleme de verim çalışmaları sonucunda bakır Ni (II) iyonu için pH 4 optimum bulunmuştur. Konsantrasyon çalışmaları optimum pH'lara göre devam edilmiştir. En yüksek giderim verimi %57,34 olarak bulunmuştur. Literatür çalışmaları da Ni (II) iyonun giderim veriminin %50 civarında olduğunu göstermektedir (Kyzas et al., 2015).

Şekil 7 incelendiğinde süre arttıkça Ni (II) iyonunun giderim veriminin arttığı gözlemlenmiştir. Ayrıca en yüksek giderim

Sorpsiyon deneyleri kesikli koşullar altında gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla, yaklaşık 0.25 g kenevir numuneleri, istenen sıcaklıkta (25 °C) ve başlangıç pH'ında (3-4-5-nötral) tanımlanmış miktarda Ni(II) iyonu içeren 100 mL sulu çözelti ile 10 mg/L konsantrasyonu dengelendi. Karışım daha sonra süzülde ve çözelti, katyon içeriği için analiz edildi. Çözeltilerdeki Ni (II) konsantrasyonları atomik absorpsiyon spektrometrisi (Unicam 420 AAS atomik absorpsiyon spektrometresi) ile belirlenmiştir. Tablo 2'de pH verimleri verilmiştir.

verimi pH 4'te gerçekleştiği görülmüştür. Kenevir biyosorbentinin Ni (II) iyonunu adsorplama değeri ise 120 dakika sonunda pH 4'te Şekil 7 ve Tablo 2'de görüldüğü üzere yaklaşık 4,26 olarak bulunmuştur. Verim sonuçlarına göre kenevir biyosorbentinin Ni (II) iyonunun gideriminde biraz etkili olduğu tespit edilmiştir. Kyzas vd. (2015) kenevir lifleri ile yaptığı çalışmada pH 4'de yaklaşık %55-65 oranında Ni (II) giderimi tespit etmişlerdir. Sonuçlar çalışmaya oldukça benzer olarak bulunmuştur.



Şekil 7. Ni(II) iyonu kenevir biyosorbenti pH'a bağlı verim-izoterm grafikleri

3.1.2. Başlangıç konsantrasyonuna etkisi

Çalışmanın ikinci aşamasında optimum pH (4) değerine göre 10 mg/L, 20 mg/L ve 40 mg/L konsantrasyonlarının etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda Ni (II) iyonlarının giderimleri ve metal iyonu tutulma konsantrasyonları

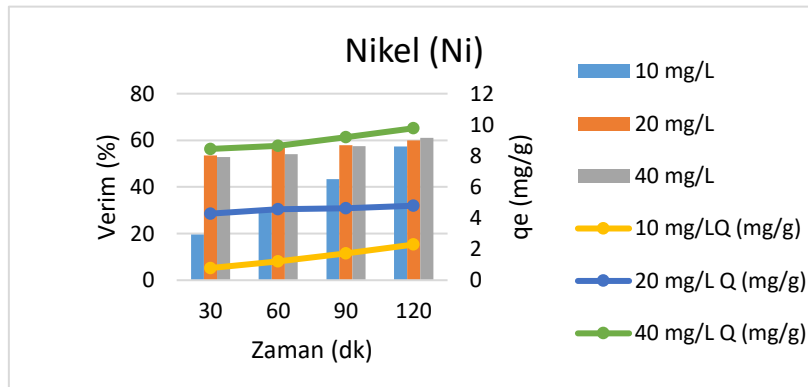
incelenmiştir. Tablo 3'te ve Şekil 8'de başlangıç konsantrasyon değişmesine bağlı olarak giderim verimleri ve metal iyonunu tutulma miktarları verilmiştir.

Tablo 3. Başlangıç konsantrasyona bağlı optimum pH'da metal giderim verimleri ve metal iyonu tutma kapasitesi

Nikel (Ni)						
Zaman (dk)	Kons. (10 mg/L)	Verim (%)	Kons. (20 mg/L)	Verim (%)	Kons. (40 mg/L)	Verim (%)
30	8,042	19,58	9,290	53,55	18,89	52,775
60	6,985	30,15	8,582	57,09	18,37	54,075
90	5,669	43,31	8,421	57,895	16,98	57,55
120	4,266	57,34	8,017	59,915	15,56	61,1
Zaman (dk)	Kons. (10 mg/L)	Q (mg/g)	Kons. (20 mg/L)	Q (mg/g)	Kons. (40 mg/L)	Q (mg/g)
30	8,042	0,7832	9,290	4,284	18,89	8,444
60	6,985	1,206	8,582	4,5672	18,37	8,652
90	5,669	1,7324	8,421	4,6316	16,98	9,208
120	4,266	2,2936	8,017	4,7932	15,56	9,776

Sonuçlara bakıldığında nikel konsantrasyonu arttıkça giderim verimlerinin de çok az arttığı gözlenmiştir. Ancak genellikle literatür destekli sonuçlar %50-60 bandında seyretmektedir. Kenevir biyosorbentleri Ni (II) iyonu adsorpsiyonunda başarılı olduğu söylenebilir (Hasfalina, Maryam, Luqman, & Rashid, 2010; Kyzas et al., 2015). Ni (II) iyonu giderim verimi

konsantrasyon arttıkça hafif artmış ancak çok büyük bir artış olmamıştır. Kenevir biyosorbentinin Ni (II) iyonu adsorplama kapasitesi hemen hemen tüm konsantrasyon aralıklarında aynıdır. 20 mg/L Ni (II) konsantrasyonunun %59,91 iken 40 mg/L'de Ni (II) konsantrasyonu %61,1 olarak tespit edilmiştir.



Şekil 8. Ni (II) iyonu giderimi için kenevir biyosorbenti başlangıç konsantrasyonuna bağlı verim-izoterm grafikleri

4. Sonuç

Bu çalışma, Ni (II) iyonu sulu çözeltilerden uzaklaştırılması için kenevir liflerinin biyosorbentler olarak alternatif bir kullanımını araştırılmıştır. Bu amaçla kenevir malzemeleri, herhangi bir safsızlığı gidermek ve hemiselülozları veya lignini kademeli olarak gidermek için (adsorpsiyonu iyileştiren) sodyum hidroksit ardından sodyum klorit çözeltileri yıkandı ve aktivasyondan sonra kullanıldı. Bu çalışmada uygulanan kimyasal modifikasyon, kısa kenevir liflerinde yapısal ve morfolojik değişikliklere yol açmakta ve sorpsiyon özelliklerini iyileştirdiği için tercih edilmiştir. Kesikli deneyler için Ni (II) iyonları sorpsiyonu için optimum başlangıç pH değeri 4 olarak bulunmuştur. Bu pH değerlerinde en yüksek giderim verimleri sırasıyla Ni (II) %57,34 olarak bulunmuştur. Başlangıç konsantrasyonuna etkisi incelendiğinde konsantrasyon arttıkça giderim veriminin çok az arttığı gözlemlenmiştir. 40 mg/L Ni konsantrasyonunun en yüksek giderim verimi %61,1 olarak tespit edildi. XRD, FTIR ve SEM-EDS karakterizasyon test sonuçları da kenevir biyosorbentinin metal sorpsiyonunda etkili olduğunu kanıtlamıştır. Çalışma sonuçlarına göre kenevir lifleri biyosorbentlerinin Ni (II) iyonu giderim kapasitesi iyi olan materyaller olduğu düşünülmektedir. Kenevirin hem çevre dostu bir yeşil bir malzeme olması hem de ülkemizde bol yetiştirilmesi nedeniyle sanayide alternatif bir adsorban madde olarak kullanılabilmesi düşünülmektedir. Modifiye kenevir liflerinin iyi sorpsiyon özellikleri ve diğer ticari sorbentlere kıyasla düşük maliyetleri, bu liflerin atık su arıtımı için filtre üretiminde başarılı bir şekilde kullanılmasını sağlarken, bu çalışmadan elde edilen sonuçlar kesikli prosesin tasarlanmasında çok yardımcı olabileceği düşünülmektedir.

5. Teşekkür

Bu çalışmada Ondokuz Mayıs Üniversitesi Proje Yönetim Ofisi tarafından PYO.MUH.1908.21.008 numaralı proje kapsamında destek alınmıştır.

Ayrıca bu çalışmanın özeti "1st International Conference on Engineering, Natural and Social Sciences, 20-23 Aralık 2022 (Konya / Türkiye)" kongresinde sunulmuştur.

Kaynakça

- Anastopoulos, I., & Kyzas, G. Z. (2014). Agricultural peels for dye adsorption: A review of recent literature. *Journal of Molecular Liquids*, 200, 381–389. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.molliq.2014.11.006>
- Arora, R. (2019). Adsorption of heavy metals-a review. *Materials Today: Proceedings*, 18(1), 4745–4750. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2019.07.462>
- Bailey, S. E., Olin, T. J., Bricka, R. M., & Adrian, D. D. (1999). A review of potentially low-cost sorbents for heavy metals. *Water Research*, 33(11), 2469–2479. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0043-1354\(98\)00475-8](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0043-1354(98)00475-8)
- Hasfalina, C. M., Maryam, R. Z., Luqman, C. A., & Rashid, M. (2010). The potential use of kenaf as a bioadsorbent for the removal of Copper and Nickel from single and binary aqueous solution. *Journal of Natural Fibers*, 7(4), 267–275. <https://doi.org/10.1080/15440478.2010.527508>
- Kyzas, G. Z., & Kostoglou, M. (2014). Green Adsorbents for Wastewaters: A Critical Review. *Materials (Basel, Switzerland)*, 7(1), 333–364. <https://doi.org/10.3390/ma7010333>

- Kyzas, G. Z., Terzopoulou, Z., Nikolaidis, V., Alexopoulou, E., & Bikiaris, D. N. (2015). Low-cost hemp biomaterials for nickel ions removal from aqueous solutions. *Journal of Molecular Liquids*, 209(1), 209–218. <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2015.05.060>
- Marrot, B., Barrios-Martinez, A., Moulin, P., & Roche, N. (2004). Industrial wastewater treatment in a membrane bioreactor: A review. *Environmental Progress*, 23(1), 59–68. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/ep.10001>
- Paduraru, C., & Tofan, L. (2002). Equilibrium studies for the sorption of metal ions onto hemp. *Cellulose Chemistry and Technology*, 36, 375–380.
- Pejic, B., Vukcevic, M., Kostic, M., & Skundric, P. (2009). Biosorption of heavy metal ions from aqueous solutions by short hemp fibers: Effect of chemical composition. *Journal of Hazardous Materials*, 164(1), 146–153. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2008.07.139>
- Srivastava, N. K., & Majumder, C. B. (2008). Novel biofiltration methods for the treatment of heavy metals from industrial wastewater. *Journal of Hazardous Materials*, 151(1), 1–8. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2007.09.101>
- Tofan, L., Teodosiu, C., Paduraru, C., & Wenkert, R. (2013). Cobalt (II) removal from aqueous solutions by natural hemp fibers: Batch and fixed-bed column studies. *Applied Surface Science*, 285(PARTA), 33–39. <https://doi.org/10.1016/j.apusc.2013.06.151>
- Vukčević, M., Pejić, B., Kalijadis, A., Pajić-Lijaković, I., Kostić, M., Laušević, Z., & Laušević, M. (2014). Carbon materials from waste short hemp fibers as a sorbent for heavy metal ions - Mathematical modeling of sorbent structure and ions transport. *Chemical Engineering Journal*, 235, 284–292. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2013.09.047>
- Wang, J., & Chen, C. (2009). Biosorbents for heavy metals removal and their future. *Biotechnology Advances*, 27(2), 195–226. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2008.11.002>
- Zou, X., Fallah, J. El, Goupil, J.-M., Zhu, G., Valtchev, V., & Mintova, S. (2012). Green removal of aromatic organic pollutants from aqueous solutions with a zeolite–hemp composite. *RSC Adv*, 2(7), 3115–3122. <https://doi.org/10.1039/C2RA01176J>