

ISVOS JOURNAL

INTERNATIONAL



**SCIENTIFIC
AND
VOCATIONAL
STUDIES
JOURNAL**

TOPICS

**Engineering
Science
Maths
Health**

ISSN: 2618-5938

EDİTÖR LİSTESİ / LIST OF EDITORS

EDİTÖR / EDITOR

Umut Saray / Tokat Gaziosmanpaşa University

YARDIMCI EDİTÖRLER / ASSOCIATE EDITORS

Tolga Yücehan / Afyon Kocatepe University

Canan Başlak / Selçuk University

Munise Didem Demirbaş / Erciyes University

EDİTÖR KURULU / MEMBER OF EDITORS

PhD. Cem Cüneyt Ersanlı	ORCID: 0000-0002-8113-5091	Sinop University
PhD. Uğur Çavdar	ORCID: 0000-0002-3434-6670	İzmir Demokrasi University
PhD. Özgür Alparslan	ORCID: 0000-0002-2264-2886	Tokat Gaziosmanpaşa University
PhD. Munise Didem Demirbaş	ORCID: 0000-0001-8043-6813	Erciyes University
PhD. Elif Tezel Ersanlı	ORCID: 0000-0003-0608-9344	Sinop University
PhD. Pınar Çavdar	ORCID: 0000-0002-1989-4759	İzmir Demokrasi University
PhD. Özlem Toprak	ORCID: 0000-0002-6910-011x	Tokat Gaziosmanpaşa University
PhD. Fatih Polat		Tokat Gaziosmanpaşa University
PhD. Neslihan Özbek		Ahi Evran University
PhD. Ahmet Saygılı	ORCID: 0000-0001-8625-4842	Namık Kemal University
PhD. Bilal Şenol	ORCID: 0000-0002-3734-8807	İnönü University
PhD. Mevlida Operta		International Saraybosna University
PhD. Recep Ekici		Erciyes University
PhD. Alper Bideci	ORCID: 0000-0003-2385-7552	Düzce University
PhD. Canan Başlak		Selçuk University
PhD. Cem Emeksiz	ORCID: 0000-0002-4817-9607	Tokat Gaziosmanpaşa University

PhD. Sefa Ersan Kaya	ORCID: 0000-0003-1754-3901	Tokat Gaziosmanpaşa University
PhD. Ahmet Tolunay		Isparta University of Applied Sciences
PhD. Altuğ Çağatay	ORCID: 0000-0001-7067-5570	Tokat Gaziosmanpaşa University
PhD. Samed İnyurt		Tokat Gaziosmanpaşa University
PhD. Oktay Erdoğan	ORCID: 0000-0003-1466-3035	Pamukkale University
PhD. Ali Çiftçi		University of Health Sciences
PhD. Arzu Ay		Trakya University
PhD. Mohammad Ali Ghorbani		University of Tabriz
PhD. Waggas Galib Atshan	ORCID: 0000-0002-7033-8993	University of Al-Qadisiyah
PhD. Rasoul Daneshfaraz	ORCID: 0000-0003-1012-8342	University of Maragheh
PhD. Ayhan Erciyes	ORCID: 0000-0002-0942-5182	Aksaray University
PhD. Feyza Gürbüz	ORCID: 0000-0002-6327-8232	Erciyes University
PhD. Serdar Özyön	ORCID: 0000-0002-4469-3908	Kütahya Dumlupınar University
PhD. Arzu Erçetin	ORCID: 0000-0002-8381-0011	İstanbul Kültür University
PhD. Güllü Kırat		Yozgat Bozok University
PhD. Nil Doğruer Ünal		Mersin University
PhD. Gökçe Şeker Karatoprak	ORCID: 0000-0001-5829-6914	Erciyes University
PhD. Mürşide Dartay		Fırat University
PhD. Mahdi Hosseini	ORCID: 0000-0003-0850-496x	Jawaharlal Nehru Technological University

Matrix Pencil Method and Singular Value Decomposition Application for DOA Estimation Using Linear Antenna Array with Multiple Signal Sources

Nilay Aytaş^{a,1}, Erkan Afacan^b, Nihat İnanç^a

^aKırıkkale Üniversitesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Ankara Yolu 7. Km, Yaşihân/Kırıkkale 71450, Türkiye

^bGazi Üniversitesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Eti Mh. Yükseliş Sk. No: 5, Maltepe/Ankara 06570, Türkiye

ORCID ID: 0000-0002-8305-1641

ORCID ID: 0000-0003-4025-6847

ORCID ID: 0000-0003-2989-6632

Abstract

The practice of estimating the direction of the signal emitted from signal sources using linear antenna arrays is used effectively in both military and civilian radar systems. While the number of signal sources was single in the first studies, the systems that estimated the direction angle of the source have now gained the ability to estimate the direction angle of the signals emitted from more than one signal source at the same time with high accuracy, thanks to the deepening researches. In this study, it is aimed to estimate the angle of incidence of noisy signals emitted from multiple signal sources with the least error by using the Matrix Pencil Method and linear antenna array, which is one of the signal subspace analysis methods. In addition, the signals are separated from the noise factor by using the Singular Value Decomposition method. Simulations have been carried out in many different scenarios, and it has been shown that the combination of Matrix Pencil Method and Singular Value Decomposition methods can be used for highly accurate results in estimating the direction of multiple signals coming into the antenna array.

Keywords: “matrix pencil, singular value decomposition, array signal processing, doa estimation, linear antenna array.”

1. Giriş

Sinyal geliş açısı tahmini üzerine yapılan çalışmalar, araştırmacılar tarafından uzun yıllardır önemli bir uğraş alanı olmuştur. Tek ya da birden fazla sinyal kaynağından yayılan sinyallerin yönünün açısı, belirli geometriye sahip anten dizileri kullanılarak sinyal işleme teknikleri ile tahmin edilebilir olduğu çalışmalar sonucunda ortaya çıkmıştır. Birçok pratik sinyal işleme probleminde amaç, temel gerçek sinyallerin bağlı olduğu bir dizi sabit parametreyi ölçümlerden tahmin etmektir. Örneğin, bir anten dizisinde alınan sinyaller kümesi göz önüne alındığında, diziye çarpan sinyallerin geliş yönlerinin tahmin edilmesi, radar, sonar, elektronik gözetleme ve sismik keşif gibi oldukça alanlarda önemlidir. Yüksek çözünürlüklü frekans tahmini, Doppler radarı ve sistem tanımlama dahil olmak üzere çok sayıda uygulamada kullanılır. Tahmin edilecek parametreler, gözlemlere bağlı parametrelerdir. Örnek verecek olursak, düzlem dalgaların geliş yönü tahminini sağlamak için yeterli veri toplamak gerekir ve istenen doğruluk ancak yeterince uzun olan gözlem aralığı sabit iken elde edilebilir [1].

Literatürde dizi verisi işlenmesi, sinyal kaynaklarına ait parametrelerin dizi antenler kullanılarak elde edilmesi olarak adlandırılır. Bu durum, ışın kavramına uygun olarak iletilen sinyallerin işlenmesi ile ilgilidir. Serbest uzayda yerleştirilmiş halde bulunan sinyal kaynaklarının dizi antenler üzerine ışın yapması sonucu elde edilen sinyallerle ilgili bütün parametrelerin kestirilmesi asıl amaç olarak görülmektedir. Bu parametreler arasında başlıcaları; kaynak sayısı, kaynakların yatay ve yükseliş açıları, konumları ve frekansları olarak sayılabilir [2].

Sinyal geliş açısı tahmin problemlerinde, Capon'un maksimum olabilirlik (Maximum Likelihood) yöntemi [3] ve Burg'un maksimum entropi (Maximum Entropy) yöntemi [4] dahil olmak üzere çeşitli yaklaşımlar olmuştur. Genellikle başarılı olmalarına ve yaygın olarak kullanılmalarına rağmen, bu yöntemlerin belirli temel sınırlamaları vardır. Bunlar, parametre tahminlerinde yanlışlık ve hassasiyettir. Çünkü büyük ölçüde ölçümlerin yanlış bir modelini (örneğin, özel ARMA yerine AR) kullanırlar. Pisarenko, bir kovaryans matris yaklaşımı kullanarak toplamsal gürültüde parametrelerin tahminini yaparak, veri modelinin yapısından yararlanan ilk araştırmacılardan biridir [5]. Schmidt [6] ve ayrı olarak Bienvenu ve Kopp [7], keyfi formdaki anten dizilerini kullanarak yön bulan ilk araştırmacılar. Özellikle Schmidt, bunu önce gürültünün yokluğunda tam bir geometrik çözüm türeterek, ardından gürültünün varlığında makul bir yaklaşık çözüm elde etmek için geometrik kavramları akıllıca genişleterek başarmıştır. Ortaya çıkan algoritma MUSIC (çoklu sinyal sınıflandırması) olarak adlandırılmış ve bu algoritma geniş çapta incelenmiştir. MUSIC algoritmasının üzerine kurulduğu geometrik kavramlar, çok daha geniş bir alt uzay tabanlı algoritmalar sınıfının temelini oluşturur. Schmidt'in öncü çalışmasından bu yana, alt uzay yaklaşımına dayalı birkaç teknik geliştirilmiştir.

¹ Sorumlu Yazar. Tel: +905456384883

E-posta adresi: aytasnilay@gmail.com

Özellikle, Paulraj, Roy ve Kailath [8, 9, 10] tarafından önerilen ESPRIT tekniği (dönel değişmezlik teknikleri aracılığıyla sinyal parametrelerinin tahmini) bu yöntemlerden biridir. Nispeten daha yakın zamanlarda, Ottersten ve Kailath'ın [11] klasik maksimum olabilirlik yöntemi ve ağırlıklı alt uzay uydurma gibi çok boyutlu tekniklerdeki sonuçlar, potansiyel olarak üstün performanslarından dolayı dikkat çekmiştir. Hata çeşitlenmesinde Cramer-Rao alt sınırını elde eden tahminler yapmak için optimal bir ağırlıklandırma seçimi gösterilmiştir [12].

1986 yılında, yön bulma çalışmaları hız kazanmış ve Sibul, uyarlanabilir bir anten dizisi kullanarak yapılan ışıma, Tekil Değer Ayrışımı anten sayısının kaynak sayısından fazla olması problemini çözmek için kullanılmıştır [13]. Hua ve Sarkar, 1990 yılında, Tekil Değer Ayrışımı yöntemi ile Matris Kalem yöntemini gürültülü bir sinyale ait genelleştirilmiş özdeğerleri bulmak için kullanmıştır [14]. Sarkar ve Pereira, 1995 yılında, Matris Kalem yöntemini bir sinüs sinyaline ait karmaşık üstel fonksiyonların toplamını tahmin etmek için uygulamış ve ayrıntılarıyla incelemiştir [15]. Yılmaz, Sarkar ve Salazar-Palma, sinyalden aldıkları tek örnek ve çoklu örnekle sinyalin geliş açısı tespitini ESPRIT yöntemi ile Matris Kalem yöntemini birlikte kullanarak 2010 yılında yapmışlardır [16]. Parametre tahmini [17]'de yapılmış, [18]'de, doğrusal ve çembersel anten dizisine iki boyutlu Matris Kalem yöntemi uygulanmıştır. [19]'da Matris Kalem yöntemi ile iki sinyal kaynağı kullanılmış ve sonuçlar sunulmuştur.

Bu çalışmada, Matris Kalem yöntemi ve Tekil Değer Ayrışımı yöntemi kullanılarak doğrusal bir anten dizisine ışına yapan sinyallerin geliş açısı tahmini yapılmıştır. Çoklu sinyal kaynakları kullanılmış olup farklı senaryolar için simülasyonlar sunulmuştur. Diğer çalışmalardan farklı olarak aynı anda ışına yapan kaynak sayısı birden fazla olması durumu incelenmiştir. Önerilen yöntemin, geliş açısı tahmini üzerine etkisini incelemek için sinyal kaynaklarının açıları ve gürültü seviyeleri değiştirilmiştir. Ayrıca anten elemanı sayısının değişimi de analiz edilerek doğrusal anten dizisindeki etkisi elde edilen sonuçlar ile birlikte sunulmuştur. Birbirinden farklı geliş açılara sahip gürültülü sinyallerin geliş yönleri, Matris Kalem ve Tekil Değer Ayrışımı yöntemleri ile tahmin edilip, elde edilen sonuçların RMSE değerleri karşılaştırmalı olarak gösterilmiştir.

2. Matris Kalem ve Tekil Değer Ayrışımı Yöntemlerinin Sinyal Veri Modeline Uygulanması

Matris Kalem yöntemi yüksek hassasiyetle kutup ve genlik verilerinin üstel sinyal verilerinden elde edilmesini sağlar. Bu yöntem de diğer kestirim yöntemleri gibi alt uzay yaklaşımı tabanlı bir yöntemdir. Matris Kalem yöntemini diğer MLE, MUSIC ve ESPRIT yöntemlerinden ayıran en önemli fark tüm bu yöntemler, R korelasyon matrisine bağımlı olarak görev yaparken Matris Kalem yönteminin korelasyon matrisine ihtiyaç duymamasıdır. Korelasyon matrisini tahmin etmek önemli bir hesaplama yüküdür, çünkü N anten elemanı sayısı olmak üzere, $K > 2N$ olan veri sinyalinin en az K (anlık görüntüler) örneğine ihtiyaç vardır. Doğal varsayım, tüm K örneklerinin aynı istatistikleri takip etmeleri, yani verilerin homojen olmasıdır. Bu, Matris Kalem olarak bilinen “istatistiksel olmayan” veya “doğrudan veri alanı” tekniğinin geliştirilmesini motive etmiştir. [14]. Matris Kalem yöntemi, aslen bir sistemin kutupların tahmini için geliştirilmiştir ancak aynı zamanda sinyal geliş açısı tahminine de uygulanabilir. Orijinal Matris Kalem yönteminde zaman indeksi olan n için alınan veriler aşağıdaki şekilde verilir.

$$x_n = \sum_{m=1}^M A_m z_m^n + n_n \quad (1)$$

$$z_m = e^{jkdsin(\theta)}, \quad m = 1, 2, \dots, M \quad (2)$$

Burada gürültü içeren sinyallere Matris Kalem yönteminin uygulanması için öncelikle x_n vektörünün, düzgün doğrusal anten dizisinde anten elemanlarının besleme noktasında ölçülen gerilim kümesi olduğu varsayılır. M adet sinyal kaynağının olduğu varsayılmıştır. A_m uyarım katsayısını, z_m sistemin kutuplarını ve n_n ortalama beyaz Gauss gürültüsünü ifade eder. Eşitlik 2'de, k değeri dalga numarasını, d değeri antenler arası mesafeyi, θ ise kaynaktan gelen sinyalin açısını gösterir.

Yöntemin uygulanmasında amaç, verilen x_n sinyalinden z_m değerlerini tahmin etmektir ($n = 0, 1, \dots, N - 1$). Bu problemde, veriler N adet anten elemanlarının terminallerinde alınır ve aynı teoriksel şekilde anten dizisine uygulanır. Böylelikle, orijinal Matris Kalem algoritması sinyal geliş açısı tahmini için de geçerli olmuş olur. Matris Kalem yöntemi, bir korelasyon matrisi tahmin etmeden ESPRIT tekniğiyle birçok benzerlik içerir. Yöntemi uygulamak için orijinal veri vektöründen elde edilmiş iki tane matris tanımlanır.

$$\mathbf{X}_0 = \begin{bmatrix} x_0 & x_1 & \dots & x_{L-1} \\ x_1 & x_2 & \dots & x_L \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{N-L-1} & x_{N-L} & \dots & x_{N-2} \end{bmatrix}_{(N-L) \times L} \quad (3)$$

$$\mathbf{X}_1 = \begin{bmatrix} x_1 & x_2 & \cdots & x_L \\ x_2 & x_3 & \cdots & x_{L+1} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{N-L} & x_{N-L+1} & \cdots & x_{N-1} \end{bmatrix}_{(N-L) \times L} \quad (4)$$

Eşitlik 3 ve Eşitlik 4'te verilen L , kalem parametresi olarak adlandırılır. L değeri, algoritmanın en iyi sonucu verebilmesi için $N/2$ ile $N/3$ arasında seçilmelidir. Ayrıca aşağıda kalem parametresinin sağlaması gereken diğer şartlar da verilmiştir.

$$M \leq L \leq N - L, \quad N \text{ değeri çift ise} \quad (5)$$

$$M \leq L \leq N - L + 1, \quad N \text{ değeri tek ise} \quad (6)$$

Matris Kalem yöntemini, teorinin temelini esas alarak aşağıdaki eşitlikleri yazabiliriz.

$$\mathbf{X}_0 = \mathbf{Z}_1 \mathbf{A} \mathbf{Z}_2 \quad (7)$$

$$\mathbf{X}_1 = \mathbf{Z}_1 \mathbf{A} \boldsymbol{\psi} \mathbf{Z}_2 \quad (8)$$

Burada $\boldsymbol{\psi}$, tahmin etmek istediğimiz diyagonal matristir. Tanımlanan matrisler aşağıda verilmiştir.

$$\mathbf{Z}_1 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & \cdots & 1 \\ z_1 & z_2 & \cdots & z_M \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ z_1^{(N-L-1)} & z_2^{(N-L-1)} & \cdots & z_M^{(N-L-1)} \end{bmatrix}_{(N-L) \times M} \quad (9)$$

$$\mathbf{Z}_2 = \begin{bmatrix} 1 & z_1 & \cdots & z_1^{(L-1)} \\ 1 & z_2 & \cdots & z_2^{(L-1)} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & z_M & \cdots & z_M^{(L-1)} \end{bmatrix}_{M \times L} \quad (10)$$

$$\boldsymbol{\psi} = \begin{bmatrix} z_1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & z_2 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & z_M \end{bmatrix}_{M \times M} \quad (11)$$

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} \alpha_1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & \alpha_2 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & \alpha_M \end{bmatrix}_{M \times M} \quad (12)$$

Burada, \mathbf{X}_0 ve \mathbf{X}_1 matrislerinin rankı M 'dir. Eşitlik 13'de Matris Kalem yönteminin bu matrislere uygulanmış hali verilmiştir.

$$\mathbf{X}_1 - \lambda \mathbf{X}_0 = \mathbf{Z}_1 \mathbf{A} [\boldsymbol{\psi} - \lambda \mathbf{I}] \mathbf{Z}_2 \quad (13)$$

$[\mathbf{X}_0, \mathbf{X}_1]$ matris çiftinin genelleştirilmiş özdeğerlerini bulmak için sistemin kutupları olan z_m değerlerinin bulunması gerekir.

$$\mathbf{X}_1 \mathbf{q} - \lambda \mathbf{X}_0 \mathbf{q} = 0 \quad (14)$$

Eşitlik 14'de, genelleştirilmiş özvektör olan \mathbf{q} 'nun korelasyon matrisinin özvektörleriyle hiçbir ilişkisi olmadığı unutulmamalıdır. Bu matris çiftinin M adet olan genelleştirilmiş özdeğerleri, z_m değerlerinin tahminlerini oluşturur. Böylelikle sinyal geliş açısı tahmini Eşitlik 15 kullanılarak elde edilebilir.

$$\theta = \cos^{-1} \left[\frac{\text{Im}(\ln(z_m))}{kd} \right], \quad m = 1, 2, \dots, M \quad (15)$$

Matris Kalem yöntemi, sinyalin gürültü içermesi durumunda gürültü alt uzayını ayırt edemez. Bu nedenle doğrusal anten dizisine gelen sinyalin gürültü içermesi halinde ilk olarak Tekil Değer Ayrışımı yönteminin uygulanması gerekmektedir. Tekil Değer Ayrışımı yöntemi, gürültü içeren sinyallerde, gürültüyü sinyal alt uzayından ayırt etme işlemini gerçekleştirir. Böylece, gürültüden arınmış olan sinyal, Matris Kalem algoritması ile işlenebilir. \mathbf{X} matrisine Tekil Değer Ayrışımı yöntemi uygulandığında Eşitlik 16 elde edilir.

$$[\mathbf{X}] = [\mathbf{U}][\mathbf{S}][\mathbf{V}]^H \quad (16)$$

Verilen denklemde $[\mathbf{U}]$ ve $[\mathbf{V}]$ üniter matristir, $[\mathbf{S}]$ matrisi köşegen matristir ve $[\mathbf{X}]$ 'nin tekil değerlerini içermektedir. Kaynaktan gelen sinyallere bahsedilen işlemler uygulandıktan sonra filtrelenmiş matris oluşturma işlemi yapılır. Burada matris $[\mathbf{V}']$ ile gösterilir ve $[\mathbf{V}]$ matrisinin M adet baskın sağ tekil vektörlerinden oluşmaktadır.

$$[\mathbf{V}'] = [\mathbf{v}_1, \mathbf{v}_2, \dots, \mathbf{v}_M] \quad (17)$$

Diğer tekil değerlere oranla, $M + 1$ 'den L değerine kadar olan sağ tekil vektörler oldukça küçük değerlerdedir ve atılması gerekir. Öyleyse,

$$[\mathbf{X}_0] = [\mathbf{U}][\mathbf{S}'][\mathbf{V}'_1]^H \quad (18)$$

$$[\mathbf{X}_1] = [\mathbf{U}][\mathbf{S}'][\mathbf{V}'_2]^H \quad (19)$$

elde edilir. Burada, $[\mathbf{V}']$ matrisinin son sırası silindiğinde $[\mathbf{V}'_1]$ matrisi oluşturulur. $[\mathbf{V}']$ matrisinin ilk sırası silindiğinde $[\mathbf{V}'_2]$ matrisi oluşturulur. $[\mathbf{S}]$ matrisinin baskın tekil değerlerinin olduğu M sütundan ise $[\mathbf{S}']$ matrisi meydana gelir. Öyleyse, Eşitlik 20'nin özdeğerleri, gürültü içeren sinyallerin geliş açısını tahmin etmek için kullanılması gereken eşitliktir.

$$\{[\mathbf{V}'_2]^H - \lambda[\mathbf{V}'_1]^H\} \rightarrow \{[\mathbf{V}'_1]^H\}^+ \{[\mathbf{V}'_2]^H\}^+ - \lambda[\mathbf{I}] \quad (20)$$

Buradan elde edilen özdeğerler ile Eşitlik 15 kullanılarak gürültülü sinyallerde işaret geliş açısı kestirimi yapılır. Matris Kalem yöntemini herhangi bir sinyale uygulama adımları Tablo 1'de özetlenmiştir.

Tablo 1. Matris Kalem ve Tekil Değer Ayrışımı Yöntemlerinin Uygulanması

Matris Kalem Algoritmasının Uygulanması	
1)	Veri matrisi, sinyal kaynaklarından gelen sinyal tarafından üretilir.
2)	Anten dizisine gelen sinyal gürültü içeriyorsa, Matris Kalem yöntemi uygulanmadan önce Tekil Değer Ayrışımı uygulanmalıdır. Bu yöntem, gürültülü sinyaller için filtreleme işlevi görür.
3)	Filtrelenmiş sinyal elde edilir.
4)	Veri matrisi MP işlevine göre yeniden yapılandırılır.
5)	Yeniden oluşturulan veri matrisinin öz değerleri hesaplanır.
6)	Sinyal geliş açısı tahmini hesaplanır.

3. Simülasyon Sonuçları

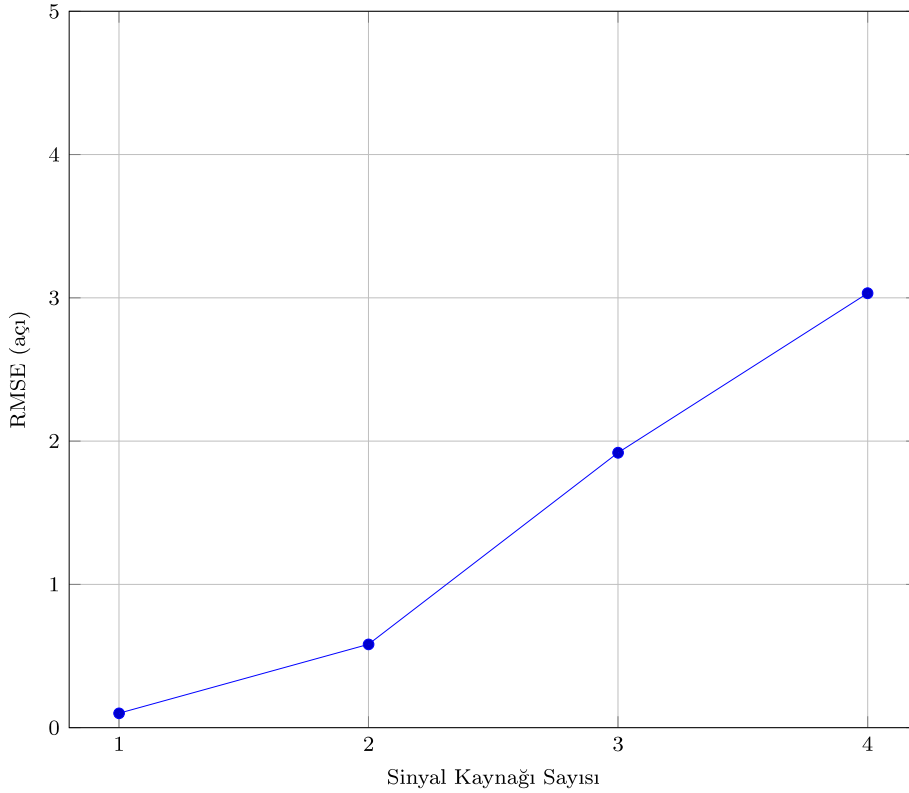
Bu çalışmada, önerilen algoritma doğrusal anten dizisi kullanılarak birçok durum için analiz edilmiştir. Öncelikle sinyal kaynaklarının sayısı değiştirilerek geliş açısı tahmini yapılmıştır. Anten dizisine aynı frekans ve fazda sahip üç uyumlu sinyal kaynağı $[85^\circ, 75^\circ, 60^\circ]$ 'lik farklı açılardan ışına yaptığı varsayılmıştır. Bu sinyal kaynaklarına 45° 'lik aynı faz ve frekansa sahip bir kaynak daha eklenmiştir. N değeri 18, L değeri 6 ve anten dizisi elemanları arasındaki mesafe $\lambda/2$ olarak alınmıştır. Tüm simülasyonlarda, anlık görüntü sayısı 1 adet alınmıştır. Her bir senaryoda $m = 1000$ deneme yapılır, 1000 farklı tahmin sonucu bulunur ve bu 1000 farklı sonuç kullanılarak ortalama tahmin değeri hesaplanır. Anten dizisine aynı anda çarpan toplam 4 sinyal kaynağı olduğunda elde edilen sinyal geliş açısı tahmininin sonuçları Tablo 2'de gösterildiği gibidir. Performans değerlendirmesi, tahmini θ'_i ve gerçek θ_i sinyal geliş açıları arasındaki ortalama karekök hatasına (RMSE) dayanmaktadır. $RMSE =$

$\sum_{i=1}^M \sqrt{(\theta'_i - \theta_i)^2} / m$ olarak hesaplanmıştır. Elde edile sonuçlara göre, sinyal kaynağı sayısı artsa da Matris Kalem yöntemi kaynakları birbirinden yüksek doğrulukla ayırt edebilmektedir.

Diğer simülasyonda, değişen sinyal kaynağı sayıları ile ortalama RMSE değerleri karşılaştırılmıştır. Sinyal kaynaklarının yine $[85^\circ, 75^\circ, 60^\circ, 45^\circ]$ 'lik farklı açılardan ışına yaptığı varsayılmıştır. Simülasyon sonuçları, Şekil 1'de sunulmuştur. Sonuçlara göre sinyal kaynaklarının sayısı arttıkça RMSE ve yüzde hatası doğru orantılı olarak yükselir. Sonuçlar, Matris Kalem yönteminin artan sayıda sinyal kaynağı ile iyi sonuçlar verdiğini göstermiştir.

Tablo 2. Farklı sayıda sinyal kaynakları için geliş açısı tahminleri ve RMSE ile yüzde hata değerlendirmesi

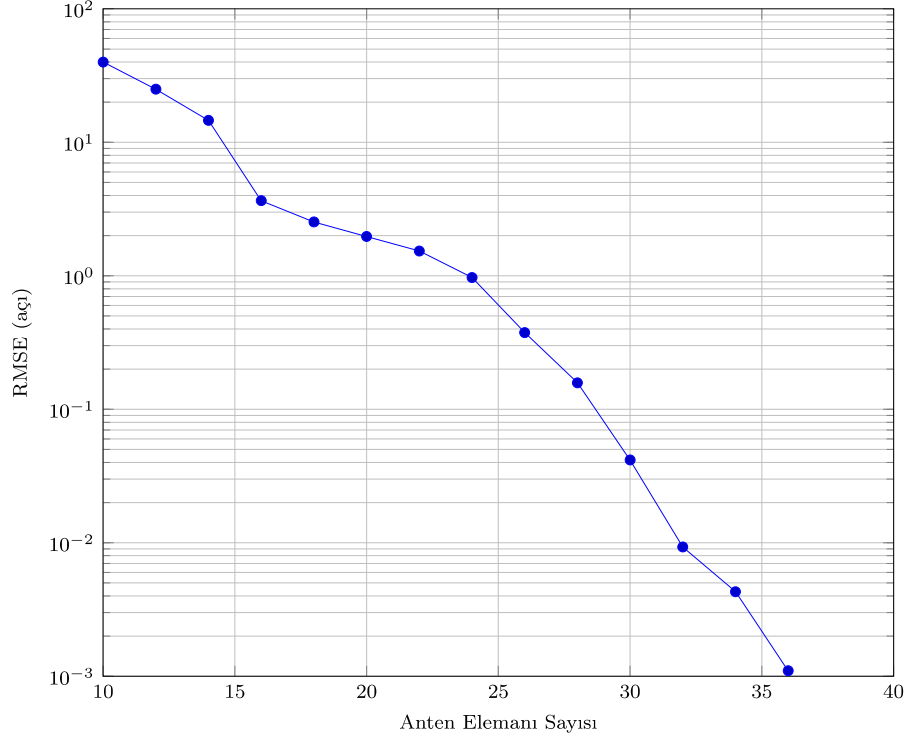
Sinyal No	θ_i	Sinyal Kaynağı Sayısı	θ'_i	RMSE (°)	Yüzde Hata (%)
Sin.1	85	3	84.9425	0.0575	0.0691
Sin.2	75		75.0777	0.0777	0.1026
Sin.3	60		60.0245	0.0245	0.0408
Sin.1	85	4	85.0456	0.0536	0.0911
Sin.2	75		74.9029	0.1294	0.3129
Sin.3	60		59.9601	0.0665	0.3830
Sin.4	45		44.9309	0.0691	0.1535



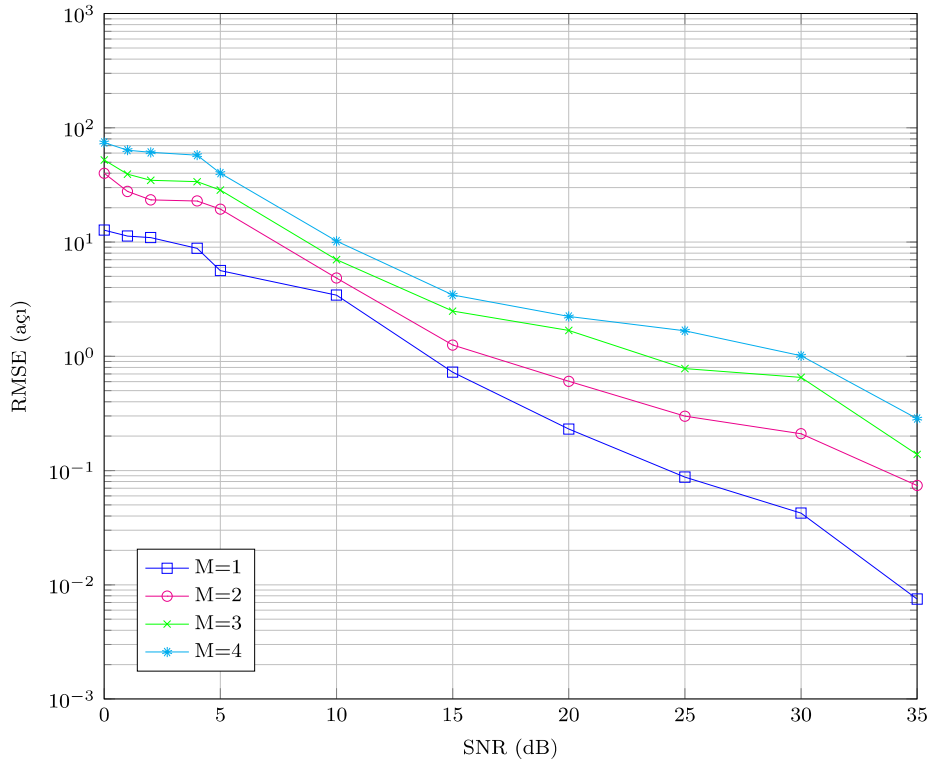
Şekil 1. Değişen sayıda sinyal kaynağı ile toplam ortalama RMSE, M=[1,2,3,4].

Şekil 2'de verilen simülasyonda, değişen sayıda anten $N = [10;36]$ ile 4 sinyal kaynağı analizinin sonuçları sunulmuştur. SNR değeri 30 dB'ye eşittir. Şekil 2'de anten elemanlarının sayısı arttıkça RMSE hatalarının azaldığı görülmektedir. Gelen sinyalin açısı tahmininin doğruluğu, N sayısı ile değişen L parametresinin seçiminden etkilenir. Simülasyon sonuçlarına dayanarak, 12'den fazla antenden oluşan bir doğrusal anten dizisi seçilmesi gerektiği anlaşılmıştır. Ayrıca önerilen yöntemin bir diğer sınırlaması, iletilen sinyallerin sayısının anten elemanlarının sayısının yarısını geçmemesidir. Anten elemanlarının sayısı arttıkça Matris Kalem yönteminin performansı da artmaktadır.

Diğer bir simülasyonda, Şekil 3, sinyal kaynakları $M = [1;4]$ çeşitli SNR seviyeleri ile sinyaller anten dizisine iletilir [0;35] dB. Burada N değeri 20 olarak alınmıştır. Sonuçlar, SNR seviyesi arttıkça gürültünün azaldığını ve hataların yaklaşık 10^2 'den 10^{-2} 'ye düştüğünü göstermiştir. Aynı SNR'nin gürültüsüne kıyasla sinyal kaynağı sayısı arttıkça RMSE değerinin de arttığı gözlenmiştir. Değişen SNR değerine rağmen Matris Kalem yönteminin 1 sinyal kaynağından 4 sinyal kaynağına kadar yüksek doğruluk değerleri elde ettiği görülmüştür.



Şekil 2. Değişken sayıda anten elemanı ile RMSE N=[10,36].



Şekil 3. Farklı sayıda kaynak için SNR ile geliş açısı tahmininin RMSE değerleri.

Sinyal kaynağı sayısı 4 için elde edilen Tablo 3’de, sinyal geliş açısı tahmininde simülasyon sonuçları ESPRIT yöntemi ile karşılaştırılmıştır. Parametrik sinyal geliş açısı tahmini algoritmaları arasında ESPRIT, diğer parametrik algoritmalara kıyasla düşük hesaplama karmaşıklığı sunduğu için en yaygın kullanılanlardan biridir. Bu nedenle sonuçlar ESPRIT ile karşılaştırılmıştır. Bilindiği gibi ESPRIT yönteminde aynı frekans ve faz kaynakları kullanılarak açı tahmini yapılamaz. Bu nedenle 4 farklı frekans sinyal kaynağı kullanılmaktadır. Böylelikle Matris Kalem yönteminin farklı frekanslardaki performansı da analiz edilmiştir. N değeri 14 olarak alınmıştır. SNR değeri 35 dB’ye eşittir. Ayrıca anlık görüntü sayısı Matris Kalem yönteminde 1, ESPRIT algoritmasında ise 1024 olarak alınmıştır. ESPRIT tarafından tahmin edilen tüm durumlarda, Matris Kalem yöntemine kıyasla yüzde hatası daha yüksek elde edildiği görülmüştür. Tüm bunlar dikkate alındığında, Matris Kalem yönteminin farklı senaryolarda da az hata ile çalıştığı gözlemlenmiştir.

Tablo 3. ESPRIT ile Matris Kalem yönteminin 4 sinyal kaynağı için geliş açısı tahmininin yüzde hata karşılaştırması

Sinyal No	θ_i	ESPRIT (θ'_i)	ESPRIT (% Hata)	Matris Kalem (θ'_i)	Matris Kalem (% Hata)
Sin.1	85	87.5784	3.033	84.9815	0.0217
Sin.2	75	74.0612	1.2517	75.0155	0.2066
Sin.3	60	59.7829	0.3618	60.0804	0.1340
Sin.4	45	45.0044	0.0097	45.0021	0.0046

4. Sonuç ve Değerlendirme

Bu makalede, ilk olarak 4 tane uyumlu ve daha sonra 4 tane uyumsuz sinyal kaynağı kullanarak doğrusal anten dizisi ile sinyalin geliş açısını tahmin etmek için Matris Kalem yöntemi ile Tekil Değer Ayrışımı yöntemini sunulmuştur. Bu alanda literatürde yapılan çalışmaların daha da geliştirilmesi adına, bu çalışmada, çok sayıda sinyal kaynağı ile Matris Kalem yöntemi ile geliş açısı tahmininin uygulaması incelenmiştir. Böylelikle önerilen algoritmanın 2’den fazla, 4’e kadar sinyal kaynağı sayısı ile iyi çalıştığı kanıtlanmıştır. Önerilen algoritmaların performansları, sinyal kaynağı sayısı, anten elemanı sayısı, çeşitli SNR seviyeleri ve farklı frekanslar açısından analiz edilmiştir. Simülasyon sonuçları, Matris Kalem algoritmasının, çok düşük hatalarla birden çok sinyal kaynağından gelen sinyalin açılarını tahmin edebildiğini göstermiştir. Ayrıca bu algoritma, 4 farklı açıdan gelen sinyallerin arasındaki açı farkı 10 derece kadar küçük olduğunda bile sinyalleri birbirinden ayırt edebilir. Böylelikle, yalnızca 1 anlık görüntü kullanılarak 4 taneye kadar sinyal kaynağının geliş yönlerinin tahmin edilebileceği gösterilmiştir.

Referanslar

- [1] A. Paulraj, B. Ottersten, R. Roy, A. Swindlehurst, G. Xu, T. Kailath, “Subspace methods for directions-of-arrival estimation,” Handbook of Statistics, Elsevier, vol. 10, pp. 693-739, 1993.
- [2] G. Yong, X. Ci, Z. Zong, “Erasing false-location of two stations direction-finding cross location in multi-path and multiple sources environments,” Radar, CIE International Conference on Proceedings, 2001.
- [3] J. Capon, “High resolution frequency wave number spectrum analysis,” Proc. IEEE 57, pp. 1408-1418, 1969.
- [4] J. P. Burg, “Maximum entropy spectral analysis,” Ph.D. thesis, Stanford University, Stanford, CA, 1975.
- [5] V. F. Pisarenko, “The retrieval of harmonics from a covariance function,” Geophys. J. Roy. Astronom. Soc. vol. 33, pp. 347-366, 1973.
- [6] R. O. Schmidt, “Multiple emitter location and signal parameter estimation,” Proc. RADC Spectrum Estimation Workshop. Griffiss AFB, NY, pp. 243-258, 1979.
- [7] G. Bienvenu, L. Kopp, “Principle de la goniometrie passive adaptive,” Proc.7’eme Colloque GRESIT. Nice, France, pp.1-10, 1979.
- [8] A. Paulraj, R. Roy and T. Kailath, “Estimation of signal parameters via rotational invariance techniques- ESPRIT,” Proc. 19th Asilomar Conf. on Circuits, Systems and Computers. San Jose, CA, November, pp. 83-89, 1985.
- [9] A. Paulraj, R. Roy and T. Kailath, “A subspace rotation approach to signal parameter estimation,” Proc. IEEE 74(7), pp. 1044-1045, 1986.

- [10] R. Roy, T. Kailath, "ESPRIT- Estimation of signal parameters via rotational invariance techniques," *IEEE Trans. Acoust. Speech Signal Process.* vol. 37(7), pp. 984-995, 1989.
- [11] M. Viberg, B. Ottersten, T. Kailath, "Direction of arrival estimation and detection using weighted subspace fitting," *Proc. 23rd Asilomar Conf. on Signals, Systems, and Computers, San Jose, CA, November*, pp. 604-608, 1989.
- [12] B. Ottersten, M. Viberg, T. Kailath, "Analysis of subspace fitting and ML techniques for parameter estimation from sensor array data," *IEEE Trans. Signal Process.*, vol. 40(3), pp. 590-600, 1992.
- [13] L. Sibil, "Application of singular value decomposition to adaptive beamforming," *Acoustics, Speech, and Signal Processing, IEEE International Conference on ICASSP, USA*, 1984.
- [14] Y. Hua, T.K. Sarkar, "Matrix Pencil method for estimating parameters of exponentially damped/undamped sinusoids in noise," *IEEE Transactions Acoust. Speech, Signal Process.* vol. 38 (1), pp. 814-824, 1990.
- [15] T. K. Sarkar, O. Pereira, "Using the matrix pencil method to estimate the parameters of a sum of complex exponentials," *IEEE Antennas and Propagation Magazine*, vol. 37 (1), pp. 48-55, 1995.
- [16] T. K. Sarkar, N. Yilmazer, M. Salazar-Palma, "DOA Estimation using Matrix Pencil and ESPRIT methods using single and multiple snapshots," *Electromagnetic Theory (EMTS), URSI International Symposium, Berlin, Germany*, 2010.
- [17] B. Hiçdurmaz, F. Durak, S. Özyön, "The Estimation of Bessel Type Low-Pass Active Filter Parameters with Charged System Search Algorithm" *International Scientific and Vocational Studies Journal*, pp. 65-67, 2019.
- [18] M. Ihedrane, S. Bri, A. E. Fadl, "2-D Matrix pencil for doa estimation," *International Conference on Wireless Technologies, Embedded and Intelligent Systems (WITS)*, 2019.
- [19] N. Aytas, E. Afacan, N. Inanç, "The Application of Matrix Pencil Method for Direction Finding Using a Linear Antenna Array," *29th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU)*, pp. 1-4, 2021.

Hydrological Drought Analysis for Bolu City with Streamflow Drought Index

Onur Arslan^{a,1}

^aBolu Abant İzzet Baysal University, Department of Civil Engineering, Bolu, Turkey
ORCID ID: 0000-0003-2456-1788

Abstract

Hydrological drought refers to the decrease in the amount of water found in surface or groundwater resources and monitoring of this natural disaster is very important due to causing serious problems in drinking and irrigation water supply and hydroelectric energy production. In this study, hydrological drought analysis was made for two streams in Bolu city located in the Western Black Sea Region in the north of Turkey and 3, 6 and 12 month streamflow drought indices were calculated by using the Streamflow Drought Index method. For this aim, the streamflow data of Bolu stream - Beşdeğirmen and Ulusu - Afatlar streamflow monitoring stations were used. According to the results, extreme and severe droughts were determined for two stream flow stations and it is seen that drought periods varied between 1 and 9 years. The most severe and longest droughts were detected for Bolu stream - Beşdeğirmen station. Mild droughts are much higher than moderate, severe and extreme droughts. It has been observed that the severity and number of drought for Bolu stream - Beşdeğirmen station have increased in recent years. In order to reduce the effects of hydrological drought, hydrological drought should be monitored continuously and necessary precautions should be taken regarding the management of water resources. People should be informed about water consumption and so waste should be prevented. In terms of irrigation water, drip irrigation method should be used instead of flood irrigation or sprinkler irrigation methods. For this aim, farmers should be made aware of this issue. Alternative renewable energy sources or other energy sources should be used for reductions in hydroelectric energy production.

Keywords: "Streamflow Drought Index, Drought, Bolu."

1. Giriş

Meteorolojik, tarımsal, hidrolojik ve sosyo-ekonomik gibi sınıflara ayrılarak incelenen kuraklık, etkileri son derece yıkıcı olan ve bu nedenle sürekli izlenmesi gereken doğal bir afettir. Meteorolojik kuraklık yağış miktarlarındaki, tarımsal kuraklık ise zemin nemindeki azalma sonucu ortaya çıkan kuraklıklardır. Hidrolojik kuraklık ise akarsu akım miktarlarındaki azalma ya da göl, baraj gölü gibi yüzeysel su kaynakları ile yeraltı su kaynaklarındaki seviye düşmesi sonucu ile meydana gelen kuraklıktır. Buradaki azalma ya da seviye düşmesi genellikle uzun yıllar ortalaması dikkate alınarak belirlenmekte olup uzun bir süre boyunca devam edebilir. Sosyo-ekonomik kuraklık ise yaşanan kuraklıklar ile bağlantılı olarak sosyal ve ekonomik yaşamda meydana gelen olumsuzluklarla kendini gösteren kuraklıktır.

Hidrolojik kuraklık birçok olumsuz etkiye neden olmaktadır. Akarsulardaki su miktarının azalması durumunda doğal göllerimizdeki ya da çeşitli amaçlar için kullanılan barajlarda ciddi sorunlar yaşanabilir. İçme suyu ihtiyacını karşılayan barajlardaki su seviyesinin azalması sonucunda içme suyu sıkıntısı ortaya çıkabilir. Tarımsal sulama amaçlı barajlardaki su seviyesinin azalması sonucunda tarımda sulama suyu sıkıntısı oluşabilir. Hidroelektrik enerji üretimi yapılan barajlardaki su seviyesinin azalması sonucunda hidroelektrik enerji üretiminde azalma yaşanabilir. İçme veya sulama amaçlı yeraltı suyunun kullanıldığı yerlerde yeraltı su seviyesi daha da düşebilir. Ulaşım amaçlı kullanılan nehirlerde ulaşım yapılamayabilir. Turizm ve rekreasyon amaçlı kullanılan göller hidrolojik kuraklık sonucunda tamamen kuruyabilirler. Tüm bu nedenlerle su kaynaklarının projelendirilmesi ile etkin ve sürdürülebilir yönetiminin gerçekleştirilmesi açısından hidrolojik kuraklığın izlenmesi ve kuraklık durumuna göre gerekli önlemlerin alınması gereklidir.

Dünyanın çeşitli bölgelerinde hidrolojik kuraklığı araştırmak amacıyla çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Tabari ve ark. Kuzeybatı İran için [1], Zhao ve ark. Çin'deki Jinghe Nehri Havzası için [2], Hong ve ark. Çin'deki Yukarı Yangtze Nehir Havzası için [3], Akbari ve ark. İran'daki Chenar Rahdar havzası için [4], Zhiyong ve ark. Xijiang Nehri Havzası için [5], Won ve ark. Kore'nin Cheongmicheon havzası için [6], Fendeková ve ark. Slovakya için [7] hidrolojik kuraklık analizi yapmışlardır.

¹Sorumlu Yazar. Tel.: +90-374-254-1000/4945 ; fax: +090-374-253-4548 .
E-posta adresi: onarslansdu@hotmail.com

Ülkemizde de hidrolojik kuraklığı araştırmak amacıyla çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Gümüş Asi havzası için [8], Gümüş ve Algin Seyhan-Ceyhan Nehir Havzaları için [9], Özfıdaner ve ark. Seyhan Havzası için [10], Yıldız Fırat Havzası için [11], Erogluer ve Apaydın Ankara Nallıhan için [12] hidrolojik kuraklık analizi yapmıştır. Yapılan bu çalışmalarda ciddi hidrolojik kuraklıklar tespit edilmiştir.

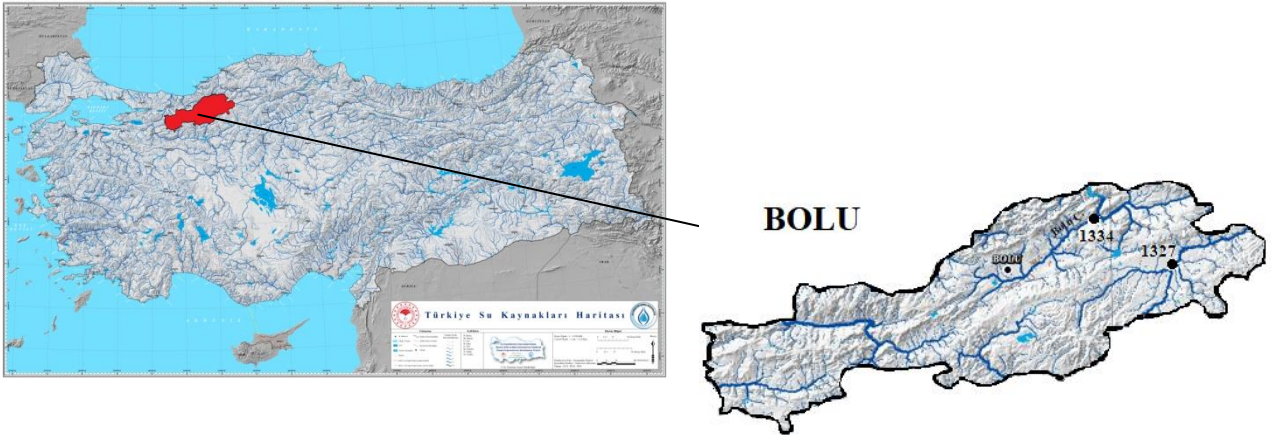
Bu çalışmada Bolu ilindeki eksiksiz akım verisine sahip iki akım gözlem istasyonunun akım verileri ve akım kuraklık indeksi kullanılarak hidrolojik kuraklık analizi yapılmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Çalışma Alanı ve Veriler

30°32' - 32°36' Doğu boylamları ile 40°06' - 41°01' Kuzey enlemleri arasından yer alan Bolu'nun kuzey kesimlerinde Batı Karadeniz iklimi görülüyor iken güney kesimlerinde İç Anadolu iklimi görülmektedir. Ortalama 1000 m yükseltide bulunan Bolu 34.336 hektarı sulu ve 83.794 hektarı kuru olmak üzere 118.130 hektar tarım alanına sahiptir. Bu alan Bolu'nun % 15'ine ve Türkiye tarım alanlarının % 0,5'ine karşılık gelmektedir [13]. TÜİK verilerine göre 2020 yılı nüfusu 314 bin 802 kişidir.

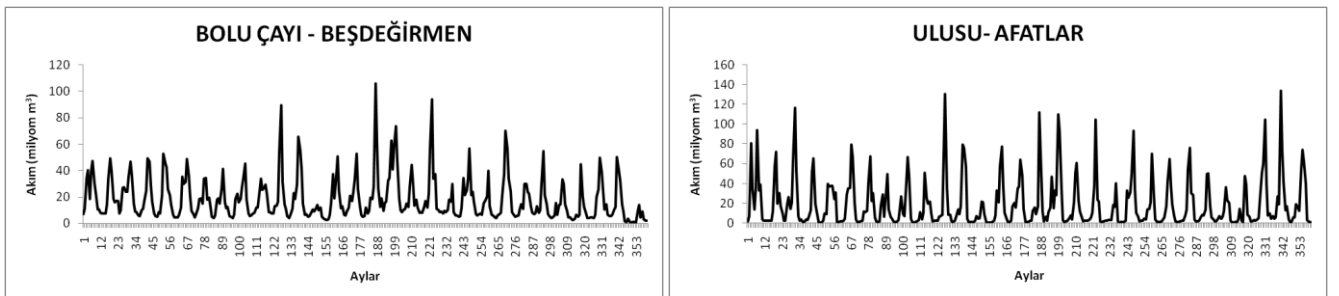
Bolu ili Batı Karadeniz ve Sakarya havzaları üzerinde yer almaktadır. Bu çalışmada Bolu'nun Batı Karadeniz Havzası'nda bulunan, eksiksiz akım verisi sahip ve Şekil 1'de gösterilen iki akım gözlem istasyonuna ait veriler kullanılmıştır. Batı Karadeniz Havzası'nda bulunan diğer akım gözlem istasyonları ile Sakarya Havzası içerisindeki akım gözlem istasyonlarına ait akım verilerinde eksiklikler olduğundan bu çalışmada kullanılmamıştır. Bu çalışmada kullanılan iki akım gözlem istasyonunun akım verileri Devlet Su İşleri'nden temin edilmiş olup kullanılan akım gözlem istasyonlarına ait bilgiler Tablo 1'de ve akım verileri ise Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 1. Türkiye su kaynakları haritası [14] ve çalışmada kullanılan Bolu İli'ndeki akım gözlem istasyonlarının yerleri.

Tablo 1. Akım gözlem istasyonlarına ait bilgiler

No	Adı	Konumu	İncelenen dönem
1334	Bolu Çayı - Beşdeğirmen	31° 55' 48" D - 40° 53' 12" K	1982 - 2011
1327	Ulus - Afatlar	32° 15' 03" D - 40° 44' 32" K	1982 - 2011



Şekil 2. Çalışmada kullanılan akım gözlem istasyonlarına ait akım verileri.

2.2. Akım Kuraklık İndisi

Akarsuların aylık akım verilerinin kullanıldığı ve 3, 6, 9 ve 12 aylık olmak üzere farklı periyotlar için hidrolojik kuraklık değerlendirmesinin yapılabildiği bu yöntem Nalbantis [15] tarafından geliştirilmiştir. Kuraklık indisi Eşitlik 1, 2, 3 ve 4 kullanılarak hesaplanmaktadır.

$$V_{i,k} = \sum_{j=3(k-1)+1}^{3k} Q_{i,j}, k = 1,2,3,4 \quad (1)$$

$$V_{i,k} = \sum_{j=6(k-1)+1}^{6k} Q_{i,j}, k = 1,2 \quad (2)$$

$$V_{i,k} = \sum_{j=1}^{12} Q_{i,j} \quad (3)$$

$$AK\dot{I}_{i,k} = \frac{V_{i,k} - \bar{V}_k}{S_k}, k = 1,2,3,4 \quad (4)$$

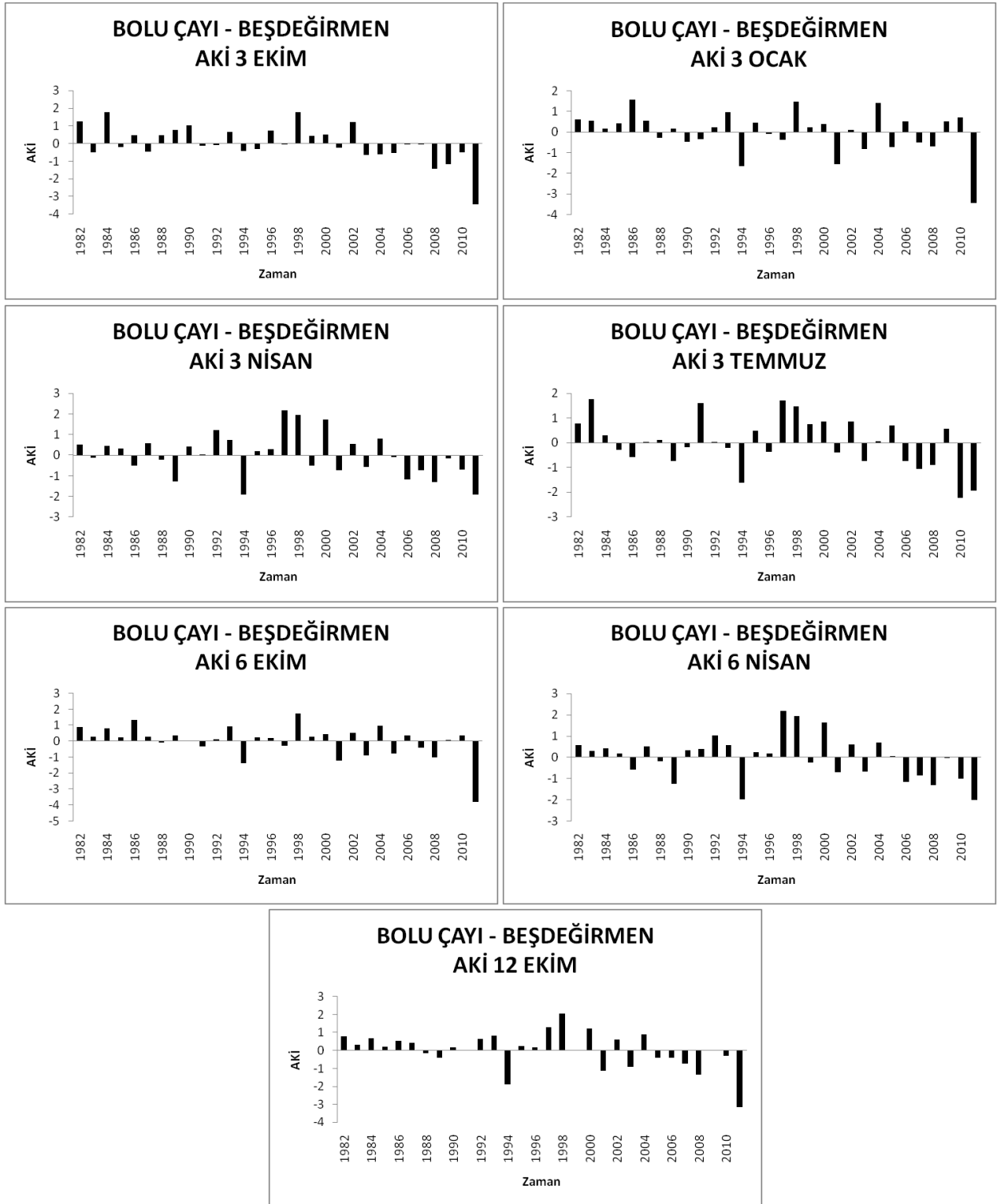
Burada i hidrolojik yılı, j Ekim ayından başlayıp Eylül ayında son bulan hidrolojik yıla ait ayı, $V_{i,k}$ i'inci hidrolojik yılın k'ncü referans periyoduna ait kümülatif akım hacmini (m^3), \bar{V}_k kümülatif hacmin ortalamasını (m^3), S_k kümülatif hacmin standart sapmasını (m^3) ve $AK\dot{I}_{i,k}$ i'inci hidrolojik yılın k'ncü referans periyoduna ait akım kuraklık indisini göstermektedir. Eşitlik 1'de $k=1$ olduğunda Ekim-Aralık dönemi AKİ 3 Ekim olarak, $k=2$ olduğunda Ocak-Mart dönemi AKİ 3 Ocak olarak, $k=3$ olduğunda Nisan-Haziran dönemi AKİ 3 Nisan olarak, $k=4$ olduğunda Temmuz-Eylül dönemi AKİ 3 Temmuz olarak ifade edilmektedir. Eşitlik 2'de $k=1$ olduğunda Ekim-Mart dönemi AKİ 6 Ekim olarak, $k=2$ olduğunda Nisan-Eylül dönemi AKİ 6 Nisan olarak ifade edilmektedir. Eşitlik 3'te k değeri olmayıp Ekim-Aralık dönemi AKİ 12 Ekim olarak ifade edilmektedir. Yöntemde AKİ değerlerine göre 4 kuraklık ve 4 nemlilik olmak üzere 8 sınıf bulunmakta olup bu sınıflar Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. AKİ Değerlerine ilişkin sınıflandırma [3]

AKİ	Sınıflandırma
$AK\dot{I} \leq -2$	Aşırı Kurak (AK)
$-2 < AK\dot{I} \leq -1,5$	Şiddetli Kurak (ŞK)
$-1,5 < AK\dot{I} \leq -1$	Orta Kurak (OK)
$-1 < AK\dot{I} \leq 0$	Hafif Kurak (HK)
$0 < AK\dot{I} \leq 1$	Hafif Nemli (HN)
$1 < AK\dot{I} \leq 1,5$	Orta Nemli (ON)
$1,5 < AK\dot{I} \leq 2$	Şiddetli Nemli (ŞN)
$1AK\dot{I} \geq 2$	Aşırı Nemli (AN)

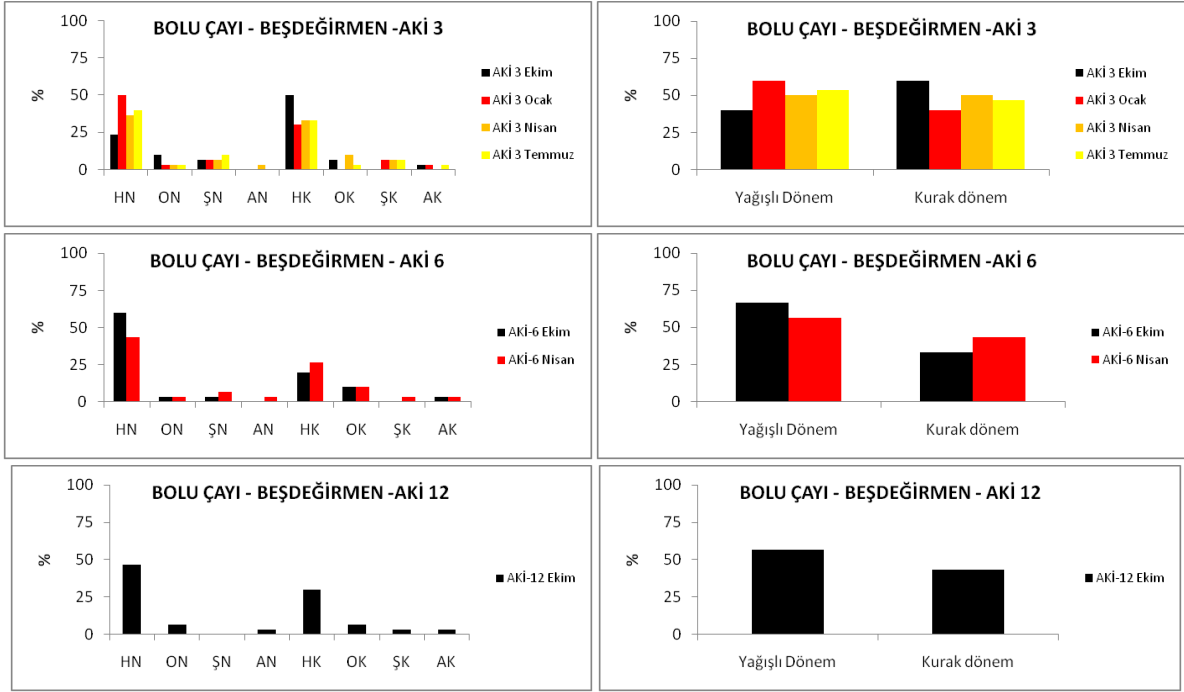
3. Bulgular ve Tartışma

Bolu Çayı Beşdeğirmen istasyonu akım değerleri kullanılarak hesaplanmış 3, 6 ve 12 aylık AKİ değerleri Şekil 3'te verilmiştir. En şiddetli kuraklıklar AKİ 3 Ekim için -3,43 değeri ve AKİ 3 Ocak için -3,46 değeri ile 2011 yılında, AKİ 3 Nisan için -1,92 değeri ile 1994 yılında, AKİ 3 Temmuz için -2,22 değeri ile 2010 yılında, AKİ 6 Ekim için -3,82 değeri ve AKİ 6 Nisan için -2,01 değeri ve AKİ 12 Ekim için -3,17 değeri ile 2011 yılında yaşanmıştır. Tüm bu değerler AKİ 3 Nisan hariç aşırı kurak sınıfına girmektedir ve çoğu 2011 yılında gerçekleşmiştir. En nemli durumlar ise AKİ 3 Ekim için 1,77 değeri ile 1984 yılında, AKİ 3 Ocak için 1,57 değeri ile 1986 yılında, AKİ 3 Nisan için 2,17 değeri ile 1997 yılında, AKİ 3 Temmuz için 1,75 değeri ile 1983 yılında, AKİ 6 Ekim için 1,73 değeri ile 1998 yılında, AKİ 6 Nisan için 2,17 değeri ile 1997 yılında ve AKİ 12 Ekim için 2,04 değeri ile 1998 yılında yaşanmıştır. Tüm bu değerler 1998 yılından önce gerçekleşmiş olup AKİ 3 Nisan ve AKİ 6 Nisan hariç şiddetli nemli sınıfına girmektedir. Şekil 3'teki grafikler incelendiğinde tüm periyotlar için hidrolojik kuraklık sayısının, süresinin ve şiddetinin son yıllara doğru arttığı görülmüştür.



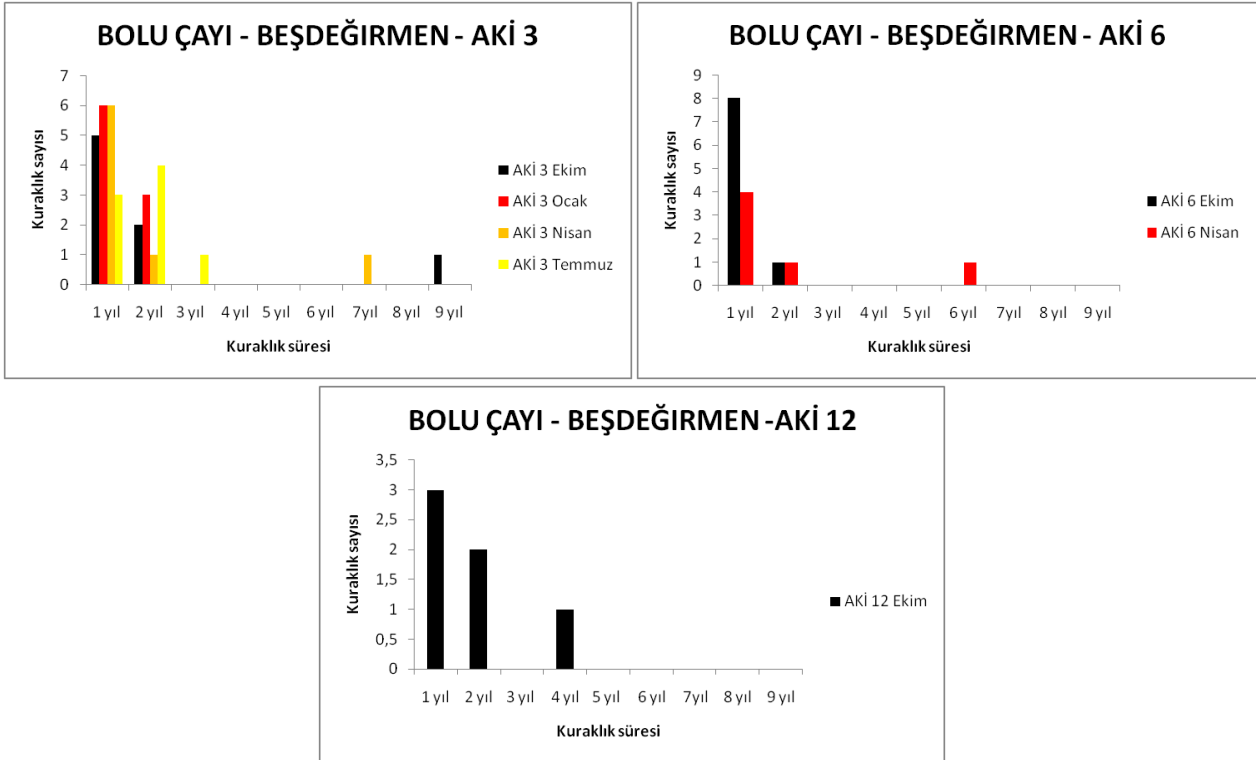
Şekil 3. Bolu Çayı Beşdeğirmen istasyonunu akım değerleri için hesaplanmış AKI değerleri.

Bolu Çayı Beşdeğirmen istasyonu AKI değerleri kullanılarak hesaplanan hafif, orta, şiddetli, aşırı ve toplam nemlilik ve kuraklık yüzdeleri Şekil 4'te verilmiştir. Hafif nemli dönem yüzdesinin orta, şiddetli ve çok şiddetli nemlilik yüzdelere, hafif şiddetli kuraklık yüzdelere ise orta, şiddetli ve çok şiddetli kuraklık yüzdelere göre çok daha fazla olduğu görülmüştür. AKI 3 Ekim için toplam kuraklık yüzdesi toplam nemlilik yüzdesinden daha büyüktür. AKI 3 Nisan için yüzdelere eşitken AKI 3 Ocak, AKI 3 Nisan, AKI 3 Temmuz, AKI 6 Ekim, AKI 6 Nisan ve AKI 12 Ekim için yağışlı dönem yüzdesi daha büyük çıkmıştır.



Şekil 4. Bolu Çayı Beşdeğirmen istasyonu akım değerleri için kuraklık ve nemlilik yüzdeleri.

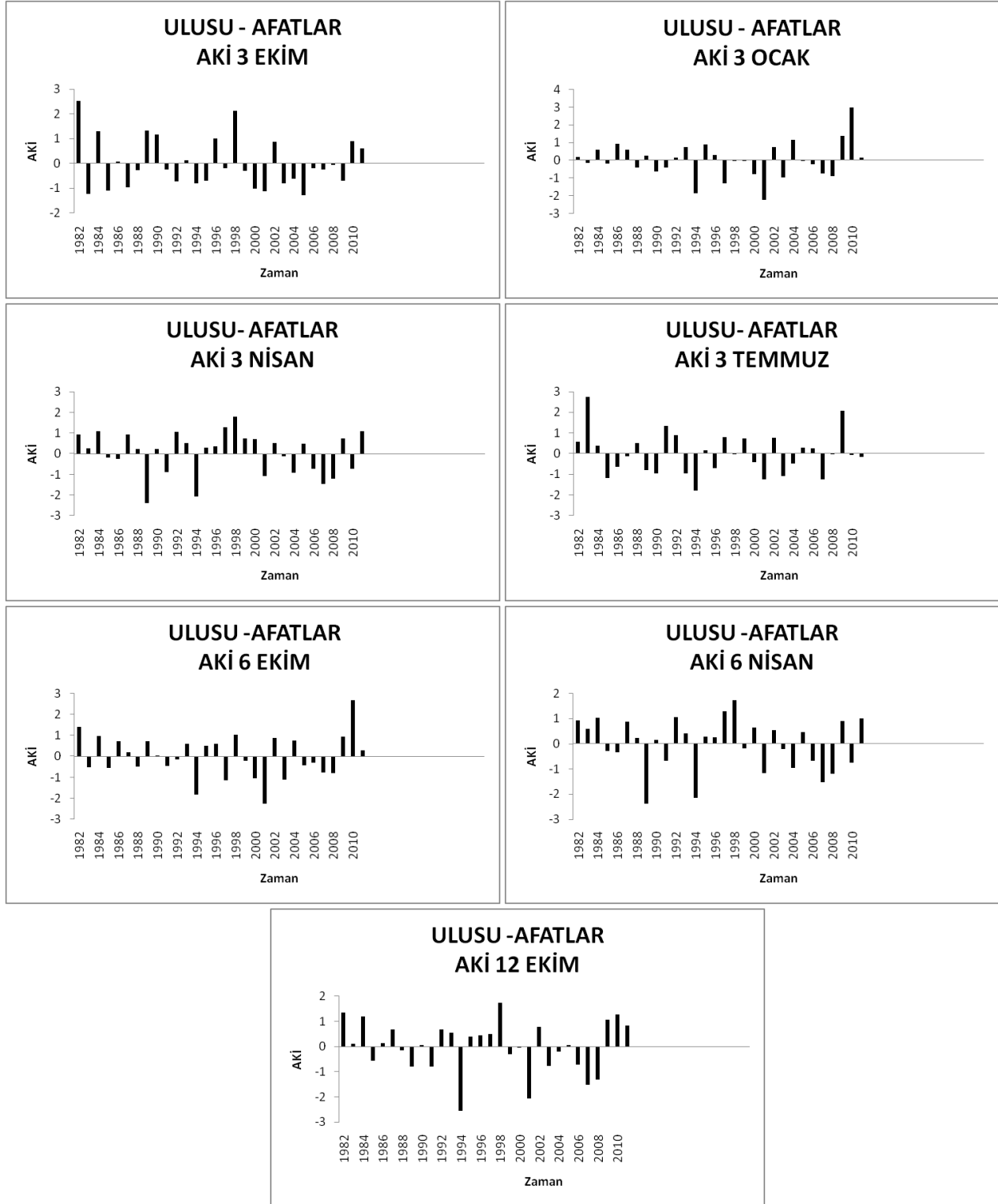
Bolu Çayı Beşdeğirmen istasyonu için yaşanan hidrolojik kuraklık sayıları ve süreleri Şekil 5’te verilmiştir. Grafikler incelendiğinde kuraklık süreleri AKİ 3 Ekim için 1 ile 9 yıl, AKİ 3 Ocak için 1 ile 2 yıl, AKİ 3 Nisan için 1 ile 7 yıl, AKİ 3 Temmuz için 1 ile 3 yıl, AKİ 6 Ekim için 1 ile 2 yıl, AKİ 6 Nisan için 1 ile 6 yıl ve AKİ 12 Ekim için 1 ile 4 yıl arasında değişmiştir. Kısa süren kuraklıklar daha çok olmakla birlikte az da olsa 6 ile 9 yıl arasında değişen uzun süreli kuraklıklar mevcuttur.



Şekil 5. Bolu Çayı Beşdeğirmen istasyonu akım değerleri için kuraklık sayıları ve süreleri.

Ulusu Afatlar istasyonu akım değerleri kullanılarak hesaplanmış 3, 6 ve 12 aylık AKİ değerleri Şekil 6’da verilmiştir. En şiddetli kuraklıklar AKİ 3 Ekim için -1,27 değeri ile 2005 yılında, AKİ 3 Ocak için -2,26 değeri ile 2001 yılında, AKİ 3 Nisan için -2,39 değeri ile 1989 yılında, AKİ 3 Temmuz için -1,79 değeri ile 1994 yılında, AKİ 6 Ekim için -2,27 değeri ile 2001 yılında, AKİ 6 Nisan için -2,37 değeri ile 1989 yılında ve AKİ 12 Ekim için -2,56 değeri ile 1994 yılında yaşanmıştır. Tüm bu değerlerin

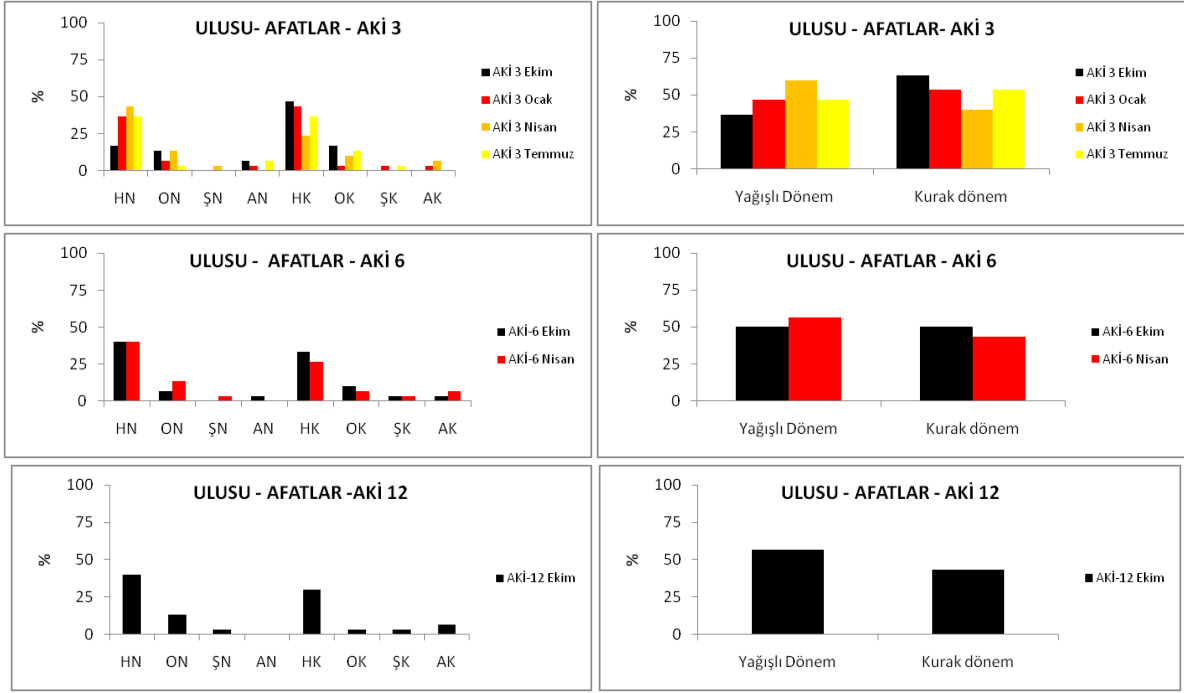
çoğu aşırı kurak sınıfa girmektedir. En nemli durumlar ise AKİ 3 Ekim için 2,53 değeri ile 1982 yılında, AKİ 3 Ocak için 2,98 değeri ile 2010 yılında, AKİ 3 Nisan için 1,80 değeri ile 1998 yılında, AKİ 3 Temmuz için 2,73 değeri ile 1983 yılında, AKİ 6 Ekim için 2,67 değeri ile 2010 yılında, AKİ 6 Nisan için 1,74 değeri ile 1998 yılında ve AKİ 12 Ekim için 1,74 değeri ile 1998 yılında yaşanmıştır. Tüm bu değerlerin çoğu şiddetli nemli sınıfa girmektedir. Şekil 6'daki grafikler incelendiğinde tüm periyotlar için hidrolojik kuraklık sürelerinin son yıllara doğru arttığı ancak şiddet olarak azaldığı görülmüştür.



Şekil 6. Ulsu Afatlar istasyonunu akım değerleri için hesaplanmış AKİ değerleri.

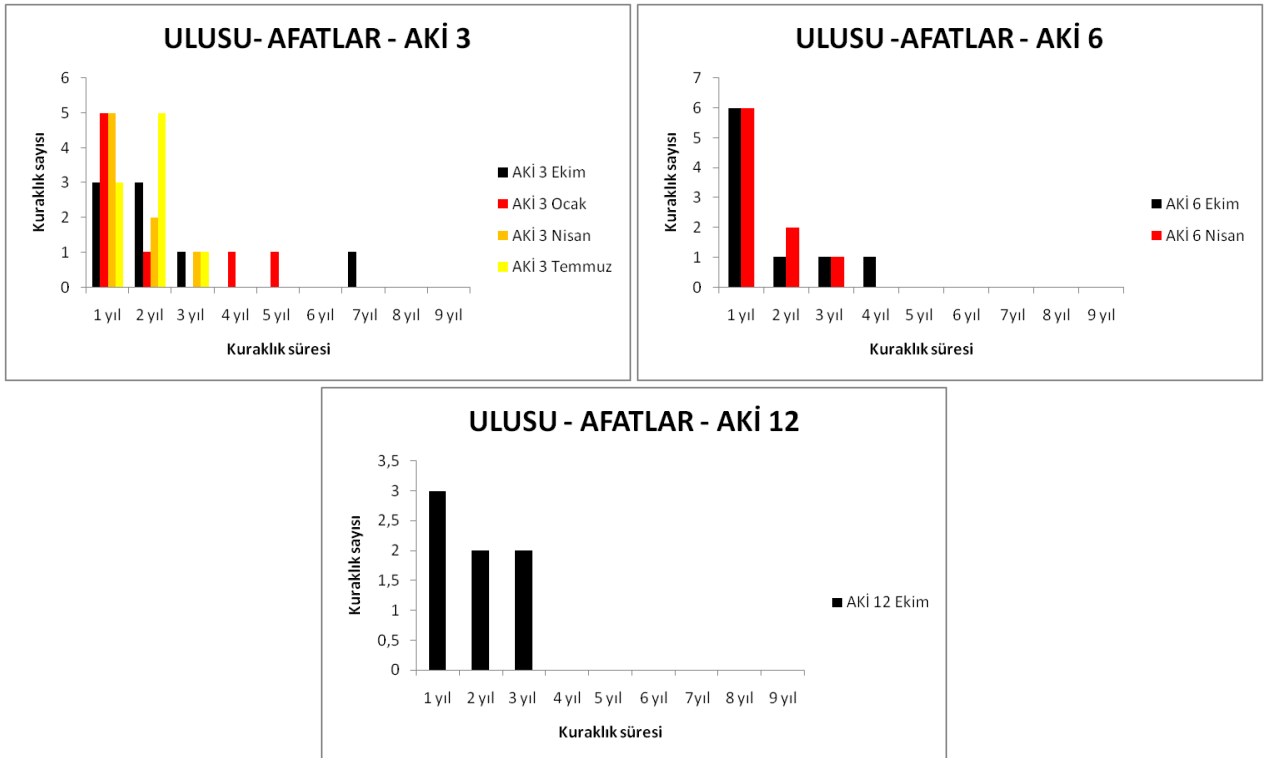
Ulsu Afatlar istasyonu AKİ değerleri kullanılarak hesaplanan hafif, orta, şiddetli, aşırı ve toplam nemlilik ve kuraklık yüzdeleri Şekil 7'de verilmiştir. Hafif nemli dönem yüzdesinin orta, şiddetli ve çok şiddetli nemlilik yüzdesine, hafif şiddetli kuraklık yüzdesinin ise orta, şiddetli ve çok şiddetli kuraklık yüzdesine göre çok daha fazla olduğu görülmüştür. AKİ 3 Ekim,

AKİ 3 Ocak ve AKİ 3 Temmuz için toplam kuraklık yüzdesi toplam nemlilik yüzdesinden daha büyüktür. AKİ 6 Ekim için yüzdelere eşitken AKİ 3 Nisan, AKİ 6 Nisan ve AKİ 12 Ekim için yağışlı dönem yüzdesi daha büyük çıkmıştır.



Şekil 7. Uslu Afatlar istasyonu akım değerleri için kuraklık ve nemlilik yüzdeleri.

Uslu Afatlar istasyonu için yaşanan hidrolojik kuraklık sayıları ve süreleri Şekil 8'de verilmiştir. Grafikler incelendiğinde kuraklık süreleri AKİ 3 Ekim için 1 ile 7 yıl, AKİ 3 Ocak için 1 ile 5 yıl, AKİ 3 Nisan ve AKİ 3 Temmuz için 1 ile 3 yıl, AKİ 6 Ekim için 1 ile 4 yıl ve AKİ 6 Nisan ve AKİ 12 Ekim için 1 ile 3 yıl arasında değişmiştir. Kısa süren kuraklıklar daha çok olmakla birlikte az da olsa 5 ile 7 yıl arasında değişen uzun süreli kuraklıklar mevcuttur.



Şekil 8. Uslu Afatlar istasyonu akım değerleri için kuraklık sayıları ve süreleri.

4. Sonuç

Bu çalışmada Bolu'da eksiksiz akım verisi bulunan iki akım gözlem istasyonu verileri kullanılarak 3, 6 ve 12 aylık periyotlar için hidrolojik kuraklık analizi yapılmış ve aşağıdaki sonuçlara varılmıştır.

- Her iki akım gözlem istasyonu için aşırı ve şiddetli hidrolojik kuraklıklar tespit edilmiş olup hafif şiddetli kuraklıklar orta, şiddetli ve çok aşırı kurak durumlara göre çok daha fazladır.
- Kuraklık süreleri 1 ile 9 yıl arasında değişmektedir.
- Bolu çayı Beşdeğirmen akım gözlem istasyonunda yaşanan kuraklıklar Ulusu Afatlar akım gözlem istasyonunda yaşanan kuraklıklara göre çoğunlukla daha şiddetli ve daha uzun sürelidir.
- Bolu çayı Beşdeğirmen akım gözlem istasyonu için kuraklık şiddetinin ve sayısının son yıllarda arttığı tespit edilmiştir. En şiddetli kuraklıkların çoğu araştırma döneminin son yılı olan 2011 yılında gözlenmiştir. Ulusu Afatlar akım gözlem istasyonu için ise hidrolojik kuraklık sürelerinin son yıllara doğru arttığı ancak şiddet olarak azaldığı belirlenmiştir.

Hidrolojik kuraklığın etkilerini azaltmak amacıyla hidrolojik kuraklık devamlı olarak izlenmeli ve su kaynaklarının yönetimi ile ilgili gerekli önlemler alınmalıdır. İnsanlar kullanma suyu tüketimi konusunda bilgilendirilmeli ve israf önlenmelidir. Sulama suyu açısından salma sulama veya yağmurlama sulama yöntemleri yerine damla sulama yöntemi kullanılmalıdır ve bu konuda çiftçiler bilinçlendirilmelidir. Hidroelektrik enerji üretimi konusunda yaşanan azalmalara yönelik alternatif yenilebilir enerji kaynakları ya da diğer enerji kaynakları kullanılmalıdır.

Teşekkür

Veri temini için Devlet Su İşleri' ne teşekkür ederim.

Referanslar

- [1] H. Tabari, J. Nikbakht, P. Hosseinzadeh Talaei, P., "Hydrological Drought Assessment in Northwestern Iran Based on Streamflow Drought Index (SDI)," *Water Resources Management*, vol. 27, no. 1, pp. 137-151, 2013.
- [2] L. Zhao, A. Lyu, J. Wu, M. Hayes, Z. Tang, B. He, M. and Liu, "Impact of Meteorological Drought on Streamflow Drought in Jinghe River Basin of China," *Chinese Geographical Science*, vol. 24, no. 6, pp. 694-705, 2014.
- [3] X. Hong, S. Guo, Y. Zhou, L. and Xiong, "Uncertainties in assessing hydrological drought using streamflow drought index for the upper Yangtze River basin," *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, vol. 29, no. 4, pp. 1235-1247, 2014.
- [4] H. Akbari, G. R. Rakhshandehroo, A. H. Sharifloo, and E. Ostadzadeh, "Drought Analysis Based on Standardized Precipitation Index (SPI) and Streamflow Drought Index (SDI) in Chenar Rahdar River Basin, Southern Iran," In *Proceedings of the Watershed Management Symposium*, 2015, pp. 11-22.
- [5] Wu. Zhiyong, Lin. Qingxia, Lu. Guihua, He. Hai, J. Qu John, J. "Analysis of Hydrological Drought Frequency For The Xijiang River Basin in South China Using Observed Streamflow Data," *Nat Hazards*, vol. 77, no. 1, pp. 655-1677, 2015.
- [6] K. J. Won, S. H. Kim, E. S. Chung, S. U., Kim and M. W. Son, "Drought Analysis of Cheongmicheon in Korea Based on Various Drought Indices," in 5. *Proceedings of the 3rd International Conference on Civil, Offshore and Environmental Engineering*, 2016. pp. 311-315.
- [7] M. Fendeková, T. Gauster, L. Labudová, D., Vrablíková, Z., Danáčová, M., Fendek and P. Pekárová, "Analysing 21st century meteorological and hydrological drought events in Slovakia," *Journal of Hydrology and Hydromechanics*, vol. 66, no. 4, pp. 393-403, 2018.
- [8] V. Gümüş, "Hydrological Drought Analysis of Asi River Basin with Streamflow Drought Index," *GU J Sci, Part C*, vol. 5, no.1, pp. 65-73, 2017.
- [9] V. Gumus, and H. M. Algin, "Meteorological and hydrological drought analysis of the Seyhan-Ceyhan River Basins, Turkey," *Meteorological Applications*, vol. 24, no. 1, pp. 62-73, 2017.

[10] M. Özfıdander, D. S. Ucan, F. Topaloglu, "Hydrological Drought Analysis of Streamflow Data in Seyhan Basin," Toprak Su Dergisi, vol. 7, no. 1, pp. 57-64, 2018.

[11] M. S. Yıldız, "Akım Kuraklık İndeksi Yöntemi İle Fırat Havzasının Hidrolojik Kuraklık Analizi," Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 129 sayfa, 2019.

[12] T. A. Eroglouer, H. Apaydin, "Estimation of Drought by Streamflow Drought Index (SDI) and Artificial Neural Networks (ANNs) in Ankara-Nallihan Region," Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, vol. 8, no. 2, pp. 348-357, 2020.

[13] T.C. Bolu Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü. (12 Ağustos 2021). Bolu İli 2019 Yılı Çevre Durum Raporu. Erişim adresi https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/bolu_cdr2019-20200624102754.pdf.

[14] T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü. (12.10.2021). Erişim adresi https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/Türkiye_Su_Kaynakları_Haritası-07.07.2020/Türkiye_Su_Kaynakları_Haritası.jpg.

[15] I. Nalbantis, I., "Evaluation of a hydrological drought index", Eur Water, vol. 23, no. 24, pp. 67-77, 2008.

Multi-Scale Modeling of Graphene/Polymer Nanocomposites-Molecular Interfacial Interactions

Umut Çalışkan^{a,1}, Saadettin Kahraman^a, Talha Koçyiğit^a

^aErciyes Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Kayseri 38039, Türkiye
ORCID ID: 0000-0002-8043-2799
ORCID ID: 0000-0003-0775-8263
ORCID ID: 0000-0002-6332-9618

Abstract

This paper presents a multi-scale modeling approach involving interfacial interactions to predict the elastic properties and mechanical behavior of single-layer graphene-reinforced nanocomposites under tension load. A multi-scale model was developed using the finite element method of the tripartite structure consisting of graphene in epoxy, the interfacial region and their Van Der Walls interactions. The effect of graphene chirality was investigated by proposing a methodology of graphene-Van Der Walls interactions-polymer with determined geometric dimensions. Parametric modeling was performed to model the interactions between Van Der Walls, graphene and interface material atoms using the finite element method with molecular mechanics approach. Numerical analysis of graphene nanoparticles by embedding them in an epoxy with their real dimensions is not an appropriate task today. In particular, it is not possible to analyze these real graphene nanoparticles as multiple by randomly dispersing them in the epoxy polymer. Therefore, in this research, a model was developed to overcome this problem and to investigate the effect of molecular interactions on loads in different axes. The results show that graphene nanocomposites in armchair geometry give higher stress values and behave more rigidly. As the volume ratio increases, the mechanical performances increase. It is seen that the graphene direction is much stronger than the thickness direction. It is clear that the volume ratio effect in the thickness direction has a slight effect on the tensile behavior.

Keywords: “Graphene, Nanocomposite, Finite element method, Representative volume element, Van der Walls interactions”

1. Giriş

Bütün canlıların en temel elementi karbon elementidir. Karbonun allotroplarından biri de grafitir. Bir tek karbon atomu kalınlığındaki grafit katmanına grafen yapı denir [1]. Grafen levhalar, bilinen malzemeler arasında en ince, en güçlü ve en sert malzemeler olarak kabul edilmektedir. Bu karbon bazlı malzemeler üzerindeki en erken çalışmaların 1960'lara kadar izi sürülebilir. Bununla birlikte, yalnızca son on yılda birkaç katmanlı grafit düzlem nanoyapıları üretilmiş ve karakterize edilmiştir [2]. Karbon-karbon atomları arasındaki kovalent bağ, yapıyı bilinen en sağlam malzemelerden biri yapmaktadır. KNT'ler (Karbon Nanotüpler) mükemmel düzeyde fiziksel ve mekanik özelliklere sahip, düşük yoğunluklu nanoyapılardır. Genel olarak kullanılan çelik malzemelerden çok yüksek elastik modülü, eğme modülü, uzama, tokluk gibi özellikleri vardır [3]. Epoksi polimerler, mükemmel yapışmaları, önemli mekanik ve yüksek elektriksel yalıtım özellikleri ve nispeten iyi kimyasal dirençleri nedeniyle iyi bilinmektedir. Epoksi artık mikro elektronikten havacılık yapılarına kadar çeşitli uygulamalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Tek bir grafen tabakanın yuvarlamasıyla oluşturulan yapıya tek duvarlı karbon nanotüp (SWCNT) denilmektedir [1]. Spanos ve diğerleri [4] grafen bazlı kompozitlerde elastik mekanik özelliklerin verimli hesaplanması için üç boyutlu bir mikromekanik yarı sürekli sonlu eleman formülasyonu uygulamıştır. Heterojen bir yaklaşım izleyerek matrisi ve arayüzey davranışını tanımlamak için makroskopik özellikler kullanıldı. Grafen tabakasının ayrık doğası ortaya çıkarılmış ve kompozit modelde atomistik mikro yapısına olan bağımlılık dikkate alınmıştır. Bu hibrit yöntem, matrisin moleküler nano yapısının ayrıntılı temsilinden kaçınılması nedeniyle çekicidir ve hesaplama maliyeti ve karmaşıklığındaki önemli azalma nedeniyle tercih edilebilir. Sonuçlar, grafen bazlı bir kompozitin elastik mekanik özelliklerinin, kullanılan grafen levhanın boyutuna, hacim fraksiyonuna ve ayrıca arayüz bölgesinin sertliğine bağlı olduğunu ortaya koymaktadır. Ayetullahi ve diğerleri [5] bir polimer/tek duvarlı karbon nanotüp (SWNT) nanokompozitinin çekme, eğilme ve burulma yüklemesi altında doğrusal olmayan özellikleri için çok ölçekli modelleme sunmuştur. Hem armchair hem de zigzag SWNT'lerin mekanik özelliklerini tahmin etmek için moleküler mekanik teorisine dayanan bir sonlu eleman (FE) modeli geliştirdiler. Eşdeğer giriş elemanı daha sonra, SWNT ile polimer arasındaki ara fazın mekanik tepki üzerindeki etkilerinin incelenebileceği silindirik bir temsili hacim elemanı (RVE) oluşturmak için kullanıldı.

¹ Sorumlu Yazar. Tel.: +90-352-207-6666-32155.

E-posta adresi: ucaliskan@erciyes.edu.tr

Sonuçlar, ara fazın nanokompozit sertliği üzerinde küçük bir etkisi olmasına rağmen (Tek duvarlı nano tüp uzunluğu)/(RVE uzunluğu) oranının, nanokompozit sertliğini önemli ölçüde etkilediğini gösterdi. Khalili ve Haghbin [6] çok ölçekli malzeme modellemesi kullanarak nanokompozitlerin doğrusal olmayan çekme davranışı üzerindeki nanotüp spesifikasyonlarının rolünü araştırmışlardır. Ayrıca, doğrusal olmayan modellenmiş SWCNT'lerin kompozitleri üzerindeki çap, kiralite ve hacim fraksiyonunun etkisini de incelediler. Polimer içine gömülü farklı SWCNT'lerden oluşan çeşitli RVE'leri birleştirmek için çok ölçekli modelleme uygulandı. Nanokompozitlerin elde edilen gerilme-şekil değiştirme eğrileri, Zigzaglar yerine armchair Tek duvarlı nano tüplerin kullanılmasının, çekme yüklemesinde nanokompozitleri daha sert hale getirdiğini ortaya koydu. Ayrıca KNT'nin çapı, gerilme-şekil değiştirme eğrileri üzerinde ters bir etkiye sahipti. Kiralite ve türden bağımsız olarak daha küçük çaplı KNT'lerin kullanılması, nanokompozitleri gerilimde daha güçlü hale getirdi. Ayrıca, çapın etkisi, KNT'lerin daha yüksek hacim fraksiyonlarında daha belirgindi. Tserpes ve diğerleri [7] karbon nanotüple güçlendirilmiş kompozitlerin çekme davranışını modellemek için çok ölçekli temsili bir hacim elemanı araştırdı. İzole edilmiş karbon nanotüplerin davranışını simüle etmek için değiştirilmiş Morse atomlar arası potansiyeline dayanan ilerleyici bir kırılma modeli ve matrisi modellemek ve RVE'yi oluşturmak için sonlu elemanlar yöntemi kullanıldı. Nanokompozitin çekme davranışı üzerindeki arayüzey kesme mukavemetinin etkisi de incelenmiştir. Rijitliğin etkilenmediği, çekme mukavemetinin ise arayüzey kesme mukavemetinin azalmasıyla önemli ölçüde azaldığı bulundu. Zeng ve diğerleri [8] polimer nanokompozitlerin modellenmesi için mikromekanik ve sonlu elemanlar yöntemi (FEM) gibi orta ölçekli veya makro ölçekli tekniklerin sınırlamalarını araştırmışlardır. Sonlu elemanlar ve mikromekanik yöntemler birleştirilerek yeni bir yaklaşım olan Sonlu Elemanlar-Mikro geliştirildi. Bu yaklaşım, grafen / epoksi nanokompozitlerin polimerde rastgele dağıtılmış grafen levhalar ile sertliğini tahmin edebilmektedir. Sonlu eleman simülasyonu kullanılarak, polimer matrisin bir süreklilik fazı olduğu varsayılmıştır ve fazlar arası bölgedeki Van der Waals etkileşimleri doğrusal olmayan yay elemanları kullanılarak simüle edildi. Atomistik modelleme yaklaşımı kullanılarak, grafen levhanın her karbon-karbon bağı yapısal bir giriş olarak modellendi. Sonlu elemanlar yöntemi ile hizalanmış grafen levhalara sahip nanokompozitlerin modülü hesaplandıktan sonra, rasgele dağıtılmış grafen levhalara sahip nanokompozitlerin sertliği tahmin edilmiştir. Guo ve diğerleri [9] grafen takviyeli kompozitlerin mekanik özelliklerini analiz etmek için yeni bir çok ölçekli simülasyon yöntemi önerdi. Atomistik ve makroskopik ölçekler, önerilen sonlu eleman modelleme yaklaşımında birleştirilmiştir. Nano ölçekli analizde, grafenin bir uzay çerçeve yapısı seçildi, karbon atomları düğümler olarak tanımlandı ve karbon-karbon kovalent bağları nano ölçekli girişlerle temsil edildi. Matrisin ve arayüzün makroskopik homojen izotropik modeli, kompozitlerin temsili hacim elemanına dahil edildi. Grafen hacim oranı ve farklı eğim açılarının kompozitlerin mekanik özellikleri üzerindeki etkisi eksenel gerilim altında incelenmiştir. Simülasyon sonuçları, grafen hacim fraksiyonundaki artışla birlikte kompozitlerin Young modüllerinin önemli ölçüde arttığını gösterdi. Kompozitlerin Young modülleri, büyük ölçüde grafenin boyutuna bağlıydı. Khalili ve Haghbin [10] darbe yüklerinde tek duvarlı karbon nanotüp takviyeli nanokompozitlerde takviye malzemelerinin ana tasarım parametrelerinin etkisini araştırmak için çok ölçekli malzeme modellemesi uygulamışlardır. Ayrıca KNT çapının, kiralitesinin ve hacim fraksiyonunun nanokompozitlerin farklı temsili hacim elemanlarının darbe davranışı üzerindeki etkisini de incelediler. KNT'leri moleküler mekanikteki atomik yapılarına dayalı olarak sonlu elemanlar modelleme yazılımında uzay çerçeve yapılarındaki giriş elemanları aracılığıyla modellediler. Çeşitli temsili hacim elemanlar bir çekme darbe yüküne maruz bırakıldı ve elde edilen tepkiler, nanokompozit yapılarındaki KNT'lerin etkili tasarım parametrelerini değerlendirmek için analiz edildi. Darbeden sonraki bir zaman periyodunda temsili hacim elemanların şekil değiştirme enerjisi yoğunluğu ve eksenel şekil değiştirme salınımları şeklindeki sonuçlar, matris KNT'lerin eklenmesi nedeniyle nanokompozitlerin darbe davranışında büyük bir gelişme olduğunu göstermektedir. temsili hacim elemanlarda daha küçük çaplı KNT'lerin uygulanması, nanokompozitlerde daha iyi bir darbe mukavemetine neden oldu. Parashar ve Mertiny [11] grafen ile modifiye edilmiş polimer nanokompozitlerin kırılma özelliklerini inceledi. Sonlu elemanlar ortamında üç boyutlu temsili hacim elemanı tabanlı çok ölçekli bir model geliştirilmiştir. Grafen tabakaları atomistik bir durumda modellenirken, polimer matrisi bir süreklilik olarak modellenmiştir. Grafen/polimer nanokompozitlerin kırılma özellikleri sanal çatlak kapatma tekniği ile birlikte incelenmiştir. Sonuçlar, grafen ile güçlendirilmiş bir polimerde yatan bir çatlak için gerinim enerjisi salınım hızı açısından kırılma özelliklerinin etkilendiğini göstermektedir. Mortazavi ve diğerleri [12] grafen epoksi nanokompozitlerin etkin termal iletkenliğini değerlendirmek için moleküler dinamik (MD) ve sonlu eleman yöntemlerini kullanan çok ölçekli bir şema geliştirdi. Önerilen hiyerarşik çok ölçekli yaklaşım, üç farklı ölçeği içeriyordu. İlk olarak, atomik ölçekte grafen epoksi birleşiminde termal iletimin araştırılması için MD simülasyonları kullanıldı. Elde ettikleri sonuçlar, iki farklı sertleştirici kimyasal için tek katmanlı grafenin ısı iletkenliğinin epoksi matrisle yaklaşık %30 oranında azaldığını gösterdi. Kumar ve Srivastava [13] sonlu elemanlar yöntemini kullanarak sürekli ortam mekaniğine dayalı 3 boyutlu nano ölçekli temsili hacim elemanı kullanarak KNT ve grafen bazlı nanokompozitlerin etkili elastik özelliklerini değerlendirmeyi ve karşılaştırmayı amaçladı. Çeşitli elastik sabitleri değerlendirmek için temsili hacim elemanların sonlu elemanı modeline farklı periyodik yer değiştirme sınır koşulları uygulandı. Matris malzemesinin, hacim fraksiyonunun ve takviye uzunluğunun elastik özellikler üzerindeki etkileri de incelenmiştir. Öngörülen sonuçlar, analitik ve/veya yarı deneysel sonuçlar ve literatürdeki mevcut sonuçlar ile doğrulanmıştır. KNT ve grafen bazlı nanokompozitlerin tüm elastik sertlik özelliklerinin matris malzemesine göre daha iyi olduğu bulunmuş olmasına rağmen, sırasıyla KNT ve grafen bazlı nanokompozitlerde düzlem dışı ve düzlem içi sertlik özellikleri daha iyi gelişmiştir. Ayrıca uzun nanodolguların (grafen ve KNT), kısa boy ile karşılaştırıldığında elde edilen nanokompozitlerin normal elastik modülünü arttırmada daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Ahmadi ve diğerleri [14] çok ölçekli karbon nanotüp/karbon fiber takviyeli polietilenden yapılmış L-şekilli numunelerin eğilme testi altındaki davranışını genişletilmiş sonlu elemanlar yöntemini kullanarak araştırmıştır. Çok ölçekli kompozitin mekanik özellikleri, stokastik bir sonlu eleman modu ile elde edildi. Başlangıçta, nanotüplerin mekanik özelliklerini nano ölçekte hesaplamak için moleküler dinamik simülasyonları kullanıldı. Daha sonra sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak karbon nanotüp/polietilen nanokompozitin özellikleri elde edilmiştir. Matrisin mekanik özellikleri, nanotüp takviyeli polietilenin özellikleri olarak düşünüldüğünde, bir sonraki ölçekte karbon fiberler kompozitlere dahil edilmiştir. Hadden ve diğerleri [15] grafen nanoplateletler (GNP)/epoksi kompozitlerin elastik özelliklerini tahmin etmek için hiyerarşik çok ölçekli bir modelleme

yöntemi geliştirilmiş ve deneysel olarak doğrulanmışlardır. Çok ölçekli modelleme yöntemi, moleküler düzeyde MD simülasyonunu ve mikroskobik düzeyde mikromekanik simülasyonu içerir. Modeli doğrulamak ve modelleme yönteminin yeteneklerine ilişkin ispat sağlamak için modellenen malzemelerin numunelerinin üretimi ve testi kullanıldı. Elde edilen verilere göre, geliştirilen çok ölçekli modelleme yöntemi doğrudur ve GNP ile güçlendirilmiş kompozitlerin mekanik davranışına fiziksel içgörü sağlayabilir, kompozitteki GNP hacim fraksiyonu, ve GNP dağılım kalitesinin, kompozitin enine gerilme özellikleri üzerinde güçlü bir etkiye sahip olduğu sonuçlarına varılmıştır. Manta ve diğerleri [16] deneysel verilerle bir grafen/polimer nanokompozitin elektriksel tepkisini simüle eden ve geliştirilen sayısal yöntemi doğruladı. Yaklaşımları çok ölçekli yöntemeye dayanan hizalanmış ve rastgele dağıtılmış nanoparçacıkları hesaba katan bir birim hücre ve temsili bir hacim elemandan (RVE) oluşuyordu. Birim hücre düzeyinde, malzeme nano özellikleri (dolgu geometrisi, elektriksel bileşen ve arayüzey özellikleri) bir yerel direnç cebirsel matrisine entegre edilmiştir. Malzeme mimarisi daha sonra birim hücre elektriksel özelliklerinin kullanıcı tanımlı dağılımı ile mikro düzeyde modellenmiştir. İstatistiksel bir örnek incelenerek ve ortalama elektrik tepkisi, doğrudan (DC) ve alternatif akım (AC) ölçümleriyle karşılaştırıldı. Modelin gelişmiş nanokompozit sistemleri tasarlamak ve optimize etmek için etkili, esnek ve zaman açısından verimli bir araç olduğu kanıtlandı. Gresil ve diğerleri [17] grafen nanokompozitin termal yayılımını (α) ve ilgili α 'yı bir dağılım indeksi ile ölçen, temassız kızılötesi termografi haritalama kullanarak nicel bir dağılım karakterizasyon yöntemi sunmuştur. Önerilen yöntemin ana avantajı, sistemin termal özelliklerini ölçmenin yanı sıra, daha az çaba ve maliyetle geniş bir alan üzerindeki dağılımı değerlendirebilmesiydi. Bu termal haritalamanın gerçek çözünürlüğü, grafen nano levhacıkların (GNP) dağılımının doğru bir resmini veren piksel başına 200 μm 'ye ulaştı. Dağılım sonrası işlem, kompozitin yönlü termal iletkenliğinde GNP'nin ağırlıkça %5'inde %400'e varan artışa kadar bir gelişme gösterdi. Maxwell-Garnet etkili ortam yaklaşımı, ölçülen verilerle olumlu şekilde karşılaştırılan termal iletkenliği tahmin etmek için önerildi. Malzeme davranışlarının modellenmesinde nümerik ve analitik yöntemler araştırmacılar tarafından sıklıkla kullanılmaktadır. Malzeme teknolojilerinin gelişmesinde ise farklı konseptlerdeki malzemelerin kullanılması ile nümerik analizler-sonlu elemanlar ve sonlu farklar yöntemleri kabiliyetleri gereği daha ön plana çıkmaktadır [18-20].

Çalışmada farklı hacim oranlarında ve kiral geometrisinde grafen takviyeli polimerik nanokompozitlerin farklı yüklemeye yönerindeki çekme davranışları araştırılmıştır. Çekme davranışları tespitinde sayısal olarak çok ölçekli analiz tekniği kullanılmıştır. Çalışmanın dikkat çekici noktası ise grafen/polimer arayüzeylerinde oluşan van der Waals bağlarının dikkate alınarak sayısal modele adapte edilmesidir. PYTHON dilinde parametrik olarak gerçekleştirilen analizlerin gerilme-şekil değiştirme davranışları ortaya konmuştur.

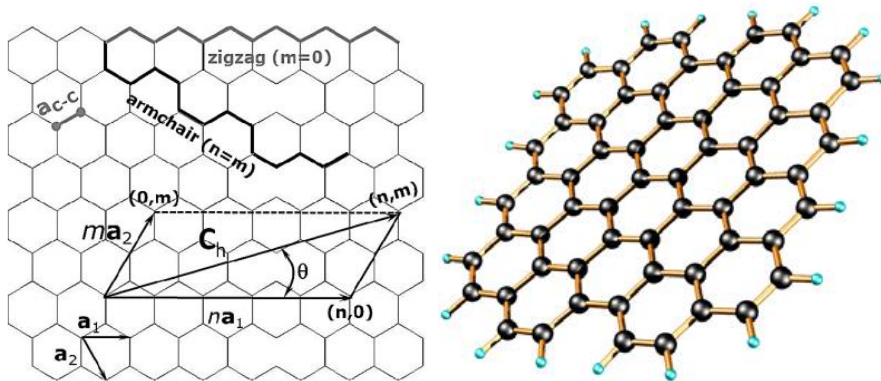
2. Çok Ölçekli Modelleme

2.1. Grafen Tabakasının Geometrisi

Grafen tabakası, her bir atomun 1.421 Å uzunluğundaki çok güçlü kovalent bağlarla en yakın üç komşuya bağlandığı karbon atomları arasındaki altıgen bağlardan oluşan bir kafestir. Grafen levhalarının birçoğunun mekanik ve elektriksel özellikleri, özellikle bağların atomik düzenini tanımlayan vektörün yönüne ve uzunluğuna bağlıdır. Bu vektör, yani kiral vektör veya kiralite indeksi C_h , grafen tabakasındaki birim hücrenin iki a_1 ve a_2 vektöründen üretilir. Kiral vektör, n birim a_1 ve m birim a_2 'den oluşur (Şekil 1) [6]:

$$C_h = n\vec{a}_1 + m\vec{a}_2, \quad bn \geq m \quad (1)$$

(n, m) ile belirtilen kiralite indeksi, grafen levha üzerindeki kiral vektörün uzunluğunu ve yönünü temsil etmektedir. Kiralite indeksi ile ilgili olarak, üç tip grafen tabakası tanımlanmıştır. Armchair grafen tabakaları (n, n) ile ve Zigzag grafen tabakaları ($n, 0$) ile tanımlanır. Farklı kiralite indekslerine sahip olanlar, Kiral grafen levhalardır.



Şekil 1. Grafen Tabakasının Geometrisi

2.2. Moleküler Mekanik Modelleme

Hesaplamalı nanobilimde, birkaç yüz ila milyarlarca atom içeren bir sistemin enerjisi, atomlar arası potansiyeller kullanılarak değerlendirilir. Bir n-cisim nanoyapısının toplam potansiyel enerji fonksiyonu, her zaman, kendisini oluşturan atomların koordinatları cinsinden ifade edilebilen konfigürasyon potansiyel enerjisini ifade ettiği anlaşılmıştır. En basit yol, bu enerjiyi iki ve üç cisim vb. potansiyel enerji fonksiyonlarını içeren bir küme açılımı olarak aşağıdaki gibi ifade etmektir [6],

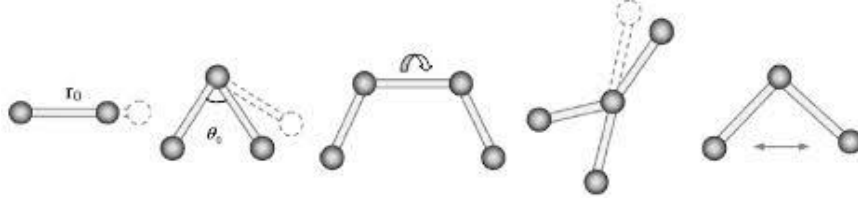
$$H_I = \frac{1}{2!} \sum_i \sum_{j \neq i} V_2(r_i, r_j) + \frac{1}{3!} \sum_i \sum_{j \neq i} \sum_{k \neq i, j} V_3(r_i, r_j, r_k) + \dots \quad (2)$$

burada V_n , n-cisim atomlar arası potansiyel fonksiyonlardır. Potansiyeller atomik koordinatların fonksiyonlarıdır, ancak pratikte atomlar arası mesafeler cinsinden ifade edilirler. Bu nedenle potansiyel enerji, atomlar arası ayrılmaya ve ayrıca tek tek atomları bağlayan bağlar arasındaki açılara bağlıdır.

Moleküler mekanikte, grafen levhalar, karbon atomları içeren büyük bir molekül olarak kabul edilir. Bu nedenle, potansiyel enerji fonksiyonu, yalnızca karbon atomlarının çekirdeklerinin göreceli konumuna bağlı olan sterik potansiyel enerji şeklinde ifade edilir. Bir nanoyapı kuvvet alanının genel formu şu şekilde ifade edilir [6]:

$$U = \sum U_r + \sum U_\theta + \sum U_\phi + \sum U_W + \sum U_{vdw} \quad (3)$$

burada U_r bağ gerilmesidir, U_θ bağ açısı bükülmesidir, U_ϕ dihedral açı burulmasıdır, U_W düzlem dışı burulmadır ve U_{vdw} moleküldeki bağlı olmayan Van der Waals etkileşimleridir.



Şekil 2. Atomlar arası bağların potansiyel oluşumları

Moleküler mekanik modelleme yöntemi, klasik yapı mekaniğinde bir uzay çerçevesi olarak GNP yapısının atomik özelliklerini simüle etmeyi amaçlamaktadır. Bu nedenle, grafen levhalardaki karbon atomları çerçevedeki eklemler olarak kabul edilir ve buna karşılık olarak karbon bağları yük taşıyan kiriş elemanları olarak kabul edilir (Şekil 2). Basit harmonik fonksiyonlar ve Amber kuvvet alanı, moleküler mekanikte potansiyel enerji terimlerini tanımlamak için aşağıdaki gibi uygulanır [6]:

$$U_r = \frac{1}{2} k_r (r - r_0)^2 = \frac{1}{2} k_r (\Delta r)^2 \quad (4)$$

$$U_\theta = \frac{1}{2} k_\theta (\theta - \theta_0)^2 = \frac{1}{2} k_\theta (\Delta \theta)^2 \quad (5)$$

$$U_\tau = \frac{1}{2} k_\tau (\tau - \tau_0)^2 = \frac{1}{2} k_\tau (\Delta \tau)^2 \quad (6)$$

burada k_r , k_θ , k_τ sırasıyla bağ germe kuvveti, bağ açısı bükme kuvveti ve burulma direnci sabitidir ve Δr , $\Delta \theta$ and $\Delta \tau$ sembolleri bağ germe artışını, bağ açısı değişimini ve burulma açısı değişimini temsil eder. Yapı mekaniğinde, L uzunluğunda bir karbon bağı temsil eden üniform bir kiriş elemanının deformasyonlardan kaynaklanan gerinim enerjisi aşağıdaki gibi ifade edilir [6]:

$$U_A = \frac{1}{2} \int_0^L \frac{N^2}{EA} dL = \frac{1}{2} \frac{N^2 L}{EA} = \frac{1}{2} \frac{EA}{L} (\Delta L)^2 \quad (7)$$

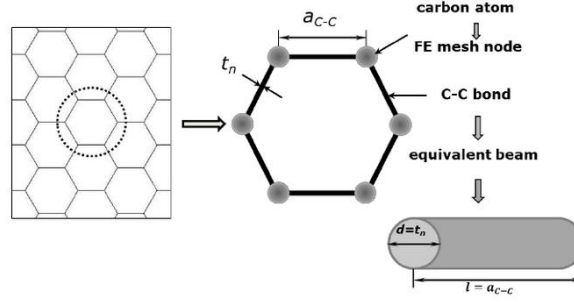
$$U_T = \frac{1}{2} \int_0^L \frac{T^2}{GJ} dL = \frac{1}{2} \frac{T^2 L}{GJ} = \frac{1}{2} \frac{GJ}{L} (\Delta \beta)^2 \quad (8)$$

$$U_M = \frac{1}{2} \int_0^L \frac{M^2}{EI} dL = \frac{2EI}{L} \alpha^2 = \frac{1}{2} \frac{EI}{L} (2\alpha)^2 \quad (9)$$

U_A , U_T ve U_M , sırasıyla saf aksel kuvvet N, saf eğilme momenti M ve saf burulma T nedeniyle bir kiriş elemanının gerinim enerjileridir. ΔL , α and $\Delta \beta$ sırasıyla aksel gerilme deformasyonu, kirişin uçlarındaki dönüş açısı ve kirişin uçları arasındaki bağlı dördüştür. Şimdi, Denklemler'de yapısal mekanikteki gerinim enerjileri arasında doğrudan bir ilişki kurarak. (7)–(9) ve moleküler

mekanikte potansiyel enerjiler, Denk. (4)–(6), aynı deformasyonları varsayarak, kiriş elemanlarının elastik (Young modülü E ve kesme modülü G) ve geometrik özellikleri (L uzunluğu ve kesit alanı A) şu şekilde elde edilir [6]:

$$\frac{EA}{L} = k_r, \quad \frac{EI}{L} = k_\theta, \quad \frac{GJ}{L} = k_\tau, \quad (10)$$



Şekil 3. Uzay-kafes yöntemi ile modellenen grafen levha

Kolaylık sağlamak için kiriş elemanları dairesel bir kesit olarak kabul edilir (Şekil 3). Amber kuvvet alanından moleküler mekanik parametrelerinin bilinmesiyle, kiriş elemanlarının E , G ve çapı (d), aşağıdaki ilişkiler yoluyla yapısal mekanik modellemeye uygulanmaya hazırdır [6]:

$$d = 4 \sqrt{\frac{k_\theta}{k_r}}, \quad E = \frac{k_r^2 L}{4\pi k_\theta}, \quad G = \frac{k_r^2 k_\tau L}{8\pi k_\theta^2} \quad (11)$$

$$k_r = 938 \text{ kcal mol}^{-1} \text{ \AA}^{-2} = 6.52 \times 10^{-7} \text{ N nm}^{-1}$$

$$k_\theta = 126 \text{ kcal mol}^{-1} \text{ rad}^{-2} = 8.76 \times 10^{-10} \text{ N nm}^{-1} \text{ rad}^{-2} \quad (12)$$

$$k_\tau = 40 \text{ kcal mol}^{-1} \text{ rad}^{-2} = 2.78 \times 10^{-10} \text{ N nm}^{-1} \text{ rad}^{-2}$$

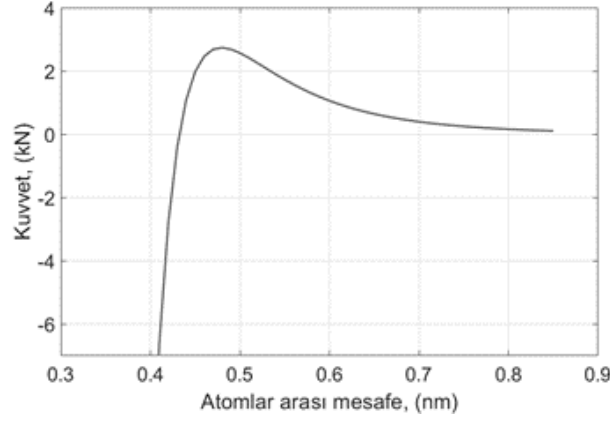
Bu formülasyon, dairesel iki düğümlü kiriş elemanları için türetilen matris sistemi çözülerek sonlu elemanlar yönteminde uygulanmıştır. Her düğümün altı serbestlik derecesi (DOF), üç öteleme (x , y , z) ve üç dönme serbestlik derecesi (DoF) vardır.

2.3. Grafen/Polimer Arayüzeyi Moleküler Etkileşimler (Van der Waals Bağları)

Nanokompozitlerde nano dolgu maddesi olarak grafenin kullanılmasının temel amacı, yükü matristen nanoparçacıklara aktarmak ve sonuç olarak nanokompozitlerin sertliğini iyileştirmektir. Bu yük transferi temel olarak nanopartiküller ve matris arasındaki Van der Waals etkileşimleri aracılığıyla gerçekleştirilir. Grafen takviyeli polimerlerde polimerin hacim oranı grafenden çok daha büyük olduğu için, polimer zincirlerindeki moleküler etkileşimi grafenin modellendiği yaklaşımla modellemek çok zordur. Bu nedenle polimer, modelleme prosedüründe bir uzlaşma olarak mikro ölçekte bir sürekli ortam olarak modellenir. Polimeri oluşturmak için 8 düğümlü katı elemanlar kullanılır ve izotopik davranış varsayılır. Young modülü ve Poisson oranı sırasıyla 2 GPa ve 0.35 olarak kabul edilmiştir. Polimer ile ilişkili elementlerin boyutu, grafen üzerindeki altıgen halkalar kadar küçük seçilir.

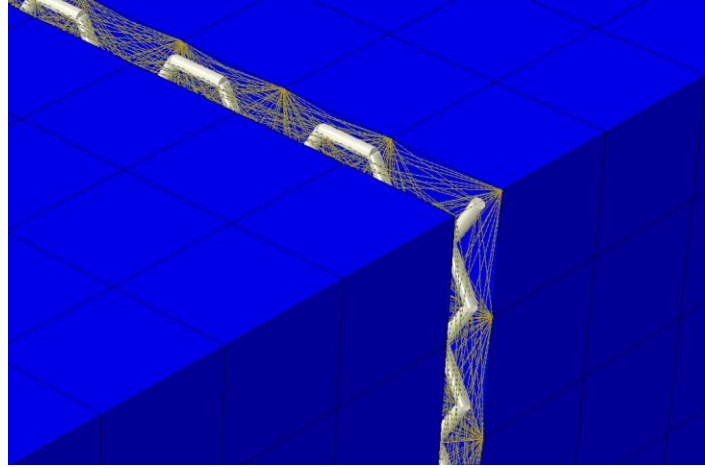
Polimerin grafen ve polimer zincirleri arasındaki etkileşimler, zayıf elektrostatik ve van der Waals (vdW) kuvvetleri aracılığıyla gerçekleşir. vdW kuvveti ile karşılaştırıldığında, grafen ve polimer arasındaki etkileşimi tanımlamada elektrostatik kuvvetin katkısı ihmal edilebilir [21]. vdW kuvveti, aşağıdaki gibi Lennard Jones "6–12 potansiyeli" temelinde etkileşen iki atom arasındaki mesafe cinsinden ifade edilir [21]:

$$F_{udW} = \frac{48e}{r} \left[-\left(\frac{\sigma}{r}\right)^{12} + 0.5 \left(\frac{\sigma}{r}\right)^6 \right] \quad (13)$$



Şekil 4. vdW etkileşimleri için Kuvvet-Yer değiştirme eğrisi

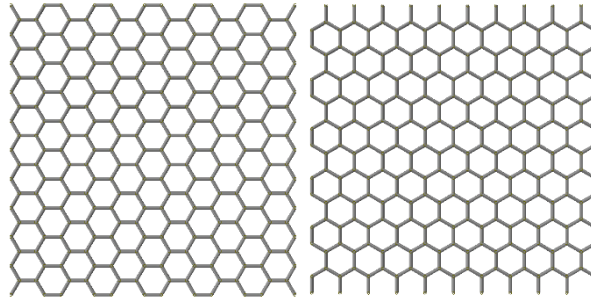
e ve σ , sırasıyla $0.4396 \text{ kJmol}^{-1}$ ve 0.3851 nm büyüklüğünde Lennard-Jones parametreleridir [22]. Van der Waals, grafenin karbon atomları ve çevresindeki polimerin iç yüzeyinin düğümleri arasındaki etkileşimler, aksel translyon konektör tipi (CONN3D2) kullanılarak modellenmiştir. Atomik seviyede kuvvet-yer değiştirme davranışına (Denk. (13)) karşılık gelen verileri (Şekil 4), Van der Waals etkileşimlerinin doğrusal olmayan davranışını tariflemek için yazılıma bir kod aracılığı ile adapte edilmiştir. Polimerin düğümleri ile grafen arasında bu etkileşimleri oluşturmak için bir kod yazılmıştır. Bu şekilde, sadece grafen düğümü (atom) ve polimerin bitişik düğümleri arasındaki Van der Walls etkileşimi oluşturulmuştur. Şekil 5'te VdW etkileşimlerinin sonlu elemanlar modeli gösterilmektedir.



Şekil 5. Grafen tabakası, polimer ve VdW etkileşimleri

2.4. Temsili Hacim Eleman ve Sayısal Model

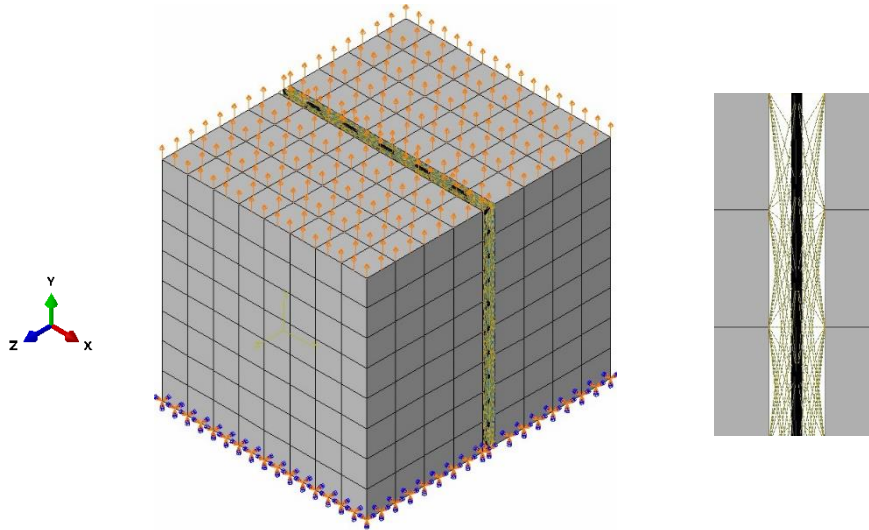
Bu çalışmada, moleküler yapısal modellemenin uygulanması için altı serbestlik derecesine sahip lineer Euler-Bernoulli kiriş elemanları kullanılmıştır. Bu eleman, E ve G gibi bilinen elastik parametrelere ve ayrıca moleküler yapısal modelleme yönteminden elde edilen çapa dayanmaktadır. Kiriş elemanları, moleküler yapısındaki karbon atomlarının koordinatları aracılığıyla geometrik olarak modellenen bir uzay-çerçeve yapısına uygulanır. Koordinatlar, bir nanomalzeme modelleme programı kullanılarak elde edilmiştir. Kiriş elemanları, grafen levhaların kiralitesi ile ilgili olarak iki uygun karbon atomu arasında yer alır. Bu çalışmada iki farklı grafen levha kullanılmıştır. Şekil 6, ABAQUS'ta [23] grafen levhaların modellenmesini ve kullanımını göstermektedir. İstenilen kril indeksine göre grafenler nanomalzeme modelleme yazılımında çizilmiş, her bir atomun koordinatları üç boyutlu olarak satır satır istenmiştir. Sonlu elemanlar yazılımında uzay-kafes yöntemi ile kiriş eleman modellenmesi sırasında daha önce alınan koordinatlar adapte edilerek parametrik olarak modellenmiştir.



Şekil 6. ABAQUS'de modellenen grafen tabakaları

Nanokompozitlerin çok ölçekli malzeme modellemesindeki ana ilke, analiz edilecek malzeme sisteminin bir temsilcisi olarak bir Temsili Eleman (Representative volume element, RVE) oluşturmaktır. Bir GNP/polimer nanokompozitinin sayısal simülasyonunda, nano parçacık moleküler mekanik tarafından daha doğru bir şekilde modellenirken, kompozit mukavemeti ve sertliği üzerinde daha az önemli etkiye sahip olan polimer kısmı, FEM'de bir süreklilik olarak ortak katı elementlerle temsil edilir.

Bu çalışmada polimer, Young modülü 2 GPa ve Poisson oranı 0.35 olan lineer elastik bir malzeme olarak kabul edilmiştir. Uzayda her bir düğüm için altı serbestlik derecesine sahip doğrusal kübik sekiz düğümlü elemanlar, Sonlu elemanlardaki polimer kısmını birbirine bağlamak için kullanılır. GNP parametrelerinin etkisini araştırmak için farklı temsili hacim eleman düzenlemeleri modellenmiştir. Temsili hacim elemanlar farklı miktarlarda polimer içine gömülmüş 2 farklı farklı armcahir (6,6) ve Zigzag (10,0) GNP boyutundan oluşur. GNP'ler, polimer ile aynı uzunlukta temsili hacim elemanın ortasında bulunur. GNP hacim oranı ABAQUS ile hesaplanır ve GNP'nin kalınlığı grafit levhalardaki ara katman boşluğuna eşit olarak alınır, yani 0.34 nm'dir [13]. Şekil 7, ABAQUS'ta modellenen GNP ve çevreleyen polimeri içeren bir temsili hacim elemanı göstermektedir.



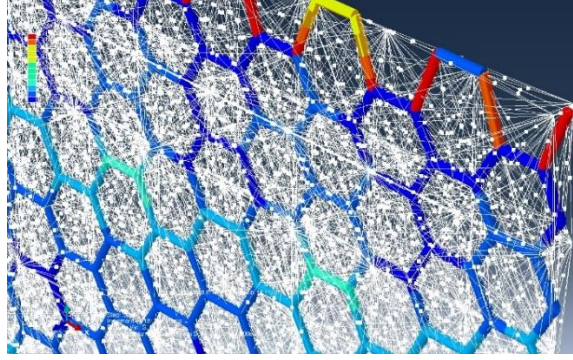
Şekil 7. Polimer, grafen tabakası ve moleküler etkileşimleri içeren ve ABAQUS'de modellenen temsili hacim eleman

GNP ile çevreleyen polimer arasındaki etkileşim, çok fazlı malzeme modellemede kritik bir noktadır. Bu nedenle, ABAQUS'ta bir yetenek olarak "gömülü eleman", arayüzü temsili hacim elemanları modellemek için kullanılır. Bu yetenek, çok fazlı yapılarda takviye elemanları için başarıyla kullanılmaktadır. Analiz prosedüründe, her bir RVE'nin bir ucu tamamen sınırlandırılmıştır ve %10 şekil değiştirme elde edene kadar diğer uca artımlı bir aksel yer değiştirme uygulanmıştır. Bu yöntem, temsili hacim elemanların çekme davranışının değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılır [14]. Kiriş elemanlarının GNP içindeki doğrusal olmama durumu göz önüne alındığında, analizin genel olarak doğrusal olmayan sonuçlar vermesine olanak sağlanmıştır. Normal gerilme, şekil değiştiren bölgelerden toplam kuvvet çıktısı ile istenir ve yazılım çıktılarından hesaplanır.

Bu çalışmada, GNP parametrelerinin nanokompozitlerin çekme davranışı üzerindeki etkisini araştırmak için (6, 6) Armchair ve (10, 0) Zigzag GNP'ler olmak üzere dört tip GNP kullanılmıştır. Polimere %1, %2 ve %5 hacim oranlarında eklenmiştir. Armchair (6, 6) ve Zigzag (10, 0) GNP'ler hemen hemen eşit uzunluktadır.

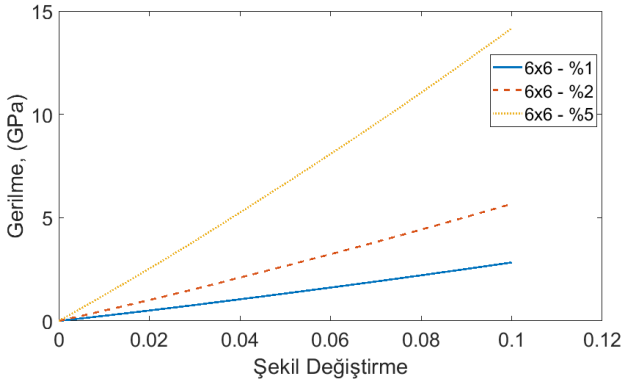
3. Sonuçlar

Nanokompozitlerin gerilme davranışı üzerindeki grafen levha özelliklerinin rolünü araştırmak için çok ölçekli malzeme modellemesi kullanılmıştır. Özellikle, doğrusal olmayan modellenmiş grafenlerin kiralite ve hacim fraksiyonlarının nanokompozitleri üzerindeki etkisi malzemelerin atomları arasındaki etkileşimlerinde dikkate alınması ile incelenmiştir. Polimer içine gömülü farklı GNP'lerden oluşan çeşitli temsisi hacim elemanları birleştirmek için çok ölçekli modelleme uygulanmıştır. Grafen levhalar, uzay çerçeve yapıları durumunda atomik yapılarına dayalı olarak sürekli ortam mekaniğinde modellenmiştir. Bu yapıdaki nanopartiküller, moleküler mekanikteki karbon bağlarının özelliklerine benzeyecek şekilde tanımlanır. Temsisi hacim elemanların polimer kısmı, modelleme kolaylığı açısından lineer elastik sürekli malzeme olarak modellenmiştir.

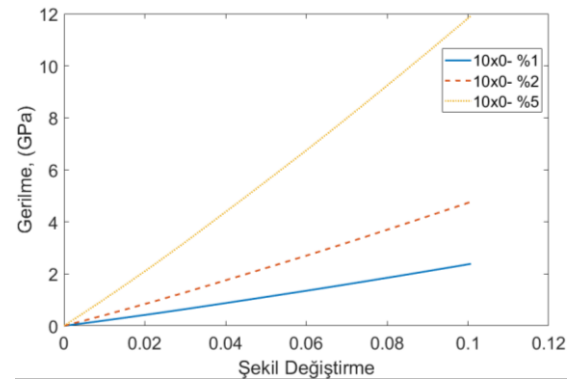


Şekil 8. Çekme yükü altındaki grafen ve VdW bağları

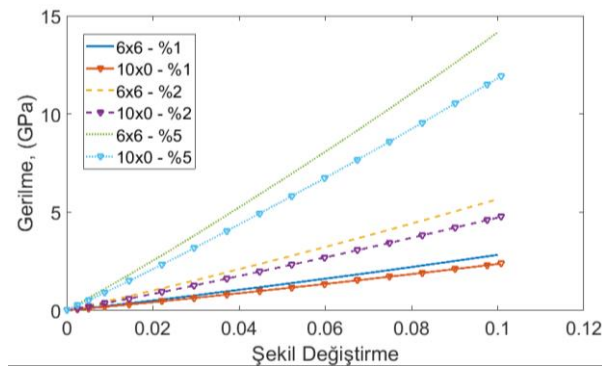
Her biri % 1, 2 ve 5 hacim oranında ve aynı geometrik özelliklerde iki farklı kiralite endeksine sahip (6,6), armchair ve (10,0), zigzag GNP'den oluşan 6 RVE, ayrı aşamalı prosedürlerde analiz edilmiştir. (6,6) ve (10,0) GNP'lerin neredeyse eşit uzunlukta (2,3 nm) iki farklı tür grafen yapısıdır. Hacim oranının çekme davranışı üzerindeki etkisi grafen doğrultusunda ve kalınlık doğrultusunda olmak üzere çok boyutlu olarak araştırılmıştır.



a) Armchair

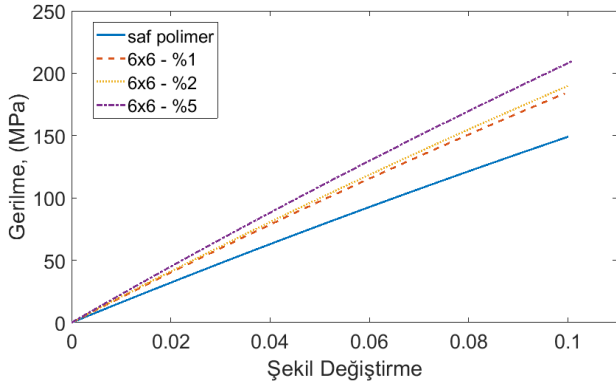


b) Zigzag

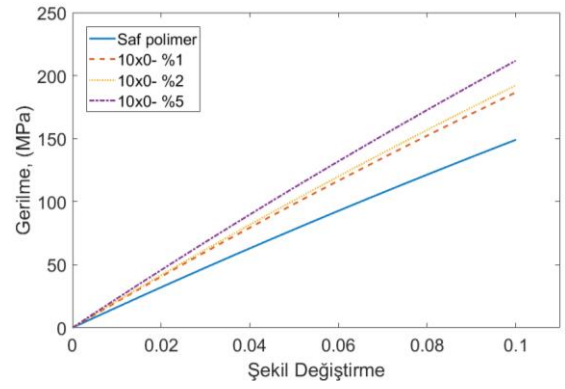


c) Armchair-Zigzag

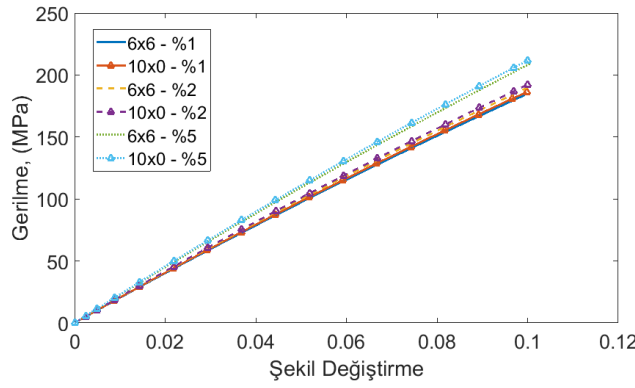
Şekil 9. Polimerik nanokompozitin grafen doğrultusundaki (y yönü) çekme davranışına grafen kiralitesi ve hacim oranı etkisi



a) Armchair



b) Zigzag



c) Armchair-Zigzag

Şekil 10. Polimerik nanokompozitin grafenin kalınlık doğrultusundaki (z yönü) çekme davranışına grafen kırilitesi ve hacim oranı etkisi

Şekil 8 çekme yükü altındaki grafen nanokompozitin arayüzey bağlarını göstermektedir. Şekilden de görüldüğü gibi grafenin her bir atomu kendisi çevreleyen polimer atomları ile bağ kurmaktadır. Bağ kurulmasında Şekil 4'deki grafikten ortaya çıkan bir kural vardır. Atomik seviyede kuvvet yer değiştirme eğrisine göre yaklaşık 8 nm'den sonra atomlar arası çekim kuvveti 0 (sıfır)'a yaklaşmaktadır. Bu durum bağ kurulumunun modellenmesinde kullanılmıştır. Yazılan bir program ile uzayda bağ kurma ihtimali olan grafen ve polimer atomlarının koordinatları alınarak ve tekrar uzayda iki nokta arasındaki uzaklık hesabı yapılarak uzaklığı 8 nm'den küçük olan tüm grafen ve polimer atomları arasında bağ kurulmuştur. Burada en önemli nokta polimer atomlarının belirlenmesidir çünkü grafen atomları grafen geometrisinden dolayı sabittir. Polimer atomları ise kullanıcıya bağlıdır. Yapılan ön çalışmalar sonucunda polimer atomlarının yerleri yaklaşık olarak grafen hücresi boyutlarında ayarlanmıştır. Oluşturulan bağ sayısı yazılım açısından sınırlıdır. Bu çalışmada kullanılan grafen geometrisi sabit olduğu için analizlerde oluşan ortalama VdW bağları sayısı 10000 adettir.

Şekil 9'da ise temsili hacim elemanı olan polimerik nanokompozitin grafen doğrultusundaki (y yönü) çekme davranışları farklı hacim oranı ve kiral geometriye sahip grafenler için verilmiştir. Grafen doğrultusundan kasıt grafenin eni veya boyunun doğrultusudur. Grafenin yük taşıdığı bu yöndeki etkisi aşikar olurken diğer yöndeki etkisinde merak uyandıran diğer bir konudur. Grafenin polimer içerisindeki hacim oranı arttıkça gerilme seviyeleri artmıştır. Analizler lineer elastik olduğu için lineer bir artış görülmektedir. Benzer durum zigzag kıriliteye sahip nanokompozitlerde de gözükmektedir. Armchair ve zigzag geometriye sahip nanokompozitlerin sonuçlarında ise armchair geometrideki nanokompozitlerin daha yüksek gerilme seviyesine ulaştığı sonucu çıkmaktadır. Şekil 10 benzer şekilde nanokompozitlerin diğer yöndeki (grafen kalınlık yönü) çekme altındaki gerilme şekil değiştirme değişimini vermektedir. Grafen kalınlık boyunca nano seviyede çok düşük yükler taşımaktadır. Ancak grafen-polimer arasındaki kurulan bağlar nedeni ile yük taşıma kabiliyetinin polimer-grafen-polimer arasındaki yük transferi ile modellemek çalışmanın başarısını göstermektedir. Kalınlık boyunca yük taşıma kapasitesi az olsa da saf polimerin mekanik özelliğini grafen takviyesi iyileştirmiştir. Saf polimerin gerilme seviyesi 150 MPa civarında olurken hacim oranına göre sırası ile % 1, 2 ve 5 armchair geometrili grafen takviyeli nanokompozitlerin en büyük gerilme seviyeleri 184, 190 ve 210 MPa civarında olmuştur. Benzer durum zigzag geometrili nanokompozitlerde de vardır. Armchair ve zigzag geometrili nanokompozitler karşılaştırıldığında ise gerilme seviyelerinin çok yakın olduğu sonucu çıkmaktadır.

4. Yorum ve Öneriler

GNP'lerin kiralite ve hacim fraksiyonunun nanokompozitlerinin çekme davranışı üzerindeki etkisi araştırılmıştır. ABAQUS yazılımında çok ölçekli malzeme modellemesi, GNP/polimer nanokompozitin temsili bir hacim elemanı üzerindeki çekme yüklemesini simüle etmek için kullanılmıştır. GNP'ler, moleküler mekanikte uzay çerçeve yapıları olarak değiştirilmiş Morse potansiyeli aracılığıyla atomik yapılarına göre modellenmiştir. Temsili hacim elemanlarda GNP ve polimer oluşturularak farklı boyutlardaki farklı miktarlarda Armchair ve Zigzag GNP'ler ile arayüz modellemesi yapılmıştır. Arayüz etkileşimleri VdW bağları ile modellenmiştir. Temsili hacim elemanların elde edilen gerilme şekil değiştirme eğrileri, nanokompozitlerin gerilme davranışının, GNP'lerin hacim fraksiyonu ve kiralitesine bağlılığını göstermiştir. Temsili hacim elemanları Armchair GNP'leri ile kullanmak, özellikle daha yüksek uygulanan gerilmelerde, çekme yüklemesi altında daha yüksek mukavemet ve tokluk ile sonuçlanmıştır. Benzer şekilde daha yüksek hacim oranı ile de bu durum sağlanmıştır. Grafenin kalınlık yönündeki davranışı ise saf polimerin mekanik özelliklerini az da olsa anlamlı şekilde iyileştirmiştir.

Kaynaklar

- [1] Asa, E. “Deforme olabilir sınır koşullarında karbon nanotüplerin doublet mekanik teorisine göre eksenel titreşim analizi”, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2019.
- [2] Y. Chandra, F. Scarpa, R. Chowdhury, S. Adhikari and J. Siens, “Multiscale hybrid atomistic-FE approach for the nonlinear tensile behaviour of graphene nanocomposites”, *Composites: Part A*, vol. 46, pp. 147-153, 2013.
- [3] Karbon Nanotüp İle Güçlendirilmiş Polimer Kompozitlerin Çok Ölçekli Modellenmesi, TÜBİTAK, Proje No:115M550, 2018. <https://app.trdizin.gov.tr/publication/project/detail/TWpBek5EUTA>
- [4] K.N. Spanos, S.K. Georgantinos, N.K. Anifantis, “Mechanical properties of graphene nanocomposites: A multiscale finite element prediction”, *Composite Structures*, vol. 132, pp. 536-544, 2015
- [5] M.R. Ayatollahi, S. Shadlou and M.M. Shokrieh, “Multiscale modeling for mechanical properties of carbon nanotube reinforced nanocomposites subjected to different types of loading”, *Composite Structures*, vol. 93, pp. 2250-2259, 2011.
- [6] S.M.R. Khalili and A. Haghbin, “Multi-scale modeling of nonlinear tensile behavior in single-walled carbon nanotube reinforced nanocomposites”, *International Journal of Modeling and Optimization*, vol. 1, pp. 199-204, 2011.
- [7] K.I. Tserpes, P. Papanikos, G. Labeas, and Sp.G. Pantelakis, “Multi-scale modeling of tensile behavior of carbon nanotube-reinforced composites”, *Theoretical and Applied Fracture Mechanics*, vol. 49, pp. 51-60, 2008.
- [8] Z. Shokrieh, M. Seifi, M.M. Shokrieh, “Simulation of stiffness of randomly-distributed-graphene/epoxy nanocomposites using a combined finite element-micromechanics method”, *Mechanics of Materials*, vol. 115, pp. 16-21, 2017.
- [9] Z. Guoa, L. Songa, G.B. Chaib, Z. Lia, Y. Lia, and Z. Wanga, “Multiscale finite element analyses on mechanical properties of graphene-reinforced composites”, *Mechanics of Advanced Materials and Structures*, vol. 0, pp. 1-8, 2018.
- [10] S.M.R. Khalili and A. Haghbin, “Investigation on design parameters of single-walled carbon nanotube reinforced nanocomposites under impact loads”, *Composite Structures*, vol. 98, pp. 253-260, 2013.
- [11] A.Parashar and P. Mertiny, “Multiscale model to investigate the effect of graphene on the fracture characteristics of graphene/polymer nanocomposites”, *Nanoscale Research Letters*, vol. 7, pp. 595, 2012.
- [12] B. Mortazavi, O. Benzerara, H. Meyer, J. Bardon and S. Ahzi, “Combined molecular dynamics-finite element multiscale modeling of thermal conduction in graphene epoxy nanocomposites”, *Carbon*, vol. 60, pp. 356-365, 2013.
- [13] D. Kumar and A. Srivastava, “Elastic properties of CNT- and graphene-reinforced nanocomposites using RVE”, *Steel and Composite Structures*, vol. 21, pp. 1085-1103, 2016.
- [14] M. Ahmadi, R. Ansari and S. Rouhi, “Fracture behavior of the carbon nanotube/carbon fiber/polymer multiscale composites under bending test – a stochastic finite element method”, *Mechanics of Advanced Materials and Structures*, vol. 0, pp. 1-9, 2018.

[15] C.M. Hadden , D.R. Klimek-McDonald , E.J. Pineda , J.A. King , A.M. Reichanadter , I. Miskioglu , S. Gowtham , G.M. Odegard , Mechanical properties of graphene nanoplatelet/carbon fiber/epoxy hybrid composites: Multiscale modeling and experiments, *Carbon*, vol. 95, pp. 100-112, 2015.

[16] A. Manta, M Gresil, and C Soutis, “Simulated electrical response of randomly distributed and aligned graphene/polymer nanocomposites”, *Composite Structures*, vol. 192, pp. 452-459, 2018.

[17] M. Gresil, Z. Wang, Q. A. Poutrel and C. Soutis, “Thermal Diffusivity Mapping of Graphene Based Polymer Nanocomposites”, www.nature.com/scientificreports, vol. 7, pp. 5536, 2017.

[18] M. D. Demirbas, D. Çakır, “Modeling of 2D Functionally Graded Circular Plates with Artificial Neural Network”, *International Scientific and Vocational Journal*, vol. 4(2), pp. 97-110, 2020.

[19] C. Boğa, “Elastic Analysis of an Hollow Cylinder Made from Functionally Graded Material Exposed to Internal Pressure”, *International Scientific and Vocational Journal*, vol. 2(1), pp. 56-66, 2018.

[20] M. D. Demirbas, M. Oğuz, İ. Erişen, “Investigation of Buckling Behavior of Beams with Artificial Neural Network”, *International Scientific and Vocational Journal*, vol. 5(1), pp. 64-106, 2021.

[21] R. Roham, S. Amirali. “Estimating Young’s modulus of graphene/polymer composites using stochastic multi-scale modelling”, *Composites Part B*, vol. 173, pp. 106842, 2019.

[22] Shokrieh, Z., Shokrieh, M.M. 2019. “A new model to simulate the creep behavior of graphene/epoxy nanocomposites”, *Polymer Testing*, 75, 321-326.

[23] ABAQUS/Standart (Version 2019), User’s manual, Finite Element Software. Available from: <http://www.simulia.com>

Determining The Relationship Between Conscient Intelligence Features and Their Xenophobia Towards Refugees of The Midwifery Students

Ayşenur Kahraman ^{a,1} Ayşe Çataloluk^a, Özgür Alparslan^a

The Faculty of Health Sciences, Tokat Gaziosmanpaşa University, Tokat, Turkey

ORCID ID: 0000-0001-8194-9776

ORCID ID: 0000-0002-9344-107X

ORCID ID: 0000-0002-2264-2886

Abstract

The research was conducted to determine the relationship between the xenophobic attitudes of midwifery students towards refugees and their conscientiousness. The descriptive and cross-sectional study was conducted with students studying in the midwifery department of a health sciences faculty between April 15 and May 15, 2021. The population of the study consisted of midwifery students (N=368), and the sample consisted of 218 students who voluntarily agreed to participate in the research. "Personal Information Form", "Conscientious Intelligence Scale" and "Xenophobia Scale" were used as data collection tools. According to the xenophobia scale total scores of the students participating in the study, it was determined that xenophobia was below the moderate level and the conscientious intelligence scores were quite high. A statistically significant difference was found between the students' grades and the total scores of the xenophobia scale. As a result of the correlation analysis performed to determine the relationship between the scales, no significant relationship was found between the total scores obtained from the scales. Positive and weak ($r=.144$, $p=0.034$) between the total score of the Xenophobia scale and the ethical values sub-dimension of the Conscientious Intelligence Scale, and weak ($r=-.191$, $p=0.005$) relationship was determined. In the study, it was determined that midwifery students' fear of refugees was below the medium level and their conscientious intelligence scores were quite high. This research will fill the gap in the field and will provide a new perspective on the approach and communication to refugees in the provision of health services.

Keywords: Midwifery, Refugee, Xenophobia, Conscientious Intelligence, Midwifery student

1. Giriş

Göç "insanların bir coğrafya üzerinde anlamlı bir etki yaratacak bir sürede gerçekleştirdiği yer değiştirme" ya da "bireylerin veya grupların, sosyal, ekonomik, kültürel ve siyasal nedenlerden dolayı yaşamlarını sürdürdükleri yerden, hayatlarının tamamını ya da bir kısmını geçirmek üzere başka yere yerleşmek koşuluyla yer değiştirmeleri" olarak tanımlanmaktadır (Gümüş ve Bilgili, 2015). Literatürde göç eden bireylerle ilgili bazı tanımlamalar yapılmıştır. Mülteci "ırkı, dini, milliyeti, belli bir sosyal gruba mensubiyeti veya siyasi düşünceleri nedeniyle zulüm göreceği konusunda haklı bir korku taşıyan ve bu yüzden ülkesinden ayrılan ve korkusu nedeniyle geri dönemeyen veya dönmek istemeyen kişiler" olarak tanımlanmıştır ve bu bireylere özel statü ve hukuki koruma garanti edilmiştir (Birleşmiş Milletler Mülteci Örgütü [UNHCR], 1967).

Küreselleşme ile dünya genelinde giderek artan uluslararası göç olayı, içinde bulunduğumuz çağın "göçler çağı" olarak nitelendirilmesine yol açmıştır (Miller ve Castles, 2008). İstatistikler bu durumun ulaştığı boyutların azımsanamayacak ölçüde olduğuna dikkat çekmektedir. Birleşmiş Milletler Mülteci Örgütü'nün (UNHCR) 2019 küresel eğilimler raporunda; 2019 yılının sonuna gelindiğinde dünya genelinde 79.5 milyon insan zulüm, çatışma, şiddet, insan hakları ihlalleri veya kamu düzenini ciddi şekilde bozan olaylar sonucunda zorla göç ettikleri belirtilmektedir. Yine aynı rapora göre Türkiye, çoğu Suriyeli mülteci (%92) olmak üzere, 3.9 milyon insanla sınır ötesi yerinden edilmiş en yüksek sayıda insana ev sahipliği yapmaktadır (UNHCR, 2019).

Mültecilerin göç olayıyla birlikte yer değiştirmeleri onları fiziksel, sosyal ve psikolojik olmak üzere pek çok açıdan etkilemektedir (UNHCR, 2019). Bu durumların yanı sıra göç eden bireyleri etkileyen bir diğer durumda henüz ev sahibi ülkeye ulaşmadan başlayan zenofobik tutumdur. Yabancı düşmanlığı ya da yabancı korkusu (Zenofobi) Yunanca bir kelime olup, literatürde "farklı ülkenin insanlarına karşı duygusal ve davranışsal olarak sergilenen önyargı" olarak tanımlanmaktadır (Yakushko, 2008). Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) yabancı düşmanlığını "insanları toplumda ya da ulusal kimliğe yabancı oldukları algısına dayanarak reddeden, dışlayan ve çoğu zaman suçlayıcı davranış ile önyargılar" olarak tanımlamaktadır (ILO, 2001). Yabancı düşmanlığı tutumuna maruz kalan bireyler ev sahibi ülkede kendilerini değersiz hissetmekte ve eğitim sağlık gibi temel ihtiyaçlardan yararlanma konusunda korku yaşayabilmektedirler. Mültecilere yönelik sağlık hizmetlerine erişim konusunda ev

¹ Sorumlu Yazar. Tel.: +90 (356) 252 16 16/3919
E-posta adresi: kahramanayse122@gmail.com

sahibi ülkenin sağlık personellerinin zenofobik tutumu, iletişim problemlerine ve sağlık bakımı alma konusunda engellere neden olmaktadır (Suleman et. al., 2018). Oysa sağlık alanındaki tüm meslek mensuplarının empati yapabilen, hastalara karşı hoşgörülü ve sabırlı bireyler olması gerekmektedir. Bu özelliklerin yanı sıra sağlık profesyonellerinin vicdan yetisine de sahip olması gerekmektedir. Vicdan “kişinin kendi ahlâk değerlerini dolaysız bir biçimde kendiliğinden yargılamasını sağlayan iç yeti ya da kişiyi bunu yapmaya yönelten iç duyu” olarak tanımlanmaktadır (İmamoğlu, 2010).

Vicdan konusunda literatüre Aktı ve arkadaşları tarafından (2017) yakın zamanda “vicdani zekâ” kavramı kazandırılmıştır. Nitekim literatürde sağlık alanında vicdani zekâ konusunda araştırmalar mevcuttur (Urgan, 2020; Boz ve ark., 2019). Arama Kurtarma Derneği (AKUT) bünyesinde gönüllü hizmet sunan sağlık profesyonellerinin vicdani zekâ ve yaşam tatmini ile iş performansının araştırıldığı bir çalışmada vicdani zekâ düzeylerinin iş performanslarının artmasında etkili bir faktör olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Urgan, 2020). Boz ve arkadaşları (2019) vicdani zekâ ile iş performansı arasında anlamlı ilişkiler bulmuşlardır. Literatür tarandığında sağlık alanında mültecilere yönelik yabancı düşmanlığı tutumu ve vicdani zekâ özellikleri arasındaki ilişkinin incelendiği bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu araştırma alandaki boşluğu doldurarak sağlık hizmeti sunumunda mültecilere yaklaşım ve iletişim konusunda yeni bir bakış açısı kazandıracaktır.

Bu çalışma mültecilerle öğrencilik dönemlerinden itibaren klinik uygulamalarında karşılaşarak onlara sunulan sağlık hizmetlerinde görev alan ebelik öğrencileri ile yürütülmüştür. Çalışma ebelik öğrencilerinin göçmenlere/mültecilere yönelik yabancı düşmanlığı tutumları, bazı değişkenlerin etkisi ve vicdani zekâ özellikleri arasındaki ilişkinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Amaç doğrultusunda aşağıdaki sorulara cevap aranmıştır:

1. Ebelik öğrencilerinin yabancı düşmanlığı (zenofobi) tutumları ne düzeydedir?
2. Ebelik öğrencilerinin yabancı düşmanlığı düzeyleri çeşitli değişkenlerin (cinsiyet, öğrenim görülen birim, sınıf düzeyi, algılanan gelir düzeyi, göç ile ilgili eğitim alma durumu, üniversiteye gelmeden önce yaşanan yerleşim yeri) etkisi var mıdır?
3. Öğrencilerin vicdani zekâ düzeyleri nasıldır?
4. Öğrencilerin zenofobik tutumları ve vicdani zekâ özellikleri arasındaki ilişki nedir?

2. Materyal ve Yöntemler

2.1. Araştırmanın Türü, Evren ve Örneklem

Bu çalışma, tanımlayıcı ve kesitsel tipte (15 Nisan-15 Mayıs 2021), Türkiye’de bir üniversitenin Sağlık Bilimleri Fakültesi Ebelik Bölümünde öğrenim görmekte olan öğrencileri ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın evrenini, Türkiye’de, Orta Karadeniz bölgesinde bir Sağlık Bilimleri Fakültesi Ebelik Bölümünde okuyan öğrenciler (N=368) oluşturmuştur. Araştırmanın örneklemi için evreni bilinen örneklem hesabına gidilmiş ve %90 güven aralığı ve ± 5 sapma değeri ile 190 ebelik öğrencisi alınması gerektiği hesaplanmıştır. Araştırma gönüllü olarak katılmayı kabul eden 218 öğrenci ile tamamlanmıştır.

2.2. Veri Toplama Araçları

Çalışmada veri toplama aracı olarak; ebelik bölümü öğrencilerinin tanımlayıcı özelliklerini belirlemeye yönelik anket formu, Vicdani Zekâ Ölçeği (VZÖ) ve Yabancı Düşmanlığı (Zenofobi Ölçeği-ZÖ) kullanılmıştır. VZÖ ve ZÖ’nün kullanımı için yazarlardan elektronik posta yoluyla izin alınmıştır.

Kişisel bilgi formu: Araştırmacılar tarafından ilgili literatür (Urgan, 2020; Boz ve ark., 2019; Turan, 2018; Şengül ve Bulut, 2020) taranarak oluşturulan soru formu katılımcıların sosyo-demografik özelliklerini belirlemeye yönelik 12 sorudan oluşmaktadır.

Zenofobi Ölçeği (ZÖ)(Yabancı Düşmanlığı): Bozdağ ve Kocatürk (2017) tarafından geliştirilen Yabancı Düşmanlığı Ölçeği, bireylerin göçmenlere yönelik tutumlarını, göçmen korkularını ölçmek amacıyla geliştirilmiş üç alt boyuttan oluşan (nefret, korku ve aşağılama), 18 maddeden oluşan (7. ve 11. maddeler ters kodlu) beşli likert tipte bir ölçektir. Ölçekte “Kesinlikle Katılmıyorum (1)” ile “Kesinlikle Katılıyorum (5)” arasında değişen puanlama derecesi kullanılmıştır. Ölçeğin Cronbach Alfa güvenirlik katsayısı 0.86’dır. Ölçekten alınabilecek en düşük puan 18, en yüksek puan ise 90 olup; ölçekten alınan puanlar arttıkça zenofobik (yabancı düşmanlığı) tutum düzeyi artmaktadır (Bozdağ ve Kocatürk, 2017). Bu çalışmada ölçeğin Cronbach Alfa katsayısı 0.89’dur.

Vicdani Zekâ Ölçeği (VZÖ): Aktı ve ark. (2017) tarafından geliştirilen Vicdani Zekâ Ölçeği 5’li likert tipinde 32 maddeden (1, 2, 3, 4 ve 5. sorular ters kodlu) oluşmaktadır. Ölçek, etik değerler, ahlâki duyarlılık, yaratıcıya karşı sorumluluk, merhamet, bilinçli farkındalık, toplumsal duyarlılık ve bilgelik olmak üzere yedi alt boyuttan oluşmaktadır. Ölçekte hiç Katılmıyorum’dan (1), Tamamen Katılıyorum’a (5) değişen bir puanlama derecesi kullanılmıştır. Ölçeğin Cronbach alfa katsayısı 0.85 olarak

bulunmuştur. Bu ölçekten alınabilecek en düşük puan 32 iken en yüksek puan 160'tır. Ölçekten alınan puan arttıkça vicdani zekâ düzeyinin arttığı gözlenmektedir. Bu çalışmada ölçeğin Cronbach alfa katsayısı 0.94'tür.

2.3. Verilerin Toplanması

Pandemi süreci nedeniyle, verilerin toplanması için Ebelik Bölümü öğrencilerine Google Forms üzerinden hazırlanan online anketler iletilmiş ve veriler 15 Nisan-15 Mayıs 2021 tarih aralığında toplanmıştır. Anket formlarını doldurma işlemi yaklaşık olarak 8-10 dakika sürmüştür.

2.4. Verilerin Analizi

Veriler bilgisayarda uygun paket program kullanılarak değerlendirilmiştir. Sayısal verilerin analizinde sayı, yüzde ve ortalamalar kullanılmıştır. Verilerin normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov-Smirnov testi ile analiz edilmiş normal dağılım göstermeyen değişkenler için grup karşılaştırmalarında Mann-Whitney U testi uygulanmıştır. Değişkenler arasındaki korelasyon Spearman Korelasyon testi ile incelenmiştir. Kategorik değişkenlerin analizinde Kruskal Wallis testi kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar verilerin dağılımı +/-1 aralığında tespit edilmiştir. Büyüköztürk (2007) bu değerlerin +/-1 aralığında yer almasının normallikten aşırı sapmalar olmaması şeklinde yorumlamaktadır. İstatistiksel anlamlılık düzeyi $p<0,05$ olarak kabul edilmiştir.

2.5. Araştırmanın Etik Yönü

Çalışma öncesinde ölçek izinleri ve Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırma Etik Kurulu'ndan 02.04.21 tarihli 01-29 karar sayısı ile etik onay alınmıştır. Kurum araştırma uygulama izni alınmıştır. Öğrenciler Google online form üzerinden çalışmanın amacı hakkında bilgilendirilmiş ve çalışmaya katılmayı gönüllü olarak kabul ettiklerine dair seçeneği işaretlemelerinin ardından çalışmaya katılmışlardır.

2.6. Araştırmanın Sınırlılıkları

Araştırmanın olası sınırlılıkları; örneklem hacmi içerisinde veri toplanan öğrenci grubunun, 1. ve 2. sınıflarının meslek etiği dersini almamış olması, pandemi nedeni ile henüz klinik uygulama deneyimlerinin az olması, bir sağlıkçı olma özelliği ile insanı değerlendirebilme becerisi henüz yeterli gelişmemiş ve dolayısı ile yabancı düşmanlığı ile vicdani zekâ değerlerini etkilemiş olabilir. Ayrıca bu konu hakkında daha önceden yapılan araştırmaların bulunmaması online geribildirim yöntemi ile elde edilen veriler olması gibi nedenlerle elde edilen veriler tüm ebeklik öğrencilerine genellenemez.

3. Bulgular

Öğrencilerin yaş ortalaması 20.78 ± 1.38 (min=18, max=27) yıldır. Çalışmamıza katılan öğrencilerin %33.5'i ebeklik bölümü 1. sınıfta öğrenim görmektedir. Öğrencilerin %74.8'i ebeklik mesleğini isteyerek seçtiğini belirtmişlerdir. Öğrencilerin Ebeklik mesleğini seçme nedenleri sorgulandığında %54.1'i maddi nedenler sebebiyle seçtiğini ve öğrencilerin %55'i ailesinde ya da yakın çevresinde ebe bir tanıdığı olmadığını ifade etmişlerdir. Öğrencilerin %52.8'i ebeklikte meslek etiği dersi aldığı kültürlerarası ebeklikle ilgili bilgi almadığını (%52.8) ve klinik uygulamalar sırasında en az bir kez mülteci kadınlara sağlık hizmeti sunduğunu (%56) belirtmişlerdir. Mülteci kadınlara sağlık hizmeti sunan öğrencilerin sunduğu sağlık hizmetinin yeri sorgulandığında; öğrencilerin %39.3'ü kadın hastalıkları servisi, %38.5'i doğumhane, %17.2'si kadın hastalıkları servisi ve doğumhane şeklinde yanıt vermişlerdir. Mülteci kadınlara sağlık hizmeti sunarken öğrencilerin en çok zorlandıkları konuları, öğrencilerin %91.8'i iletişim, %8.2'si kültürel farklılıklar olarak bildirmişlerdir (Tablo 1).

Tablo 1. Öğrencilerin tanıtıcı özellikleri ve mültecilere hizmet sunma durumlarına göre dağılımı (n=218)

Özellikler	n	%
Sınıf		
1.sınıf	73	33.5
2.sınıf	30	13.8
3.sınıf	62	28.4
4.sınıf	53	24.3
Ebeklik mesleğini isteyerek seçme durumu		
Evet	163	74.8
Hayır	55	25.2
Ebeklik mesleğini seçme nedeni		
Maddi nedenler	118	54.1
Manevi nedenler	69	31.7
Hem maddi hem manevi nedenler	15	7.3

Diğer	16	6.9
Ailede ya da yakın çevrede ebe tanıdık olması		
Evet	98	45.0
Hayır	120	55.0
Ebelikte meslek etiği dersi alma durumu		
Evet	115	52.8
Hayır	103	47.2
Kültürlerarası ebelikle ilgili bilgi alma durumu		
Evet	103	47.2
Hayır	115	52.8
Klinik uygulamalarda en az 1 kez mülteci kadınlara sağlık hizmeti sunma durumu		
Evet	122	56.0
Hayır	96	44.0
Mülteci kadınlara sağlık hizmeti sunan öğrencilerin sunduğu sağlık hizmetinin yeri*		
Kadın hastalıkları servisi	48	39.3
Doğumhane	47	38.5
Kadın hastalıkları servisi ve doğumhane	21	17.2
Aile sağlığı merkezi	3	2.5
Poliklinik	3	2.5
Mülteci kadınlara sağlık hizmeti sunarken en çok zorlanılan konu*		
İletişim	112	91.8
Kültürel farklılıklar	10	8.2
Toplam	218	100

*:n=122 öğrenci üzerinden hesaplama yapılmıştır.

Tablo 2’de Öğrencilerin ZÖ toplam puan ortalaması 46.93 ± 11.47 (min=20, max=90) olarak bulunmuştur. ZÖ toplam puanlarına göre öğrencilerin yabancı düşmanlığı puan düzeylerinin düşük düzeyde olduğu söylenebilir. ZÖ nefret alt boyutu puan ortalaması 16.55 ± 4.51 (min=7, max=35), korku alt boyutu puan ortalaması 21.05 ± 5.11 (min=8, max=35), aşağılama alt boyutu puan ortalaması 9.31 ± 3.46 (min=4, max=20)’dir. Öğrencilerin VZÖ toplam puan ortalaması 125.44 ± 15.41 (min=48, max=157) olarak bulunmuştur. VZÖ etik değerler alt boyutu puan ortalaması 11.04 ± 3.71 (min=5, max=24), ahlaki duyarlılık alt boyutu puan ortalaması 21.76 ± 3.35 (min=8, max=25), yaratıcıya karşı sorumluluk alt boyutu puan ortalaması 16.26 ± 2.63 (min=7, max=20), merhamet alt boyutu puan ortalaması 22.24 ± 3.33 (min=5, max=25), bilinçli farkındalık alt boyutu puan ortalaması 20.66 ± 3.35 (min=6, max=25), toplumsal duyarlılık alt boyutu puan ortalaması 16.68 ± 2.69 (min=7, max=20) ve bilgelik alt boyutu puan ortalaması 16.77 ± 2.73 (min=4, max=20)’tür (Tablo 2).

Tablo 2. Öğrencilerin Zenofobi Ölçeği ve Vicdani Zeka Ölçeği toplam puan ortalamaları

Ölçekler ve Alt Boyutları		X*±SS (min-max)
Zenofobi Ölçeği	Toplam Puan	46.93 ± 11.47 (20-90)
	Nefret alt boyutu	16.55 ± 4.51 (7-35)
	Korku alt boyutu	21.05 ± 5.11 (8-35)
	Aşağılama alt boyutu	9.31 ± 3.46 (4-20)
Vicdani Zeka Ölçeği	Toplam Puan	125.44 ± 15.41 (48-157)
	Etik değerler alt boyutu	11.04 ± 3.71 (5-24)
	Ahlaki duyarlılık alt boyutu	21.76 ± 3.35 (8-25)
	Yaratıcıya karşı sorumluluk alt boyutu	16.26 ± 2.63 (7-20)
	Merhamet alt boyutu	22.24 ± 3.33 (5-25)
	Bilinçli farkındalık alt boyutu	20.66 ± 3.35 (6-25)
	Toplumsal duyarlılık alt boyutu	16.68 ± 2.69 (7-20)
	Bilgelik alt boyutu	16.77 ± 2.73 (4-20)

* X= Ortalama

Çalışmaya katılan öğrencilerin bazı tanıtıcı özelliklerine göre ZÖ ve VZÖ toplam puanları arasındaki ilişki Tablo 3’te verilmiştir. Öğrencilerin sınıfları ve ZÖ toplam puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fark bulunmuştur. Yapılan post-hoc analizinde farkın kaynağına bakıldığında; farkın 1-4., 1-2., ve 1-3. sınıflar arasında olduğu tespit edilmiştir.

Öğrencilerin ebelik mesleğini isteyerek seçme durumları ve ZÖ toplam puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir fark bulunmuştur. Gruplar arasında ebelik bölümünü isteyerek seçmeyen grup lehine istatistiksel açıdan $p < 0,05$ düzeyinde anlamlı bir farklılık saptanmıştır. Öğrencilerin ebelikte meslek etiği dersi alma ve ZÖ toplam puanları arasında ders alanlar lehine istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fark bulunmuştur. Öğrencilerin kültürlerarası ebelikle ilgili bilgi alma durumları ve ZÖ toplam

puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fark bulunmuştur. Gruplar arasında kültürlerarası ebelikle ilgili bilgi alan grup lehine istatistiksel açıdan $p<0,05$ düzeyinde anlamlı bir farklılık saptanmıştır.

Öğrencilerin klinik uygulamalarda en az 1 kez mülteci kadınlara sağlık hizmeti sunma durumları ve ZÖ toplam puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fark bulunmuştur. Gruplar arasında klinik uygulamalarda en az 1 kez mülteci kadınlara sağlık hizmeti sunan grup lehine istatistiksel açıdan $p<0,05$ düzeyinde anlamlı bir farklılık saptanmıştır.

Öğrencilerin mülteci kadınlara sağlık hizmeti sunduğu yer ve ZÖ toplam puanları arasında istatistiksel olarak fark saptanmamıştır. Öğrencilerin mülteci kadınlara sağlık hizmeti sunarken en çok zorlandıkları konu ve ZÖ toplam puanları arasında istatistiksel olarak fark saptanmamıştır. Öğrencilerin VZÖ toplam puanları ve Tablo 3'te verilen tanıtıcı özellikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır (Tablo 3).

Ölçekler arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla yapılan korelasyon analizi sonucunda, ZÖ ile VZÖ toplam puanı arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır ($r=p>0,05$) (Tablo4). ZÖ ile VZÖ alt boyutları arasındaki ilişki Tablo 4'te verilmiştir. Buna göre ZÖ toplam puanı ile VZÖ etik değerler alt boyutu puanı arasında pozitif yönde zayıf ($r=.144$, $p=0.034$), ZÖ toplam puanı ile VZÖ merhamet alt boyutu arasında negatif yönde zayıf ($r=-.191$, $p=0.005$) ilişki saptanmıştır. VZÖ toplam puanı ile ZÖ nefret alt boyutu arasında negatif yönde zayıf düzeyde ilişki bulunmuştur ($r=-.172$, $p=0.011$). ZÖ nefret alt boyutu ile VZÖ etik değerler alt boyutu arasında pozitif yönde zayıf düzeyde ($r=.157$, $p=0.020$), ahlaki duyarlılık ($r=-.164$, $p=0.015$), merhamet ($r=-.285$, $p=0.000$), toplumsal duyarlılık ($r=-.192$, $p=0.004$) ve bilgelik ($r=-.188$, $p=0.005$) alt boyutları arasında negatif yönde zayıf düzeyde bir ilişki saptanmıştır. Ayrıca ZÖ aşığılama alt boyutu ile VZÖ etik değerler alt boyutu arasında pozitif yönde zayıf düzeyde ($r=.201$, $p=0.003$), merhamet alt boyutu arasında negatif yönde zayıf düzeyde ($r=.153$, $p=0.024$) ilişki olduğu görülmüştür (Tablo 4).

Tablo 3. Öğrencilerin bazı tanıtıcı özelliklerine göre Zenofobi Ölçeği ve Vicdani Zekâ Ölçeği toplam puan ortalamalarının karşılaştırılması

Özellikler	ZÖ Toplam Puan	Test Değeri	VZÖ Toplam Puan	Test Değeri
Sınıf				
1. sınıf	42.38±10.93	KW=20.565 p=0.000	126.32±15,71	KW=4.267 p=0.234
2. sınıf	50.26±13.80		120.73±17,87	
3. sınıf	49.56±9.57		124.27±16,43	
4. sınıf	48.22±11.17		128.28±11,44	
Ebelik mesleğini isteyerek seçme				
Evet	46.09±11.83	Z=-2.690 p=0.007	125.42±15,32	Z=-0.040 p=0.968
Hayır	49.41±10.04		125.50±15,83	
Ailede ya da yakın çevrede ebe tanıdık olması				
Evet	46.84±12.06	Z=-0.465 p=0.642	126.97±14,32	Z=-1.313 p=0.189
Hayır	47.00±11.01		124.20±16,20	
Ebelikte meslek etiği dersi alma				
Dersi alan	48.94±10.31	Z=-3.273 p=0.001	126.12±14,43	Z=-0.438 P=0.661
Dersi almayan	44.67±12.31		124.69±16,48	
Kültürlerarası ebelikle ilgili bilgi alma durumu				
Evet	49.07±11.67	Z=-2.654 P=0.008	126.10±15,26	Z=-0.635 P=0.526
Hayır	45.00±10.99		124.86±15,59	
Klinik uygulamalarda en az 1 kez mülteci kadınlara sağlık hizmeti sunma durumu				
Evet	48.32±11.34	Z=-2.190 P=0.028	126.63±14,84	Z=-1.465 P=0.143
Hayır	45.15±11.45		123.94±16,06	
Mülteci kadınlara sağlık hizmeti sunan öğrencilerin sunduğu sağlık hizmetinin yeri*				
Kadın hastalıkları servisi		KW=3.288 P=0.511		KW=3.660 P=0.454
Doğumhane	47.47±10.92		124.16±17,78	
Kadın hastalıkları servisi ve doğumhane	48.29±10.12		129.38±12,73	
Aile sağlığı merkezi	48.19±12.13		125.09±11,26	
Poliklinik	55.33±2.30		128.66±18,55	
	56.33±30.98		131.66±12,74	
Mülteci kadınlara sağlık hizmeti sunarken en çok zorlanılan konu*				
İletişim	48.79±11.16	Z=-1.859	126.51±15,23	Z=-1.055

Kültürel farklılıklar	41.60±11.25	P=0.063	120.60±18,08	P=0.291
-----------------------	-------------	---------	--------------	---------

KW: Kruskal Wallis Testi,U: Mann-Whitney U Testi

Tablo 4. Zenofobi Ölçeği ve Vicdani Zekâ Ölçeği arasındaki korelasyon

		Zenofobi Ölçeği				
			Toplam	Nefret alt boyutu	Korku alt boyutu	Aşağılama alt boyutu
Vicdani Zekâ Ölçeği	Toplam	r_s	-.072	-.172*	.010	-.026
		p	0.289	0.011	0.887	0.697
	Etik değerler alt boyutu	r_s	.144*	.157*	.079	.201**
		p	0.034	0.020	0.247	0.003
	Ahlaki duyarlılık alt boyutu	r_s	-.039	-.164*	.060	-.063
		p	0.563	0.015	0.378	0.352
	Yaratıcıya karşı sorumluluk alt boyutu	r_s	-.055	-.127	.014	-.020
		p	0.421	0.061	0.833	0.771
	Merhamet alt boyutu	r_s	-.191**	-.285**	-.074	-.153*
		p	0.005	0.000	0.279	0.024
Bilinçli farkındalık alt boyutu	r_s	-.019	-.071	.014	.006	
	p	0.777	0.298	0.837	0.932	
Toplumsal duyarlılık alt boyutu	r_s	-.106	-.192**	-.033	-.060	
	p	0.119	0.004	0.627	0.381	
Bilgelik alt boyutu	r_s	-.115	-.188**	-.008	-.120	
	p	0.092	0.005	0.904	0.076	

*p<0,05; **p<0,01; r_s : Spearman korelasyon katsayısı

4. Tartışma

Ebelik öğrencilerinin mültecilere yönelik zenofobik tutumları, vicdani zekâ puanlarına bazı sosyo-demografik etkenlerin etkisi ve ölçek puanları arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi amacıyla yapılan çalışmada; öğrencilerin göçmen korkularının orta düzeyin altında olduğu; nefret, korku ve aşağılama alt boyutlarından alınan puanların ortalamasının altında olduğu belirlenmiştir. Bir sağlık okulundaki öğrencilerin zenofobik tutumlarının ortalamasının altında olmasının gelecekte verilecek hizmet, bakımın kalite ve memnuniyetini artırmaya, daha insancıl, ayırım yapmadan bakım sağlamaya katkı sağlayacağı düşünülmektedir ve bu önemlidir. Sağlık okulu öğrencileri ile yapılmış çalışma bulunmamakta ancak, üniversite öğrencileri ile yapılan bir çalışmada öğrencilerin zenofobi düzeylerinin düşük olduğu belirtilmiştir (Bozdağ, 2020). Literatürde diğer çalışmalarda da üniversite öğrencilerinin zenofobi düzeylerinin düşük olduğu, çalışmamızın sonuçları ile benzer olduğu söylenebilir (Kayitesi ve Mwaba, 2014; Coetzee,2012).

Çalışmamızda sosyo-demografik değişkenlerden mesleğini sevmeden seçenlerin zenofobi puanlarının anlamlı derecede daha yüksek olduğu, bu durumda etik dersi almış olsa dahi göçmenle klinikte karşılaşanlarda da olumsuz etki yaratarak anlamlı derecede diğer öğrencilere oranla daha fazla zenofobik tutum sergiledikleri gözlenmiştir. Bunu nedenlerinden birinin etik duyarlılıkları düşük olan öğrencilerde zenofobik tutumun artması olarak gösterilebilir.

Araştırmamızda öğrencilerin dörtte üçü ebelik mesleğini isteyerek seçmiştir. Bizim çalışmamıza benzer biçimde Dinç ve arkadaşları (2017), yaptıkları çalışmada öğrencilerin dörtte üçünün bölümü isteyerek tercih ettiğini belirlemiştir. Başka bir çalışmada ise ebelik bölümü öğrencilerinin neredeyse yarısının mesleği isteyerek tercih ettiğini belirlemiştirlerdir (Ay ve ark., 2018). Bu çalışmaların aksine bazı araştırmalarda ebelik mesleğinin adaylar tarafından yeterince tanınmadan seçildiğini, meslek seçimini iş bulma ve ekonomik olarak getirisinin daha fazla olması, insana duyulan ilgi, aile ve yakınlarının isteği, okul giriş puanının düşük olması gibi nedenlerle, çoğunluğunun mesleği istemeden seçtiği saptanmıştır (Bilgi Ocakçı, 2011). Çalışma hayatında başarılı olmasının ve doyuma ulaşmasının; adayın mesleğe girerken taşıdığı güdülere bağlı olduğu ve motivasyonun öğrencinin kendisinden gelmesi gerektiği belirtilmektedir. Mesleği severek ya da isteyerek seçmek hizmet verecek gruba yönelik olumlu davranış sergilemede her zaman etkili olmuştur (Tuzcuoğlu, 1994). Bu nedenle bizim çalışmamızda da meslek tercihinin özellikle zenofobik tutumu etkilediği (p<0.05) görülmektedir. Çalışmamızda öğrencilerin ebelik mesleğini isteyerek seçme durumları ile ZÖ toplam puanları arasında istatistiksel düzeyde anlamlı fark bulunmuştur.

Katılımcıların vicdani zekâ puanları, öğrenim gördükleri sınıf, ebelik mesleğini isteyerek seçme, ailede tanıdık ebe olması, ebelik meslek etik dersi alması, kültürlerarası ebelikle ilgili bilgi alma durumları, klinik uygulamalarda en az 1 kez mülteci kadınlara sağlık hizmeti sunma, mesleği isteyerek seçme karşılaştırıldığında aralarında fark olmadığı belirlenmiştir. Genel olarak ebelik öğrencilerinin toplamda 125.44±15.41 puan alarak oldukça yüksek vicdani bir zekaya sahip oldukları; ahlaki değerler, yaratıcıya karşı sorumluluk alt boyutlarında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa rastlanmazken; etik değerler boyutunda orta, merhamet, bilinçli farkındalık, toplumsal duyarlılık, bilgelik alt boyutlarında ise ortanın oldukça üzerinde puana sahip oldukları tespit edilmiştir. Genel olarak ebelik öğrencilerinin kadın cinsiyette olmasının (Şengül ve Bulut, 2020), ebelik eğitimi öğretilerinin

olumlu etkilerinin buna neden olduğu, öğrencilerin daha vicdani zekaya; merhamet, bilinçli farkındalık, toplumsal duyarlılık, bilgelik gibi özelliklere sahip oldukları söylenebilir (Tarhan, 2015). Vicdani zekanın bireyin sorumluluklarının farkında olması ve iç bilinç düzeyi ile ilişkili hareket bileşimleri olarak tanımlandığı dikkate alınır, öğrencilerin vicdanî değerlerden hareket etmekte daha iyi olabilecekleri söylenebilir. Bu yetenekleri ile de öğrenciler daha iyi düzeyde bildiklerini yeni problemlerin çözümünde kullanma, mantıklı akıl yürütme, sosyal ve kültürel çevreye uyum için kararlar alma özelliklerine sahipler denilebilir (Akgündüz, 2001).

Araştırmamızda öğrencileri 3. sınıfa geldiklerinde müfredatları gereği hem meslek etiği derslerini hem de doğum gibi meslek derslerini almakta ve klinik uygulamalara yoğun biçimde çıkmaktadırlar. Öğrencilerin ZÖ toplam puanları ile ebelikte meslek etiği dersi alma ile benzer biçimde üst sınıflarda olmaları, kültürlerarası ebelle ilgili bilgi alma durumları, klinik uygulamalarda en az 1 kez mülteci kadınlara sağlık hizmeti sunma, mesleği isteyerek seçme karşılaştırıldığında, derslerin içeriğinde insan ayrımı yapılmaması ve etik ilkelerle ilgili çok fazla konu işlemlerine rağmen öğrencilerin zenofobik tutum sergiledikleri istatistiksel olarak anlamlı biçimde farklı bulunmuştur. Ebellekte meslek etiği dersi müfredat gereği meslek mensubu bireylere temel meslek etik değerlerinin kazandırıldığı bir derstir. Bu derse rağmen bazı ebellek öğrencilerinde eğitimde kazandırılmaya çalışılan adalet, eşitlik, karışımızdaki insanı bir insan olarak tanımak, onu anlamak ve onun tarafından anlaşılacak gibi değerlerin kazandırılmasının, “yabancı düşmanlığı, vatandaş olmayan gruplara yabancı kökenleri ya da uyrukları temel alınarak olumsuz algı ve uygulamalardan oluşan ayrımcılık” (Crush ve Ramachandran, 2009) tutumunu engelleyemediği görülmektedir. Yine bu durum öğrencilerin yaklaşık üçte birlik kısmının mesleğini isteyerek seçmemesinden etkilenmiş olabilir.

Çalışmaya katılan öğrencilerin mevcut buldukları sınıfları ve ZÖ toplam puanları arasında yine istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fark bulunmuştur. Yapılan post-hoc analizinde farkın kaynağına bakıldığında; 1-4., 1-2., ve 1-3. sınıflar arasında olduğu tespit edilmiştir. Bu fark üçüncü ve dördüncü sınıf öğrencilerindedir mesleki deneyimlerini diğer öğrencilere göre daha fazla olmasına rağmen yabancı uyrukları temel alarak olumsuz algı ve uygulamalardan oluşan ayrımcılık tutumlarının olması düşündürücüdür. Psikolojide kullanılan fobi kelimesi, akla yatkın ve somut bir nedene dayanmaksızın kişinin kaygı düzeyinin yükselmesi anlamına geldiği için, yabancı korkusu yaşanmış herhangi bir deneyime dayanmadan ortaya çıkabilmektedir. Süreci başlatan bu durum sonucunda korkulan şeyden hoşlanmama, tedirginlik, nefret, öfke, tikslenme gibi duygular ortaya çıkmakta ve düşmanca tavır alma düzeyine varabilmektedir (Akgündüz, 2001). Öğrencilerin deneyimli olmasının ZÖ tutumunu azaltmaya etkisinin olmaması bu nedenlerden kaynaklanmış olabilir.

Sengül ve Bulut, (2020) araştırmalarında vicdani zekâ alt toplam puanları ile katılımcıların öğrenim gördükleri sınıf değişkenine göre gruplar arası ve gruplar içi farkı istatistiksel olarak anlamlı bulunmuşlardır. Bir başka araştırmada katılımcıların öğrenim gördükleri sınıf değişkenine göre vicdani zekâ düzeyleri incelendiğinde; ahlaki değerler, yaratıcıya karşı sorumluluk alt boyutlarında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa rastlanmazken; etik değerler, merhamet, bilinçli farkındalık, toplumsal duyarlılık, bilgelik alt boyutlarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir (Turan, 2018). Araştırmamızda bu bulguların aksine vicdani zekâ ölçeğinden alınan puanlar ile sınıf değişkeni arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Korelasyon analizi ile vicdani zeka puanı ve zenofobik tutum arasındaki ilişki değerlendirilmiş ve aralarında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır ($r=p>0.05$).

Vicdani zekanın da öğrencilerin zenofobik tutumlarına etkisinin olmadığı, sadece pozitif yönde bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Vicdani zekâ etik alt boyutuna bakıldığında puan arttıkça etik duyarlılığın azaldığı dolayısı ile öğrencilerin daha fazla zenofobik tutum sergiledikleri ve aralarında zayıf yönde bir ilişki olduğu söylenebilir ($r=.144, p=0.034$). İncinebilir grupta olan mültecilerin karşılaştığı fiziksel zorlukların yanı sıra zenofobik tutum onların daha dezavantajlı hale getirmektedir. Ancak öğrencilerin etik duyarlılığı arttıkça daha az zenofobik tutuma sahip olmaları sevindirici ve önemli bir bulgudur.

Yine ZÖ toplam puanı ile VZÖ merhamet alt boyutu arasında negatif zayıf yönde bir ilişki olduğu, burada merhameti yüksek olan öğrencilerin daha azalan biçimde zenofobik tutum sergiledikleri bu tutumunda sevindirici olduğu söylenebilir. Öğrencilerin VZÖ toplam puanı ve ahlaki duyarlılık, merhamet, toplumsal duyarlılık ve bilgelik alt boyutu ile ZÖ nefret, aşağılama alt boyutu arasında, negatif yönde zayıf düzeyde ilişki bulunmuştur. Nefret duygularının vicdani zeka arttıkça azalıyor olması önemli bir bulgudur, ebellek öğrencilerinin genel VZÖ puanının yüksekliği düşünülünce daha yüksek ahlaki duyarlılık, merhamet, toplumsal duyarlılık ve bilgelik duygularının yabancı düşmanlığı, nefretin azaltacağını söylemek olasıdır. Sağlık çalışanları bireylerin en zor, en özel, en sıkıntılı anlarında yanlarında olan ve onlara sağlık hizmeti sunan meslek grubudur. Dezavantajlı gruba bakım verirken ebellek öğrencilerinin daha duyarlı yaklaşılmasını sağlayacaktır.

Birçok uluslararası kuruluş, merhametin ebellek bakımının merkezinde ve gebelik, doğum ve doğum sonrası dönemlerde kadınlara, bebeklere ve ailelere yetenekli, bilgili ve şefkatli bakım sağlayan bir profesyonel olduğunu belirtmiştir (Ergin ve ark., 2020). Çalışmamızda ZÖ aşağılama alt boyutu ile VZÖ'nin etik değerler, ahlaki duyarlılık alt boyutu arasında pozitif yönde zayıf düzeyde, merhamet alt boyutu arasında ise negatif yönde zayıf düzeyde bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Ebellek öğrencilerini de literatürde belirtildiği gibi profesyonelliğe adım atarken eğitimleri gereği, etik değerler, ahlaki duyarlılıkları ve merhamet arttıkça yabancı düşmanlığı/korkusunun azalmasının görülmesi oldukça önemlidir.

5. Sonuç ve Öneriler

Çalışmada Ebelik öğrencilerinin göçmen korkularının orta düzeyin altında olduğu, vicdani zeka puanlarının oldukça yüksek olduğu, mesleğini sevmeyerek seçenlerde zenofobi puanlarının diğer öğrencilere göre daha yüksek olduğu saptanmıştır. Vicdani zekâ bireyin eylemlerini yerine getirirken bir denetleme mekanizması oluşturarak insan davranışlarını organize eder. Bu duruma sağlık profesyonelleri açısından bakıldığında zaman bireylerin ihtiyaçlarına daha duyarlı yaklaşımlarını sağlar. Özellikle incinebilir gruplara sağlık hizmeti sunarken bu durum daha da ön plana çıkmaktadır.

Mültecilere primer sağlık hizmeti sunan grupta yer alan ebelere öğrencilik dönemlerinden itibaren bu konuda eğitimler verilerek, kültürlerarası ebeklik dersinin yaygınlaştırılarak zenofobik tutumun daha da azaltılması hedeflenebilir. Ebeklik meslek etiği dersinin içeriği düzenlenerek kültürlerarası ebeklik konusunun eklenmesi önerilebilir. Ayrıca bu konuda farklı örneklerde çalışılması önerilir.

Çıkar Çatışması

Yazarlar çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Teşekkür

Araştırmaya katılımlarından dolayı Ebeklik Bölümü öğrencilerine teşekkürlerimizi sunarız. Bu çalışma 5. Uluslararası 6 Ulusal Ebeklik Kongresi'nde sözel bildiri olarak sunulmuştur.

Referanslar

- [1] Akgündüz, A. (2001). Dahinin El Kitabı, Genç Beyin Yayınları, İstanbul, s:13.
- [2] Aktı, Ü., Giderler, C., Duran, C., Behdioğlu, S., & Boz, D. (2017). Vicdani zekâ ölçeği: geçerlilik ve güvenilirlik çalışması. *İslam Medeniyeti Araştırmaları Dergisi*, 2(3), 329-349.
- [3] Ay, F., Keçe, M., İnci, İ., Alkan, N., & Acar G. (2018). Ebeklik öğrencilerinin meslek alguları ve kariyer planlarını etkileyen faktörler. *Balıkesir Sağlık Bilimleri Dergisi*, 7(2), 74-82.
- [4] Bilgin, Z., Ocakçı, A.F. (2011): Ebeklik Öğrencilerinde Mesleki Güdülenme. *Anadolu Hemşirelik ve Sağlık Bilimleri Dergisi*; 14(3):40-46
- [5] Boz, D, Duran, C. ve Narin İ. (2019). Vicdani Zekânın İş Performansı İle İlişkisi: kamuda örnek bir uygulama. Dursun Boz (Ed.), *Vicdani zekâ iş performansı içinde*, s.69-97, Ankara: Gece Akademi.
- [6] Bozdağ, F., & Kocatürk, M. (2017). Zenofobi Ölçeği'nin Geliştirilmesi: Geçerlik Ve Güvenirlik Çalışmaları. *Journal of International Social Research*, 10(52), 615-20
- [7] Bozdağ, F., Üniversite öğrencilerinin zenofobi düzeyleri, INTE, ISTEÇ, IETC, ITICAM & IWSC - 2020 at Faculty of Education, Cyprus International University, Nicosia, TRNC.
- [8] Büyüköztürk, Ş. (2007). Sosyal Bilimler İçin Veri El Kitabı, İstatistik, Araştırma Deseni, SPSS Uygulamaları ve Yorum. Ankara: Pegem yayıncılık.
- [9] Coetzee, E. (2012). Exploring perceptions of xenophobia in a sample of South African employees. *Journal of Psychology in Africa*, 22(4), 609–620. <https://doi.org/10.1080/14330237.2012.10820575>
- [10] Crush, J., Ramachandran, S. (2009). Xenophobia, International Migration and Human Development (rep., 1-104). New York: United Nations Development Programme. Human Development Reports, Research Paper.
- [11] Dinç., A., Cangöl, E., & Söğüt, S. (2017). Ebeklik öğrencilerinin mesleki tercih hakkında düşünceleri. *Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2(2), 15-23.
- [12] Ergin, A., Özcan, M., Aksoy, S. D. (2020). Doğum odasında çalışan ebelerin şefkat düzeyleri. *Hemşirelik Etiği*, 27(3), 887-898.
- [13] Gümüş, Y. Bilgili N. (2015). Göçün Sağlık Üzerindeki Etkileri. *Anadolu Hemşirelik ve Sağlık Bilimleri Dergisi*, 18(1).

- [14] International Labour Office (2001). International migration, racism, discrimination and xenophobia. https://publications.iom.int/system/files/pdf/international_migration_racism.pdf Erişim tarihi 04.05.2021
- [15] İmamoğlu, A. (2010). Vicdan kavramının psiko-sosyal tahlili. *Akademik İncelemeler Dergisi*, 5(1), 127-144.
- [16] Kayitesi, M. & Mwaba, K. (2014). South African university students' life satisfaction and perceptions of African immigrants. *Social Behaviour and Personality*, 42(7), 1127-1132. <https://doi.org/10.2224/sbp.2014.42.7.1127>
- [17] Miller, E., Decker, M. R., Silverman, J. G., & Raj, A. (2007). Migration, sexual exploitation, and women's health: a case report from a community health center. *Violence Against Women*, 13(5), 486-497.
- [18] Suleman, S., Garber, K. D., & Rutkow, L. (2018). Xenophobia as a determinant of health: an integrative review. *Journal of Public Health Policy*, 39(4), 407-423.
- [19] Şengül, H. & Bulut, A. (2020). Bir vakıf üniversitesinin sağlık bilimleri fakültesinde okuyan öğrencilerin vicdani zeka seviyelerinin analizi. *Turkish Studies-Social*, 15(6), 3131-3148. <https://dx.doi.org/10.47356/TurkishStudies.44332>
- [20] Tarhan, N. (2015). *Mesnevi Terapi*, Timaş Yayınları, 11. Baskı, İstanbul.
- [21] Turan, M.B. (2018) Beden eğitimi ve spor yüksekokulu öğrencilerinin vicdani zeka düzeylerinin bazı değişkenlere göre incelenmesi. *Türk Spor Bilimleri Dergisi*, 1(2), 78-88.
- [22] Tuzcuoğlu S. (1994). "Meslek Seçimi ve Önemi". M.Ü. Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi, 6:265-280
- [23] United Nations High Commissioner for Refugees (UNHCR) (2019). The Global Report Forced Displacement In 2019. <https://www.unhcr.org/5ee200e37/> erişim tarihi. 07.05.2021
- [24] United Nations High Commissioner for Refugees (UNHCR) (1967). Convention And Protocol Relating To The Status Of Refugees. <https://www.unhcr.org/3b66c2aa10> erişim tarihi. 07.05.2021
- [25] Urgan, S., Gönüllü Hizmetlerde Vicdanî Zekânın Yaşam Tatmini Ve İş Performansına Etkisi: Eskişehir Akut Örneği, *BMIJ*, (2020), 8(3): 2727-2749, doi: <http://dx.doi.org/10.15295/bmij.v8i3.1543>
- [26] Yakushko, O. (2009). Xenophobia: Understanding the roots and consequences of negative attitudes toward immigrants. *The Counseling Psychologist*, 37(1), 36-66.

Methane, Diesel Fuel, Electrical Energy, CO₂ Emissions and Economical Equivalent from Animal Manure of Tokat, Turkey

Ali Özhan AKYÜZ^{a,1}, Kazım KUMAŞ^a

^{a,1}Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Bucak Emin Gülmez Vocational High School, Burdur, Turkey

ORCID ID: 0000-0001-9746-9873

ORCID ID: 0000-0002-2348-4664

Abstract

The animal husbandry sector is becoming a rapidly developing sector in Turkey and more waste is emerging in animal husbandry enterprises. It is necessary to dispose of these wastes that have a negative environmental impact. In search of new energy sources, it is becoming increasingly important to dispose of organic waste and use it in biogas production as an alternative energy source. Expanding the production of biogas will be very effective both in reducing external dependence on energy and in reducing the carbonG emissions that cause global warming. There are various studies in the literature on biogas potential calculations in Tokat province. In this study, animal species were given in detail, and district-based calculations were made and total biogas production potential was determined for Tokat, Turkey by taking into account different animal types according to 2020 Turkish Statistical Institute (TUIK) data. Different energy equivalent transformations that can be obtained depending on the biogas potential have been studied. The amount of benefits in TL that can be obtained for conversions has been determined. According to the total number of animals, the total amount of waste in the province was determined to be 249596 tons per year. The annual amount of biogas that can be obtained from waste is $49.92 \times 10^6 \text{ m}^3$. It has been determined that this amount can be converted into $1133 \times 10^3 \text{ GJ}$ thermal energy, 234.62 GWh electrical energy, and 32.95×10^6 liters. It has been calculated that 85636252 TL will be used for the conversion of biogas to electrical energy and 215822500 TL will be used for the conversion of diesel fuel.

Keywords: "Manure, Biogas, Methane, Diesel Fuel, Energy"

1. Introduction

Population growth and technological developments in the world increase the need for energy every day. Energy consumption worldwide is estimated to increase by approximately 49% from 2007 to 2035 [1]. Fossil-derived fuels can run out over time. In addition, limited fossil fuel resources make countries dependent on the outside. Too much use of fossil fuels poses significant threats to the future of the world. In addition to increasing greenhouse gas emissions due to fossil fuel use, the release of other pollutants has also increased [2,3]. Alternative energy sources have become very important in recent years because they do not pollute the environment and are environmentally friendly. Extensive research and investments have been made in recent years for the use of alternative energy sources [4,5]. Most developed countries carry out projects and research aimed at improving energy efficiency, sustainability of industrial production, and improving energy savings [6]. Furthermore, European Union member states have set their energy efficiency targets to reduce energy consumption by 2030. As in other countries, extensive investments and research are being carried out to evaluate alternative energy sources that exist in our country [7,8]. Among the targets for 2020, production from renewable energy sources in the world will be around 2.3-3.3 MTEP (million tons of oil equivalent) [9]. It is estimated that biomass energy, an important renewable energy source, can meet approximately 25% of global energy needs [10]. Biogas, which is an alternative energy source, stands out among these sources because it is cheap, environmentally friendly, and easily applicable in rural areas. As in other countries, increasing the energy deficit in Turkey is important for meeting the energy needs of biogas-producing facilities [11]. Biogas energy can be produced from microalgae, food and agricultural waste, animal fertilizers, poultry waste, municipal solid waste, industrial waste, forest waste, and various energy plants. These organic wastes are converted into biogas with 52% CH₄, 45% CO₂, 3% H₂S, O₂, N₂, H₂, and CO in an anaerobic environment by the effect of microbiological flora. CO₂ and other components, except CH₄ in the content of biogas, are removed, methane is purified and heat and electricity production is carried out [12].

Abdeshahian et al. (2016), investigated the biogas potential of Malaysia using waste from farm animals and determined that this energy value was approximately 4.6 billion m³ and that the electrical energy obtained from biogas was 8 270 GWh [13]. Tasova (2017) found that in Tokat, Turkey average annual wet waste and biogas potential values of poultry in 2010-2014 were 6052.60 kg and 472095.60 m³, respectively [14]. Doruk and Bozdeveci (2017) calculated the potential of biogas based on animal wastes occurring in Denizli, Turkey center and districts. According to 2014 data across Denizli, the total number of animals was 4 370 129, and the daily amount of fertilizer consists of 4 578 889 kg per day. The results showed that 70.16 m³ of biogas can be produced

¹ Corresponding Author. Tel: +90-xxxxxxx

E-posta adresi: aakyuz@mehmetakif.edu.tr

from animal wastes in Denizli. The energy equivalent of the annual biogas potential from animal wastes was 46.30 million liters of diesel fuel, and the equivalent of electrical energy was 329 million kWh⁻¹ [15]. Meyer et al (2018) examined the biomass and biogas energy potential of the member states of the European Union. They stressed that more technological developments need to be made to use biomass resources efficiently [16]. Kandemir and Açıklalp (2019) determined the evolution of the number and waste of animals in Bilecik, Turkey between 2011 and 2017. Theoretical biogas from animal fertilizers and the equivalent of electrical energy that can be produced from biogas was found to be the most in 2017 with approximately 280.5 GWh [17]. Can (2020) examined the power generation capacity from municipal solid waste in Turkey. In the study, it was emphasized that the potential for renewable energy generation is high if landfill gases are used in Turkey [18]. Caglayan (2020) calculated the potential amount of waste that will consist of cattle and small animals of 14 provinces belonging to the Eastern Anatolia region of Turkey. In the study, biogas energy that can be produced from these wastes and the number of people who will benefit from this energy were determined. As a result of the study, about 95.4% of the population of the Central District of Ardahan province could meet its energy needs from biogas energy if the necessary facility was established [19]. Gençyılmaz and Seçkin (2020) determined the biogas energy potential of Çankırı, Turkey-based on animal waste. Biochemical methane production potential and its contribution to electricity production were calculated and energy analysis was made by creating a regional map for each district. In addition, electricity and CO₂ emissions from biogas production were calculated [9]. Ay and Kaya (2020) determined the theoretical biogas potential and electrical energy production of Kahramanmaraş, Turkey using five different models. As a result of the models used, it was calculated that the theoretical biogas potential of Kahramanmaraş province is in the range of 37.5 – 137 million m³ [20]. Aslan et al. (2021) determined that the renewable energy resources potential of Adıyaman, Turkey is 251.252 MW/year from solar, wind, hydroelectric energy and 1.330 MW/year from biogas energy potential [21]. Kurnuc et al. (2021) calculated the energy potential of Erzincan, Turkey from animal waste. The results show that approximately 15.5 million m³/year biogas potential can be produced from animal waste in Erzincan [22].

In this study, biogas production potential was determined for Tokat, which has many livestock enterprises. The details of the animal species were also included in the study. The possible use of these wastes in energy production and their contribution to the economy has been calculated. In Turkey, animal manure is generally stored in open areas and creates various environmental problems. Animal wastes can be used as fertilizer on agricultural lands, as well as for heating and cooking in rural areas. The energy obtained from direct combustion is relatively lower than the energy obtained by converting manure to biogas. The use of manure on agricultural lands is also more economical than directly burning it into energy. The reason why biogas facilities are not used sufficiently in rural areas is the lack of technical, economic, and sustainable facilities. In general, biogas plant design should take into account animal and plant waste potentials and geographical locations. Climatic and production conditions must be taken into account. In this study, these conditions were tried to be taken into account. low cost, high efficiency, easy to install, operate and maintain systems should be designed and built. There are various studies in the literature on biogas potential calculations in Tokat province [23-28]. However, in this study, animal species were given in detail, and district-based calculations were made. In addition, data for 2020 were used. Tokat livestock sector plays an important role in Tokat's provincial income. It is quite clear that the use of animal wastes depending on manure management techniques and calculations will make a positive contribution to the province of Tokat, both environmentally and economically. Calculations and estimations made in this study will contribute to sustainable waste management for the province of Tokat. Such calculations are also of great importance in terms of climate change, which is the biggest problem of today.

2. Materials and Method

Tokat is located in the interior of the Central Black Sea region of Turkey. Its area is 9958 km². It is between the latitudes of 39° 51' – 40° 55' north and the longitudes of 35° 27' - 37-39' East. There are 12 districts, including the Central District. 370,446 ha of agricultural land constitute 37% of its area. 30% of agricultural areas are irrigated agriculture. Tokat also has 67.398 agricultural enterprises. Most of the enterprises are in the form of small family enterprises, 44% of which are plant production and 56% of which are animal production. Its economy is based on agriculture, animal husbandry, industry, and trade. Large and small animal breeding is widely carried out. Cattle and buffalo are raised in lowland areas, sheep and goats are raised in mountainous areas. In addition, poultry and beekeeping are carried out, as well as fishing in the lakes. Four important animal products are obtained through dairy cattle, fattening cattle, beekeeping, and trout farming activities. In 2020, 128,326 tons of milk production and 2.6 million eggs were produced by small and cattle farming activities in the province. The share of milk obtained by dairy farming in Turkey is 1.5% [29]. According to statistics Turkey (TUIK) data for 2020, Tokat's total animal presence is 1016988 units. 31% of these animals are dairy cattle, meat cattle, and calves, 44.6% are sheep and goats, 23.9% are egg chickens, turkeys, geese, and ducks, 0.5% are horses, donkeys, and mules. Animal presence by county is given in Table 1 [30].

Table 1. Number of animals

District	Dairy Cattle	Meat Cattle	Calf	Sheep	Goat	Horse Donkey Mule	Egg Chicken	Turkey	Goose Duck
Almus	6715	894	4128	13445	860	254	6700	200	1050
Artova	6810	1685	3797	12183	1012	19	3575	340	835
Başçiftlik	3517	1011	1082	7705	13	32	0	0	0
Erbaa	23461	7180	7898	87779	8102	188	33421	182	1336
Center	45255	5423	15617	78404	28045	2097	42300	865	6050
Niksar	15170	4088	8310	37430	1875	635	11800	280	720
Pazar	8232	1659	4355	12000	1200	25	2300	200	1310
Reşadiye	7010	2366	4254	33096	1898	164	3165	8	318
Sulusaray	6593	1219	3358	7418	1455	82	5200	430	3060
Turhal	32485	11635	11390	48102	18850	426	62250	380	1140
Yeşilyurt	5103	1239	5126	8618	2185	16	18010	165	3525
Zile	24826	5836	16190	27776	14540	527	26000	1000	5500
Total	185177	44235	85505	373956	80035	4465	214721	4050	24844

In this study, the daily waste amounts and characteristics accepted in the livestock sector in Turkey were taken into account. Daily manure quantities depending on the type of animal wet manure formation per unit animal (kg/day-animal), solids ratio, volatile solids ratio, volatile solid contents, are given in Table 2. The formulas used in this study are given in equations (1-4). Symbols and abbreviations used in equations are shown in the nomenclature section [31].

Table 2. Admissions used in the study

Animal type	OAM x 365 (kg/day-animal)	RW (%)	PVS (%)	TVS (%)
Dairy Cattle	43.00	13.95	83.36	65
Meat Cattle	29.00	14.66	84.65	25
Calf	2.48	8.39	44.23	50
Sheep	2.40	27.50	83.63	13
Goat	2.05	31.71	73.06	13
Horse-Donkey-Mule	20.40	29.41	66.67	29
Egg Chicken	0.13	25.88	77.27	99
Turkey	0.38	25.53	75.83	68
Goose-Duck	0.33	28.18	61.28	68

$$TAM = OAM \times AN \quad (1)$$

$$TWM = TAM \times AVM \quad (2)$$

$$SM = TWM \times RW \quad (3)$$

$$TVS = SM \times PVS \quad (4)$$

The amount of biogas production was considered to be about 200 m³ per unit ton of dry fertilizer. The heating value of biogas was taken into account as 22.7 MJ/m³. The amount of heat provided by 1 m³ of biogas is equivalent to 4.7 kWh of electricity and 0.66 diesel fuel [3]. 1m³ biogas has 60% methane content, as well as 1 kWh of electricity savings equivalent to approximately 0.58 kg of CO₂ emissions [32,33]. According to the report of the Turkish Energy Market Regulatory Board dated 18.03.2021, the price of diesel fuel was accepted as 6.55 TL. As of 01.07.2020, the average residential electricity prices to be applied for the third quarter of 2020 were 0.366 TL [34,35]. The population distribution of Tokat province by the district in 2020 is given in Table 3 [36]. A family of five people is known as 0.15 m³ daily use for one hour of lighting, daily cooking needs: 0.35 m³ since it is used for 8 hours of lighting purposes daily, the total daily need is taken as about 3 m³ days [19].

Table 3. Population of Tokat, Turkey

District	Population	District	Population
Center	203395	Almus	23825
Erbaa	98342	Pazar	13209
Turhal	79776	Yeşilyurt	8871
Niksar	61119	Artova	8132
Zile	54368	Sulusaray	7083
Reşadiye	34211	Başçiftlik	5530

3. Results and Discussion

Tokat is one of the important provinces of Turkey in terms of animal husbandry. For this reason, the amount of animal manure is quite high. According to TUIK 2020 data, the amount of manure calculated based on different animal numbers is determined at the district level and given in Figure 1. In the calculation, the coefficients and formulas given in Table 2 were used for animal type. The calculated amount of waste fertilizer was determined to be 249596 tons per year throughout the province. The amount of waste fertilizer calculated according to different types of animals was the largest number of animals in the Central District (59413 tons). This district is followed by Turhal (44441 tons), Zile (33024 tons), and Erbaa (32908 tons) districts. The county where the amount of waste fertilizer is the least is Başçiftlik (4738 tons) district.

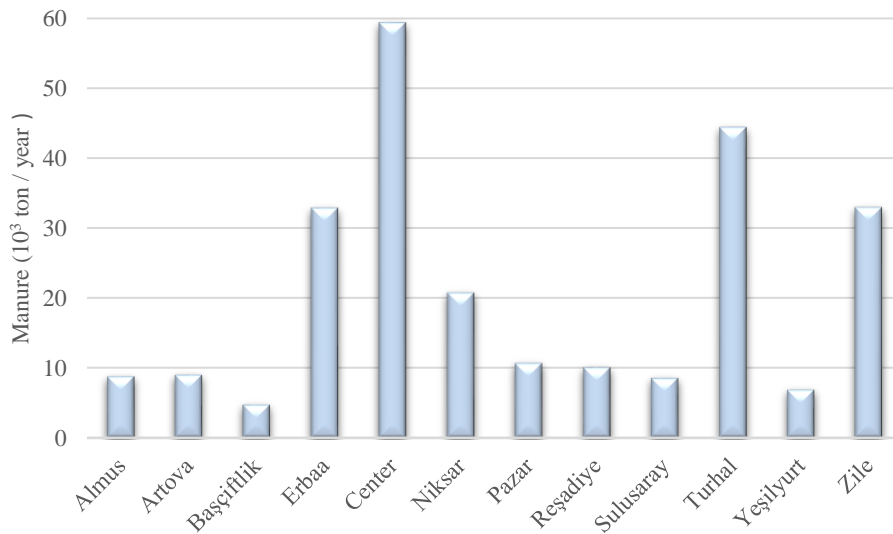


Figure 1. Animal Manure Quantity

Fertilizer formation amounts are potential production and in practice, only a certain part can be collected. The ability to collect animal manure is related to the time when animals are indoors and the ability to accumulate waste that occurs indoors. In Turkey, the amount of useful fertilizer that can be collected from animal manure has been defined as technical biogas potential. Depending on the type of animal, different coefficients are used in the literature with the duration of the animals' stay in a closed environment. In this study, the coefficients and formulas in Table 2 were used in the calculation of the biogas potential. The theoretically calculated amount of biogas in Tokat province is $49.92 \times 10^6 \text{ m}^3$ for 2020. According to the proportional distribution of this amount by district, 23.8% of the Center is accounted for, depending on the amount of waste. The district with the least proportion is Başçiftlik with 1.9%. Center is followed by Turhal with 17.8%, Zile with 13.2%, and Erbaa with 13.1% respectively.

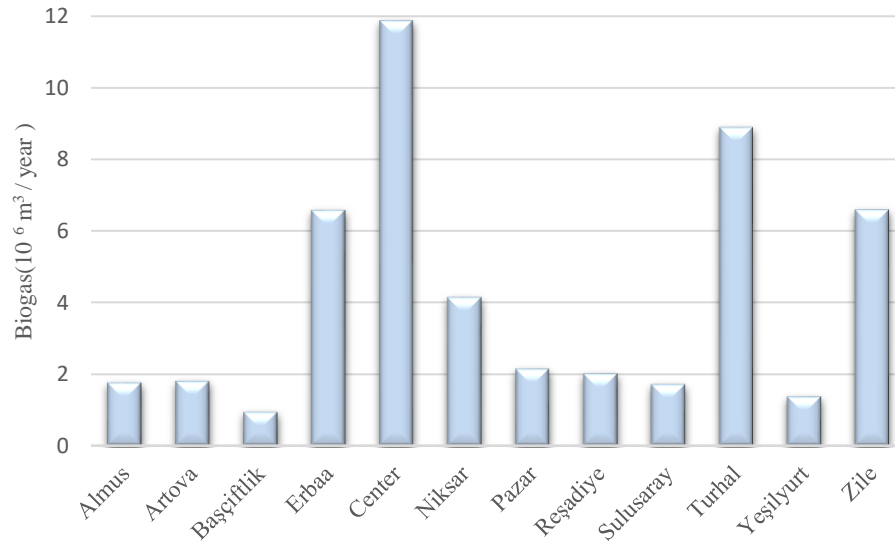


Figure 2. Biogas Amount

The degree of purity of the biogas produced is determined by the methane content. In a general approach, the gas produced by a biogas plant must have a methane content of at least 60% to run smoothly. Figure 3 shows that $29.95 \times 10^6 \text{ m}^3$ of methane gas can be produced from a total annual amount of $49.92 \times 10^6 \text{ m}^3$ of biogas. According to the distribution of methane gas by animal type, it consists of 94.4% (dairy cattle, meat cattle, and calves), 4.6% (sheep and goats), 0.02% (egg chicken, turkey, goose, and duck), 0.08% (horse, donkey, and mule). The Center district with $7.13 \times 10^6 \text{ m}^3$ has the most methane production, while the Başçiftlik has the least methane production with $0.57 \times 10^6 \text{ m}^3$.

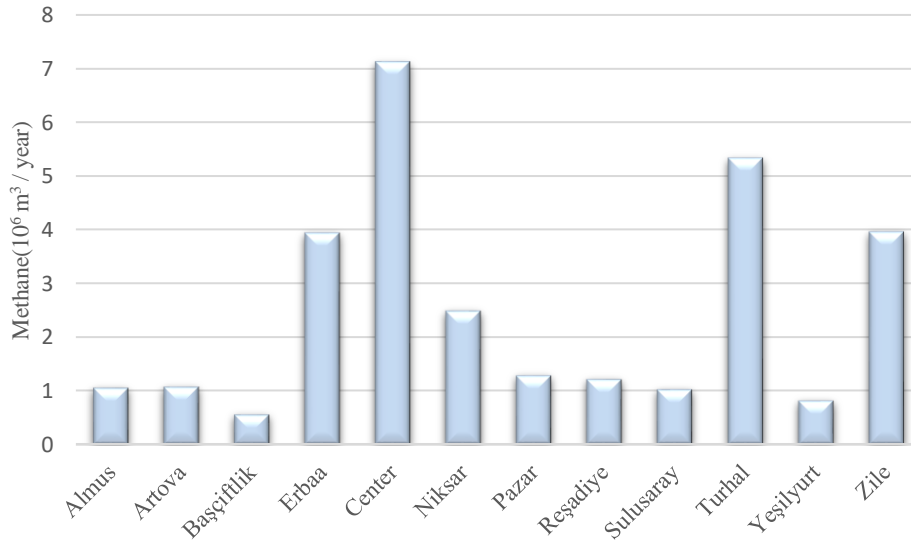


Figure 3. Amount of Methane

The equivalent value of heat energy that can be obtained depending on the amount of biogas in Tokat is given in Figure 4. Accordingly, $1133 \times 10^3 \text{ GJ}$ thermal energy can be obtained from the total annual amount of biogas. Accordingly, when the thermal energy equivalent is examined based on districts, the energy potential is greater in the districts where the amount of biogas is greater, and in the districts where the amount of biogas is less. The districts where heat energy is the least of the districts are; Center, Turhal, Zile, Erbaa, Niksar, Pazar, Reşadiye, Artova, Almus, Sulusaray, Yeşilyurt and Başçiftlik respectively.

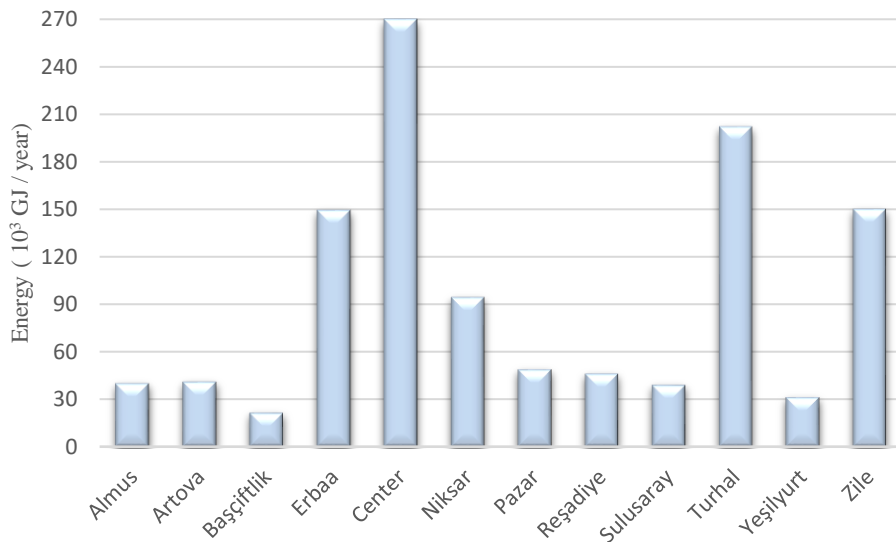


Figure 4. Energy Values

The equivalent value of electrical energy that can be obtained from biogas in Tokat is given in Figure 5. Accordingly, 234.62 GWh of electricity will be generated from biogas from 49.92×10^6 m³, which can be produced annually. It is clear that this potential is directly proportional to the amount of biogas production. 55.85 GWh of electrical energy is obtained from 11.88×10^6 m³ of biogas in Center, where biogas is the most abundant, while 4.45 GWh of electrical energy can be produced from 0.95×10^6 m³ of biogas in Başçiftlik. Turhal, Zile, and Erbaa followed Center where the most electrical energy can be produced, respectively. According to Tokat's 2019 TUIK data, electricity consumption per capita was 1348 kWh, and total electricity consumption was 825.98 GWh. The population of Tokat as of 2020 was 597861 people. If electricity consumption per capita in 2020 was similar to 2019, the electricity needs of 29% of the total population can be met. In addition, if biogas is converted to electrical energy, 85636300 TL will be useful. It means that approximately 136079 tons of CO₂ per year can be prevented by obtaining biogas from animal waste.

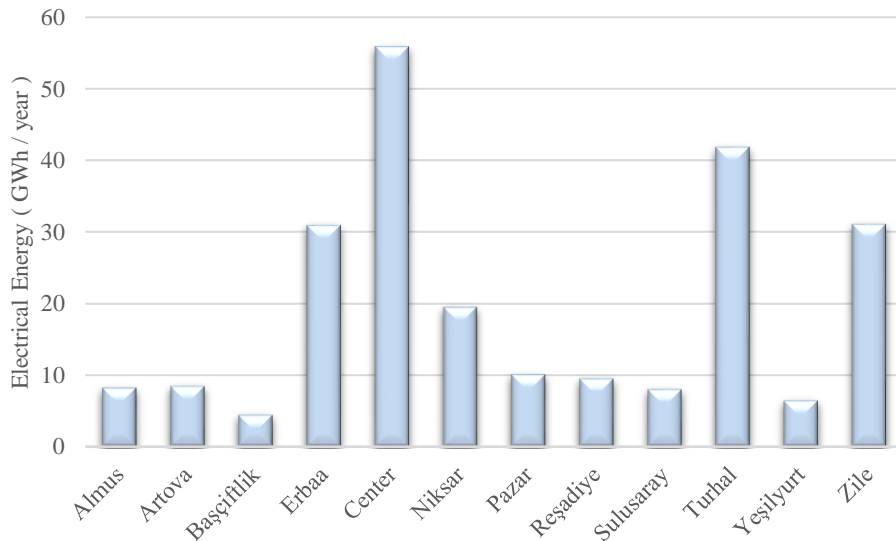


Figure 5. Electrical Energy Equivalent

The equivalent value of diesel fuel that can be obtained from biogas in Tokat is given in Figure 6. Accordingly, 32.95×10^6 liters of diesel fuel can be produced from biogas from 49.92×10^6 m³, which can be produced annually, while the most diesel fuel production occurs in the central district, followed by Turhal, Zile, and Erbaa respectively. The least diesel fuel production was in Başçiftlik district, where the amount of biogas was the least. In the case of converting biogas to fuel approximately 215822500 TL of benefit will be provided.

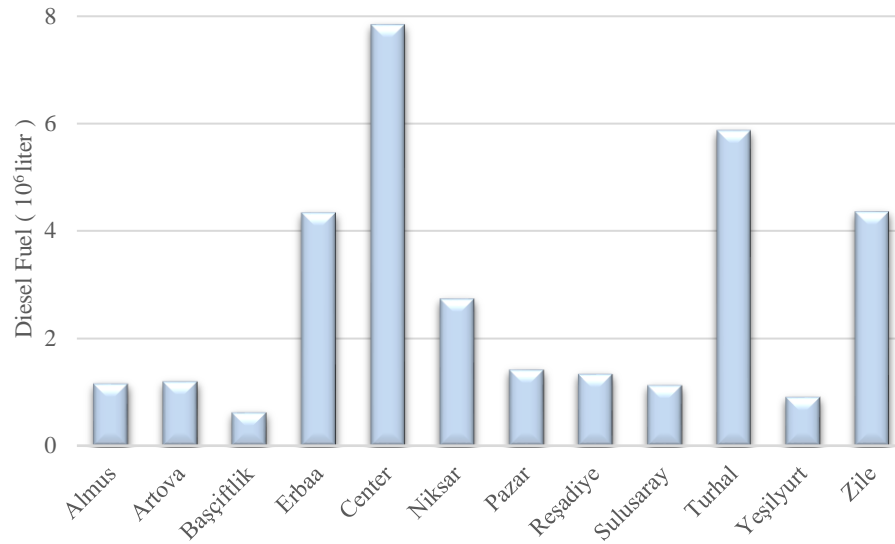


Figure 6. Diesel Fuel Equivalent

According to 2020 data, Tokat has a population of 597861 people. The number of people who can benefit from biogas production according to the district population and the benefit values that can be achieved by converting biogas to electricity and fuel energy is seen in Table 4. A total of $49.92 \times 10^6 \text{ m}^3$ biogas can be obtained annually in the study. 45586 people will be able to benefit from this amount of biogas. This represents approximately 8% of the total population. By evaluating Tokat's biogas production potential of animal wastes, it will be possible to provide an annual benefit of 85636252 TL from electricity sources. In addition, depending on the amount of biogas production, its benefits in diesel equivalent and TL were calculated. Accordingly, the benefit that will be provided when the diesel equivalent value is accepted will be 215800362 TL.

Table 4. Benefits from biogas production

District	Biogas Benefits			Benefit from Electricity		Benefit from Diesel Fuel	
	Biogas Amount ($10^6 \text{ m}^3/\text{year}$)	Population	References Number of People	Production (kWh/year)	TL	Amount (lt)	TL
Almus	1.77	23825	1612	8298860	3029084	1165372	7633185
Artova	1.81	8132	1656	8523149	3110949	1196868	7839484
Başçiftlik	0.95	5530	865	4453859	1625659	625436	4096603
Erbaa	6.60	98342	6010	30933648	11290782	4343874	28452375
Center	11.89	203395	10851	55848644	20384755	7842576	51368870
Niksar	4.16	61119	3797	19540766	7132380	2744023	17973348
Pazar	2.15	13209	1965	10114222	3691691	1420295	9302932
Reşadiye	2.03	34211	1854	9539442	3481896	1339581	8774257
Sulusaray	1.72	7083	1570	8079452	2948999	1134561	7431376
Turhal	8.89	79776	8117	41775258	15247969	5866313	38424349
Yeşilyurt	1.38	8871	1257	6469993	2361547	908552	5951017
Zile	6.61	54368	6032	31042577	11330541	4359170	28552566

4. Conclusion

Many studies have been conducted to assess the potential for biogas production in Turkey on a regional or urban basis. These studies, it is aimed to determine the energy potential of various biogas sources. The biogas potential of Tokat province, one of the cities of its economy based on agriculture and animal husbandry, according to the number of animals and its conversion to other energy sources equivalent to this potential, were evaluated. As in similar studies in the literature, animal numbers were obtained from TUIK.

The total number of cattle (dairy cattle, meat cattle, and calves) in Tokat is 314917, the number of small animals (sheep and goats) is 453991, the number of animals with nails (horses, donkeys, and mules) is 4465 and the number of poultry is 243615. According to the theoretical calculation obtained in the study, the total amount of waste in Tokat was determined as 249596 tons/year. According to these waste amounts, the total biogas potential of Tokat was calculated as $49919121 \text{ m}^3/\text{year}$. The total annual electricity generation potential that can be generated from biogas is 214619871 kWh. In addition, $1133 \times 10^3 \text{ GJ}/\text{year}$ heat energy production can be achieved in the province by benefiting from the same source biogas production potential.

Considering the biogas potential of Tokat province, which has a total annual electricity generation potential of 234619871 kWh, the energy to be produced will be able to meet the electricity needs of approximately 43500 households, considering a household of 4 people. In addition, 136079 tons of CO₂ emissions can be prevented by converting biogas to electricity. By evaluating the waste in Tokat province, it is seen that an annual benefit of 85636252 TL will be provided from electricity sources. The benefit to be provided when the diesel equivalent value is accepted will be 215800362 TL.

With the development of technology, the increase in the number of agricultural vehicles powered by biogas will reduce the dependence on diesel, which is the highest expenditure of the farmer. With the reduction of dependence on diesel, each farmer will be able to make his fuel and use it in agricultural production. The establishment of biogas facilities will not only develop an environmentally friendly system but will also play a key role in the development of our country's agriculture.

Nomenclature

OAM: Amount of manure an animal can produce in a year (kg/year-animal)
 AN: Animal number
 TWAM: Total amount of wet manure that can be produced by animals in one year (kg/year)
 TAM; Total amount of manure that can be produced by animals in one year (kg/year)
 AVM: Available manure ratio
 SM is the total amount of solids in the annually collected manure (kg/year),
 RW is the ratio of solids in the wet manure (%).
 TVS: The total amount of volatile solids per year in wet manure (kg/year),
 PVS: The proportion of volatile solids in the number of solids

References

- [1] Cheah, W. Y., Ling, T. C., Show, J.C., Juan, J.C., Chang, J. S., and Lee, D. J. (2016). Cultivation in wastewaters for energy: A microalgae platform. *Applied Energy*, 178, 609-625. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.07.015>.
- [2] Kligerman, D. C., & Bouwer, E.J. (2015). Prospects for biodiesel production from algae-based wastewater treatment in Brazil: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 52, 1834–1846. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.08.030>.
- [3] Seyitoğlu, S. S., & Avcioğlu, E. (2021). An Investigation for the Potential of Biogas to be Produced from Animal Waste in Corum. *Gazi University Journal of Science PART C: Design and Technology*, 9(2), 246-261. <https://doi.org/10.29109/gujsc.889846>.
- [4] Choi, W., Yoo, E., Seol, E., Kim, M., and Song, H. H. (2020). Greenhouse gas emissions of conventional and alternative vehicles: Predictions based on energy policy analysis in South Korea, *Applied Energy*, 265, 1, 114754, 1-17. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.114754>.
- [5] Stagnaro, C., Amenta, C., Di Croce, G., and Lavecchia, L. (2020). Managing the liberalization of Italy's retail electricity market: A policy proposal. *Energy Policy*, 137, 111150, 1-6. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.111150>.
- [6] Safarzadeh, S., Rasti-Barzoki, M., and Hejazi, S.R. (2020). A review of optimal energy policy instruments on industrial energy efficiency programs, rebound effects, and government policies. *Energy Policy*, 139, 111342, 1-25. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111342>.
- [7] Austvik, O.G., & Rzayeva, G. (2017). Turkey in the geopolitics of energy. *Energy Policy*, 107, 539-547. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.05.008>.
- [8] Kulińska, E., & Gruszka, M. D. (2019) Green cities- problems and solutions in Turkey. *Transportation Research Procedia*, 39, 242-251. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2019.06.026>.
- [9] Gençyılmaz, O., & Seçkin, G. (2020). Determination of Animal Source Biogas Potential of Çankırı Province. *International Journal of Life Sciences and Biotechnology*, 3(3), 325-341. <https://doi.org/10.38001/ijlsb.756288>.
- [10] Rawat, I., Ranjith Kumar, R., Mutanda, T., and Bux, F. (2011). Dual role of microalgae: Phycoremediation of domestic wastewater and biomass production for sustainable biofuels production. *Applied Energy*, 88(10), 3411-3424. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2010.11.025>.
- [11] Kumaş, K., Temiz, D., Akyüz, A. Ö., and Güngör, A. (2019). Biomass to Energy: The Potential of Biogas in Turkey and World, *Mesleki Bilimler Dergisi*, 8 (2), 64-69. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/mbd/issue/50202/568785>.

- [12] Zabed, H.M., Akter, S., Yun, J., Zhang, G., Zhang, Y., and Qi, X. (2020) Biogas from microalgae: Technologies, challenges and opportunities. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 117, 109503,1-21. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109503>.
- [13] Abdeslahian, P., Lim, J. S., Ho, W. S., Hashim, H., and Lee, C.T. (2016). Potential of biogas production from farm animal waste in Malaysia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 60, 714–723. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.01.117>.
- [14] Taşova, M. (2017). Determination of Biogas Production Potential of Poultry Wastes: Tokat Province Example. *Kafkas University Institute of Natural and Applied Science Journal*, 10(2), 296-303. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/kujs/issue/33872/344577>.
- [15] Doruk, İ., & Bozdeveci, A. (2017). Determination of animal resource wastes from Biogas Potential in Rural Areas of Denizli. *Iğdır University Journal of the Institute of Science and Technology*, 7(3),181-186. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/jist/issue/34626/389934>.
- [16] Meyer, A.K.P., Ehimen, E.A., and Holm-Nielsen, J. B. (2018). Future European biogas: Animal manure, straw and grass potentials for a sustainable European biogas production. *Biomass and Bioenergy*, 111, 154–164. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2017.05.013>.
- [17] Kandemir, S.Y., & Açıklalp, E. (2019) Investigation of Biogas Potential of Animal Wastes in Bilecik. *BSEU Journal of Science*, 6 (1),104-108. <https://doi.org/10.35193/bseufbd.567938>
- [18] Can, A. (2020). The statistical modeling of potential biogas production capacity from solid waste disposal sites in Turkey. *Journal of Cleaner Production*, 243, 118501,1-13. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.11850>.
- [19] Çağlayan, G. H. (2020). Investigation of Biogas Potential of Cattle and Sheep Waste in Eastern Anatolia Region. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 7(3), 672–681. <https://doi.org/10.30910/turkjans.699879>.
- [20] Ay, Ö. F., & Kaya, A. (2020). Determination of Biogas Potential of Kahramanmaraş Province Using Different Models. *Journal of Agricultural Faculty of Bursa Uludag University*, 34(2), 351-364. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/bursauludagziraat/issue/57889/723957>.
- [21] Aslan, M., Ulum, T., and Türkmenler, H. (2021). An Evaluation on Determination of Renewable Energy Potential of Adıyaman Province. *Fırat Üniversitesi Müh. Bil. Dergisi*, 33(1), 263-274. <https://doi.org/10.35234/fumbd.791647>.
- [22] Kurnuç Seyhan, A., & Badem, A. (2021). Biogas plant scenarios for evaluating biogas potential from animal waste of Erzincan province Gümüşhane University Journal of Science and Technology Institute, 11 (1): 245-256. <https://doi.org/10.17714/gumusfenbil.743724>.
- [23] Kizilaslan, H., & Onurlubas, H. E. (2010). Potential of production of biogas from animal origin waste in Turkey (Tokat Provincial Example). *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 9(6), 1083-1087. <https://doi.org/10.3923/javaa.2010.1083.1087>
- [24] Karaman, S., Avan, H., and Gökalp, Z., (2015). Livestock Waste-Based Biogas Energy Potential of Tokat Province and Possible Implementations. *2nd International Conference on Sustainable Agriculture and Environment* (pp.1-7). Konya, Turkey
- [25] Avan, H., & Karaman, S. (2016). Assessment of Biogas Production Potential of Livestock Wastes in Tokat Province by Geographic Information Systems (GIS) Technologies, *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpasa University*, 33 (1), 25-32. <http://dx.doi.org/10.13002/jafag903>
- [26] Karaman, S., Avan, H., and Gökalp, Z. (2016). Tokat İlinin Hayvansal Atık Kaynaklı Biyogaz Enerjisi Potansiyeli ve Uygulanabilirliği. *Bahri Dağdaş Hayvancılık Araştırma Dergisi*, 4(2), 11-19. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/bdhad/issue/35005/388362>
- [27] Dilmaç, M., Özgüven, F.E., and Özgüven, M. M. (2015). Determination of Biogas and Electricity Generation Capacity in Tokat Domestic Wastewater Treatment Plant. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpasa University*, 33 (2), 28-33. <http://dx.doi.org/10.13002/jafag941>
- [28] Bayrak Işık, E.H., & Polat, F. (2018). The Biogas Potential That Can Be Obtained From The Animal Wastes of Tokat Province, *Gaziosmanpasa Journal of Scientific Research*,7(3), 93-100. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/gbad/issue/39083/402091>
- [29] Anonim2021a. <https://tokat.csb.gov.tr/cografi-yapi-i-1211>. (Accessed date: 25.06.2021).

[30] Türkiye İstatistik Kurumu, Hayvan İstatistik Raporu <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=101&locale=tr> (Accessed date: 25.06.2021).

[31] Ekinci, K., Kulcu, R., Kaya, D., Yıldız, O., Ertekin, C., and Ozturk, H.H. (2010). The Prospective of Potential Biogas Plants that can Utilize Animal Manure in Turkey. *Energy Exploration & Exploitation*, 28(3), 187-205. <https://doi.org/10.1260/0144-5987.28.3.187>.

[32] Yağlı H., & Koç, Y. (2019). Determination of Biogas Production Potential from Animal Manure: A Case Calculation for Adana Province. *Çukurova University Journal of the Faculty of Engineering and Architecture*, 34(3), 35-48. <https://doi.org/10.21605/cukurovaummfd.637603>.

[33] Kumaş, K., & Akyüz, A. (2021). Biogas Potential, CO₂ Emission and Electrical Energy Equivalent from Animal Waste in Burdur, Turkey. *Academia Journal of Nature and Human Sciences*, 7(1), 52-62. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/adibd/issue/60270/912682>

[34] Anonim 2021b. <https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/3-0-158/akaryak%C4%B1tfiyat> (Accessed date: 25.06.2021)

[35] Anonim 2021c. <https://www.enerjiportali.com/elektrik-fiyatlari-8/>

[36] Türkiye İstatistik Kurumu Nüfus ve Demografi <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=nufus-ve-demografi-109&dil=1> (Accessed date: 25.06.2021)

Design of Electrical Test Device for Automotive Industry

Kadir Vardar^{a,1}, Fırat Aydemir^b, Durmuş Özdemir^b, Mustafa Topuz^c, Burakcan Kolay^b, Yusuf Yıldırım^b, Zehra Bilici^b, Mustafa U. Baydoğrul^b, Yunus E. Yağan^a, Bünyamin Kaya^d, Ali Tandoğan^d, Ethem Yiğit Güner^d

^aKütahya Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Elektronik Müh. Bölümü, Kütahya, 43100, Türkiye

^bKütahya Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Müh. Bölümü, Kütahya, 43100, Türkiye

^cTavşanlı Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi, Elektrik-Elektronik Teknolojisi Bölümü, Kütahya, Türkiye

^dNURSAN Kablo Donanımları AŞ, Tavşanlı OSB, Kütahya, Türkiye

ORCID ID: 0000-0002-0197-0215

ORCID ID: 0000-0002-8965-1429

ORCID ID: 0000-0002-9543-4076

ORCID ID: 0000-0002-1118-0612

ORCID ID: 0000-0002-5338-1279

ORCID ID: 0000-0002-1067-4653

ORCID ID: 0000-0002-5417-428X

ORCID ID: 0000-0002-8001-9179

ORCID ID: 0000-0002-1523-0306

ORCID ID: 0000-0002-9907-2826

ORCID ID: 0000-0002-7269-7535

ORCID ID: 0000-0002-2734-9611

Abstract

In this study, a test device has been developed that can be used to test various vehicle cables and cable harnesses in the automotive sector. The test device can make basic measurements such as conductivity, short circuit, voltage, resistance, capacity, and specific measurements such as diodes and active relays among the number of test points varying between 128-1024. It performs the programmed tests step by step by processing the Test Source Code (*.tkk) files prepared with the designed Interface Program, loaded from the SD memory card in the device. The tester system consists of a selection of test source codes to be run and a general-purpose USB barcode reader, a general-purpose barcode printer, external LED units, an Optional External Unit (OHB) that offer a larger screen and various features if desired, and monitor. The OHB unit can be a Raspberry PI based mini-computer that can be mounted inside or outside the device, or any Windows based computer or Industrial computer can be used if desired. The test device realized has been operated stably with all its functions and has been successfully tested.

Keywords: "Functional Testing, Capacitor Measurement, STM32, Harness Tester"

1. Giriş

Ticari ve askeri amaçlı kullanılan her türlü kara, hava ve deniz taşıtının seri üretiminde, araç içi kablo ve kablo ağının müşteri ihtiyacına göre imalatı önemli aşamalardan birini oluşturmaktadır [1]. Kablo ve kablo donanımları ile araç içindeki birimlere elektrik iletimi sağlanmakta ve çeşitli elektronik ve kontrol devrelerinin veri alma, gönderme ve haberleşme fonksiyonları yürütülmektedir [2]. Kablo ve kablo donanımlarında oluşabilecek her türlü kusur, büyük aksaklıklara neden olabilmektedir. Üretimden kaynaklanacak olası hataların gözden kaçırılması, aracın diğer sistemlerinin üretiminde ve entegrasyonunda iş gücü ve zaman kayıplarına neden olacaktır. Kablo donanımlarındaki olası hataların tespiti amacıyla üretim tesislerinde her araç tipi için farklı test pano ve düzenekleri kullanılmaktadır. Bu düzenekler ile bağlanılan kablo ağlarının bir test cihazı sistemi ile doğruluğu kontrol edilmektedir [3]. Şekil 1'de araçlarda kullanılan örnek kablo ağının görüntüsü verilmiştir.

¹ Sorumlu Yazar. Tel.: +0-274-443-4213.

E-posta adresi: kadir.vardar@dpu.edu.tr



Şekil 1. Kablo Ağı (Kablo Demeti)

Günümüz otomotiv sektöründe kablo yönlendirme, kablo yerleştirme, kablo bağı ve yapışkan bant ile demetleme ve kablo test aşamaları tam otonom robotik süreçlerle işletilmesi mümkün olmayan iş süreçleri içinde yer almaktadır [4]. Bu nedenle montaj hattındaki adımların pek çoğu operatörler yardımı ile manuel olarak yürütülmektedir.

Bu çalışma kapsamında, otomotiv sektöründeki kablo ağları başta olmak üzere, baskı devre (PCB) ve elektronik kart üretimlerinde doğrulama testlerinde kullanılacak bir test cihazı ve bununla bağlantılı olarak çeşitli elektronik donanım ve yazılım bileşenleri içeren bir test sistemi geliştirilmiştir. Bu test sistemi ile iletkenlik, direnç, kapasite, diyot, gerilim, aktif ve pasif röle ölçümleri yapılabilmektedir. Piyasada farklı markaların test ürünleri bulunmasına rağmen, literatürde bu alanda az sayıda çalışma sunulmuştur [5-9].

Tasarlanan test cihazı içerisinde; anakart, giriş/çıkış test noktalarını içeren G/Ç kartları ve kullanıcı ile etkileşimi sağlayan donanımlar içeren görüntüleme kartı olarak 3 temel devre bulunmaktadır. Anakart ve G/Ç kartları, STM32 serisi ARM tabanlı mikrodenetleyiciler kullanılarak geliştirilmiştir. Anakartın üzerinde direnç, gerilim ve kapasite ölçümlerini gerçekleştirmek için çeşitli ölçüm devreleri konumlandırılmıştır. Bu ölçüm devreleri, test cihazının çıkış pinlerine, analog anahtarlar üzerinden bağlanarak ölçümler gerçekleştirilir. Her bir G/Ç kartı 128 test pini içermektedir. Ve ihtiyaca göre test cihazı içerisine en fazla 8 adette kadar G/Ç kartı eklenerek, 128-1024 arası ölçüm noktası içeren bir cihaz oluşturulabilmektedir.

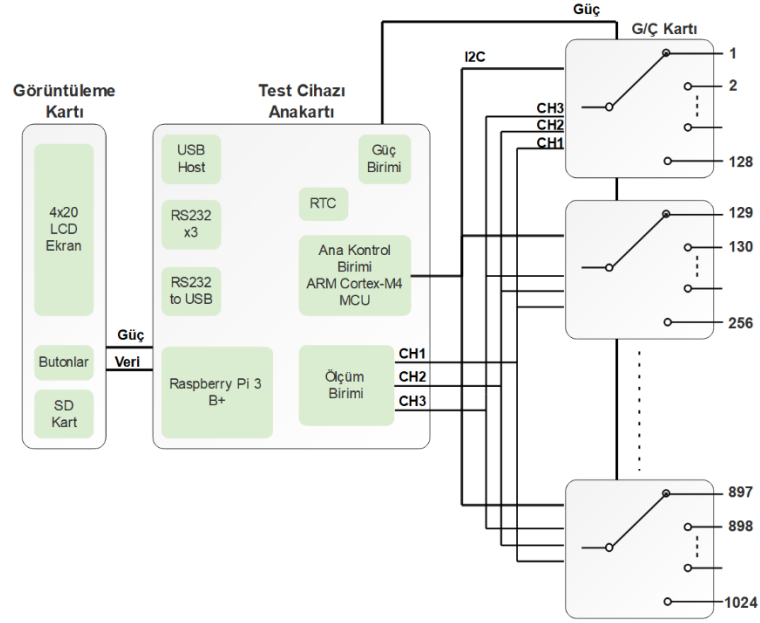
Test sisteminin önemli bir parçası da test kaynak kodlarının hazırlandığı bir kullanıcı arayüz yazılımıdır. Arayüz yazılımı, MVC (Model View Controller) yazılım mimarisi tabanlı Visual Studio .Net platformunda C# programlama dili kullanılarak geliştirilmiştir. Test cihazında işlenecek test prosedürlerinin girilmesi, bu testlerde kullanılacak olan parametrelerin belirlenmesi ve test cihazına aktarılacak bir formata dönüştürülmesi işlemleri kullanıcı arayüz yazılımı vasıtasıyla gerçekleştirilmektedir.

Gerçekleştirilen bu çalışmada, cihaza ait donanımsal bileşenler ve işlevleri ikinci bölümde sunulmuştur. Üçüncü bölümde, cihazın işlediği test komutlarını üreten (*.tkk dosyasını) kullanıcı arayüz yazılımı ve opsiyonel harici birime ait yazılımsal tasarım çalışmalarına yer verilmiştir. Sonrasında, tasarlanan prototip test cihazı için hedeflenen tasarım kriterlerinin sağlanıp sağlanmadığı ve performans testlerinden bahsedilmektedir.

2. Test Cihazı Donanımsal Bileşenleri

Tasarlanan cihaz, temel olarak içerisindeki ölçüm devrelerinin giriş-çıkışlarını, analog anahtarlar kullanarak, yapısında bulunan 1024'e kadar genişletilebilen G/Ç pinlerine bağlar ve böylelikle pinlere bağlı olan araç kablo donanımlarını ya da baskı devreleri üzerinde çeşitli ölçümleri gerçekleştirmektedir. Bu amaçla, test cihazı bünyesinde anakart, görüntüleme kartı ve G/Ç kartı olarak adlandırılan devreler bulunmaktadır.

Test cihazının yürüteceği program kodu, bilgisayarda kurulu olan bir arayüz yazılımı ile hazırlanmaktadır. Bu arayüz programı kullanılarak test işlemleri tanımlanmakta ve test kaynak kodu (tkk) olarak adlandırılan bir dosya üretilmektedir. Üretilen bu kaynak kodlar, SD kart ile cihaza yüklenerek işletilmektedir. Cihazda işlenecek tkk dosyaları, el ile ya da cihaza USB portu üzerinden bağlanan bir barkod okuyucu ile seçilip, çalıştırılmaktadır. Test sonunda istenildiğinde RS-232 portu üzerinden cihaza bağlanan bir barkod yazıcısıyla test ve ürüne ait bilgiler basılabilmektedir.



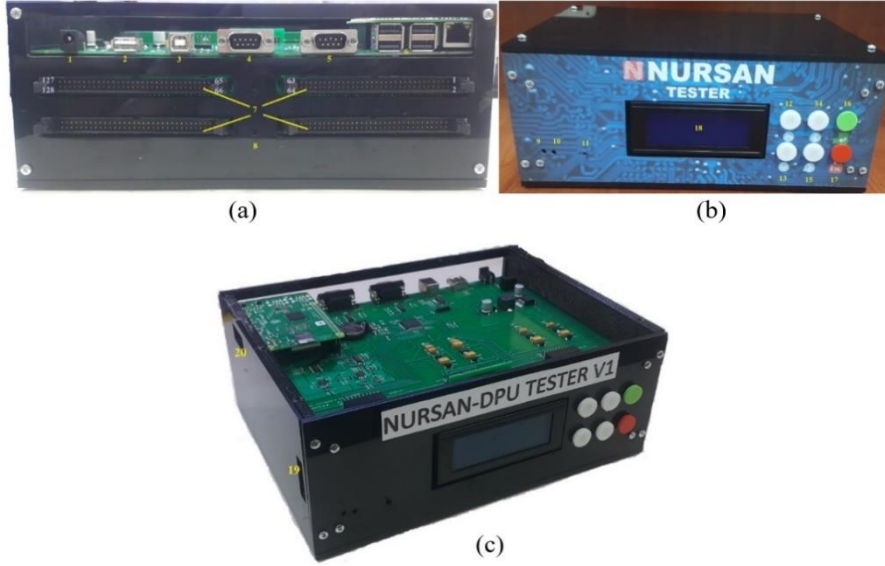
Şekil 2. Test cihazı blok diyagramı

Bunun dışında, test sonuçlarının anlık olarak büyük bir ekranda görüntülenebilmesi için, bir OHB birimi bulunmaktadır. Bu birimin tasarımında, Raspberry Pi içeren mini bilgisayar kullanılmıştır ve istenildiğinde cihaz anakartına monte edilebilmekte ya da ayrı olarak çalıştırılmaktadır. Tasarlanan test sisteminin bileşenleri blok diyagram olarak Şekil 2’de ve genel görünümü Şekil 3’te görülebilmektedir.



Şekil 3. Tasarlanan Test Sistemi ve Ekipmanları

Test cihazının bileşenleri olan; anakart, G/Ç kartları ve görüntüleme kartı bir kutu içerisine Şekil 4’de verildiği gibi yerleştirilmiştir. OHB birimi anakartın üzerine monte edilmiştir. Şekil 4.a’da cihazın arka kısmından görünüşü verilmiştir. En üste anakart konumlandırılmıştır ve üzerinde besleme girişi, USB ve RS-232 iletişim portları ve Raspberry Pi çıkış portları gibi dış ortama açılan bağlantı soketleri bulunmaktadır. Bunun dışında görseldeki test cihazında, 2 adet G/Ç kartı kullanılmış ve toplamda 256 noktadan ölçüm yapabilen bir cihaz yapısı elde edilmiştir. Şekil 4.b ve c ile cihazın ön görünüşü verilmiştir. Burada, görüntüleme kartına ait SD kart girişi, LCD ekran, butonlar ve Raspberry Pi ait HDMI çıkışı bulunmaktadır. Bu devrelerin yapı ve işlevleri aşağıda sunulmuştur.



Şekil 4. Test cihazının bağlantı noktaları a) arka, b) ön ve c) sol yan.

2.1. Anakart Tasarımı

Cihazın temel işlevlerini gerçekleştiren karttır. 3 adet RS-232, 1 adet RS-232/USB, 1 adet USB Host portu üzerinden çeşitli birimler ile iletişim sağlamaktadır. Bunun dışında, anakart üzerinde ölçüm ve kademe ayarlamaları için anahtarlama devreleri bulunmaktadır. Cihazın tüm besleme hattı, anakart üzerinden diğer kartlara dağıtılmaktadır. Tasarımda ARM Cortex-M4 tabanlı STM32F407 işlemcisi kullanılmıştır. Bu işlemci, 168MIPS hızında kayan noktalı (floating point) bir işlemcidir. İşlemcinin SWD olarak programlanması amacıyla gerekli pinler dışarıya alınmıştır. Anakart yazılımı, bu işlemci için CUBEMX IDE derleyicisi kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Test cihazında bulunan anakart üzerindeki ölçüm bölümünde, gerilim ve direnç ölçümlerinde kullanılması amacı ile Op-Amp'lı ayarlanabilir kazançta sahip bir amplifikatör devresi bulunmaktadır. Ayrıca, küçük değerli kapasitör ölçümleri için relaksasyon osilatör devresi kullanılmaktadır. Bunun dışında genel amaçlı kullanım için bir ayarlanabilir sabit akım kaynağı devresi barındırmaktadır. Çeşitli analog anahtar yapıları kullanılarak bu ölçüm devreleri için kademe ve etkin olup olmama ayarlamaları yapılmaktadır.

Cihazın bünyesinde bulunan RS-232 iletişim birimlerinden 2 tanesi için arabirim tasarımında, 3.3V besleme ile çalışan MAX3232 entegresi kullanılmaktadır. Bu portlara, termal yazıcı ve çeşitli ek devreler bağlanabilmektedir. Diğer bir RS-232/USB biriminin tasarımında ise FTDI FT232 arayüz entegresi kullanılmıştır. Bu portla, Raspberry Pi kullanan harici görüntüleme birimine (OHB) ya da başka bir bilgisayara bağlanabilmektedir. OHB dahili ve harici olarak bağlanabilmektedir. Dahili bağlandığı takdirde, anakart üzerinden beslenerek ek bir adaptör kullanımı gereksinimi ortadan kalkmaktadır. Cihazda barkod okuyucu, USB bağlantı noktası üzerinden kullanılmaktadır. Cihaz için zamanlama verisi, ST işlemci içerisinde bulunan RTC (Gerçek Zamanlı Tarih Saat) modülü kullanılarak tutulmaktadır. Enerji kesildiğinde, tarih ve saat bilgilerinde sıfırlanma yaşanmaması için anakartta CR2032 pil kullanılarak işlemcinin batarya pinine bağlanmıştır.

Anakartın yaptığı işlem temel olarak, SD Kart üzerinde bulunan test dosyalarının işlenmesi, test komutlarına göre G/Ç kartları üzerindeki pinlere I2C protokolü ile erişilmesi ve anakart bünyesinde bulunan ölçüm devrelerine bağlantılarını gerçekleştirilerek ölçüm sonuçlarının elde edilmesidir. Ayrıca, test sisteminde, dahili ya da harici OHB varsa, test durumu hakkında RS-232 üzerinden veri göndermektedir.

Cihazın enerjisi, 12V/5A'lık standart bir SMPS (Switching Mode Power Supply-Anahtarlama Güç Kaynağı) adaptör ile anakartın arkasında konumlandırılmış soket üzerinden sağlanmaktadır. Anakartta, öncelikle bu +12V'lık tek girişten, devrede bulunan op-amp ve analog çoklayıcıların beslenebilmesi için negatif polarite de içeren simetrik besleme devresi bulunmaktadır. Bunun tasarımında önce, izoleli bir DA/DA konverter yapısı kullanılarak bağımsız bir 12V kaynak üretilir. Sonrasında, -12V olacak şekilde, giriş ile seri bağlanarak simetrik kaynak elde edilmektedir. Anakartta, OHB birimi anakart üzerine monte edildiği durumda enerjilendirilebilmesi için giriş 12V'tan beslenen, bir DA alçaltıcı konvertör entegre devresi (LM2576) kullanılarak tasarlanmıştır, 5V/3A'lık bir besleme devresi bulunmaktadır. Şekil 5'te tasarlanan test cihazı anakartının görüntüsü sunulmuştur.



Şekil 5. Test Cihazı Anakartı

2.2. G/Ç Kartı Tasarımı

G/Ç kartı, ölçüm birimini kablo donanımının uçlarına bağlantısını sağlayan devredir. Her bir G/Ç kartı, 128 adet pin içermektedir. Maksimum 8 adet G/Ç kartı bağlanarak 1024 farklı test noktası oluşturulabilir. Devre, anakarttan gelen ölçüm kanallarını (CH1, CH2 ve CH3) yine anakarttan I2C iletişimi ile bildirilen test pinlerine bağlantısını sağlar. Bunun için yapısında bulunan analog anahtarları kontrol eder. G/Ç kartı, ST firmasına ait ARM Cortex-M3 tabanlı STM32F100C6T6BTR işlemcisi kullanılarak tasarlanmıştır. İstenilen sayıda kullanılabilen G/Ç kartlarına besleme, anakart üzerinden $\pm 12V$ gerilim seviyesinde gelmektedir. Bu besleme hattı kullanılarak, G/Ç kartı üzerindeki lojik entegrelerin ihtiyacı olan $\pm 5V$ ve işlemcinin beslemesi amacıyla $3.3V$ gerilim seviyeleri üretilmektedir.

Bir adet anakart ve pin ihtiyacına göre istenilen sayıda G/Ç kartı, bir bağlantı kartı üzerindeki kendileri için ayrılmış olan slotlara yerleştirilerek birleştirilir. Bu yapıya, anakart üzerinde bulunan bağlantı noktasına, bir görüntüleme kartı da eklenerek test cihazı elde edilir. Bütün G/Ç kartları, aynı hat üzerinden yardımcı (slave) modda I2C hattına bağlıdır ve yönetici (master) olan anakart işlemcisini dinlemektedirler. Anakarttan G/Ç kartlarına gönderilen komutlar, o an test edilecek noktanın pin numarası ve hangi ölçüm kanalına (CH1, CH2 ve CH3) bağlanacağı bilgisidir. Komutlar gönderilirken hangi G/Ç kartına gidecek ise onun adres bilgisi eklenerek iletişim hattına yollanır. G/Ç kartların başlangıçta tanımlı sabit adresleri yoktur. Bağlantı kartında, hangi slotta takılı iseler o slotta göre adres değeri alırlar. Çalışması için örnek verecek olursak; G/Ç kartı, anakarttan, CH2 kanalını 85. pine bağla gibi bir komut aldığı anda, bu kanala bağlı olan analog anahtarların adres hatlarına buna uygun gerekli bilgiyi yükler ve ilgili bağlantı gerçekleştirir.



Şekil 6. Test Cihazı G/Ç Kartı

G/Ç pinleri, cihazın dış ortama açık olan, her türlü temas ve etkiye maruz kalan uçlarıdır. Cihazın, yanlışlıkla oluşabilecek kısa devre durumlarından ya da pinlere uygulanabilecek yüksek gerilim seviyelerinden zarar görmemesi endüstriyel bir kullanım için oldukça önemlidir. Bu nedenle, G/Ç kartının tasarımı aşamasında ESD (Elektro-Statik Deşarj) koruma devresi olarak, G/Ç pinlerine seri bir direnç ve paralel TVS diyot kullanılması kararlaştırılmıştır.

2.3. Görüntüleme Kartı

Görüntüleme kartı, cihazın ön tarafında anakarta monte edilecek şekilde konumlandırılmıştır. Yapısında kullanıcı etkileşimi için 6 adet basmalı buton bulunmaktadır. Test sonuçları ve cihaz menülerinin görüntülenmesi için 4x20 karakter LCD kullanılmıştır. Bunun dışında SD kart yuvası ve buzzer birimleri bu kartın içerisindedir. Karta ait görseller Şekil 7’de verilmiştir.



Şekil 7. Test Cihazı Görüntüleme Kartı

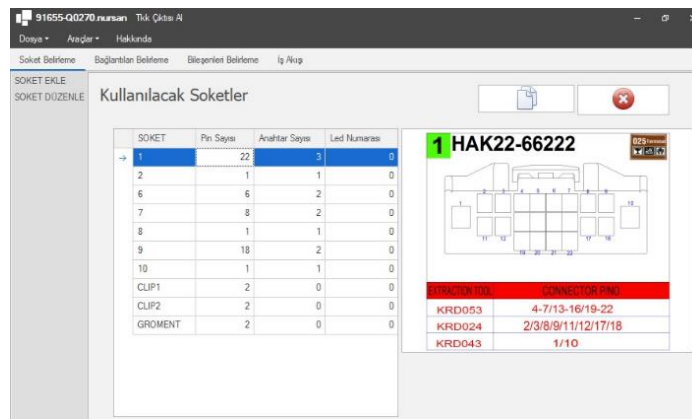
3. Test Cihazı Yazılım Bileşenleri

Tasarlanan test sisteminin iki ana yazılım birleşeni bulunmaktadır. İlki test edilmesi istenilen kablo ve kablo ağının bağlantı bilgilerinin ve parametrelerinin belirlendiği kullanıcı arayüz yazılımı, diğeri ise testi gerçekleştiren operatörü yönlendirmek ve test cihazı ile sunucu bilgisayar arasında veri iletişimi sağlamak için kullanılacak olan OHB üzerinde koşturan yazılımdır. Bu yazılımların ayrıntılarına aşağıda değinilmiştir.

3.1. Kullanıcı Arayüz Yazılımı

Sistem içerisinde test işlemlerini donanımsal düzeyde gerçekleştiren test cihazının yerine getirmesi gereken test prosedürlerinin ve bu testlerde kullanılacak olan parametrelerin test öncesinde belirlenme ve test cihazına aktarılabilir bir formata dönüştürülme işlemlerinin tamamı kullanıcı arayüz yazılımı içerisinde gerçekleştirilir. Yazılım, MVC mimarisi temelli Visual Studio .Net platformunda C# programlama dili kullanılarak geliştirilmiştir. Kullanıcı tarafından girilen bilgilerin kayıt altında tutulması için herhangi bir işletim sistemine bağlı kalmadan çalışabilen, açık kaynak kodlu SQLite veritabanı kullanılmıştır.

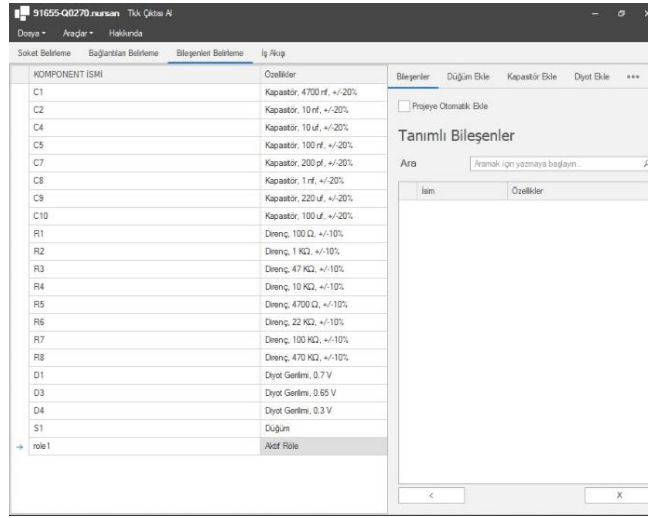
Arayüz yazılımında proje bazlı yapılan her değişikliğin kim tarafından ve ne zaman yapıldığının takip edilebilmesi adına yazılım ilk çalıştırıldığında kullanıcı tercihi yapılmaktadır. Ardından, Şekil 8’de gösterilmiş olan ana ekran vasıtasıyla kullanıcı, test edilecek olan kablo ağında yer alan soketleri ve bu soketlerde kullanılan pinleri belirlemektedir.



Şekil 8. Kullanıcı arayüz yazılımı ana ekranı

Aynı zamanda tanımlanan soketlerin, OHB ekranında testi gerçekleştiren operatörü bilgilendirmek ve hataları daha çabuk fark etmesini sağlamak için görsellik sağlayacak soket resimlerinin de bu ekran üzerinden girilebilmesi sağlanır. Bu soket resimleri veritabanı dosyasında ilgili soket ile ilişkilendirilerek saklanır. Yine test edilecek kablo ağı içerisinde bulunacak elektronik

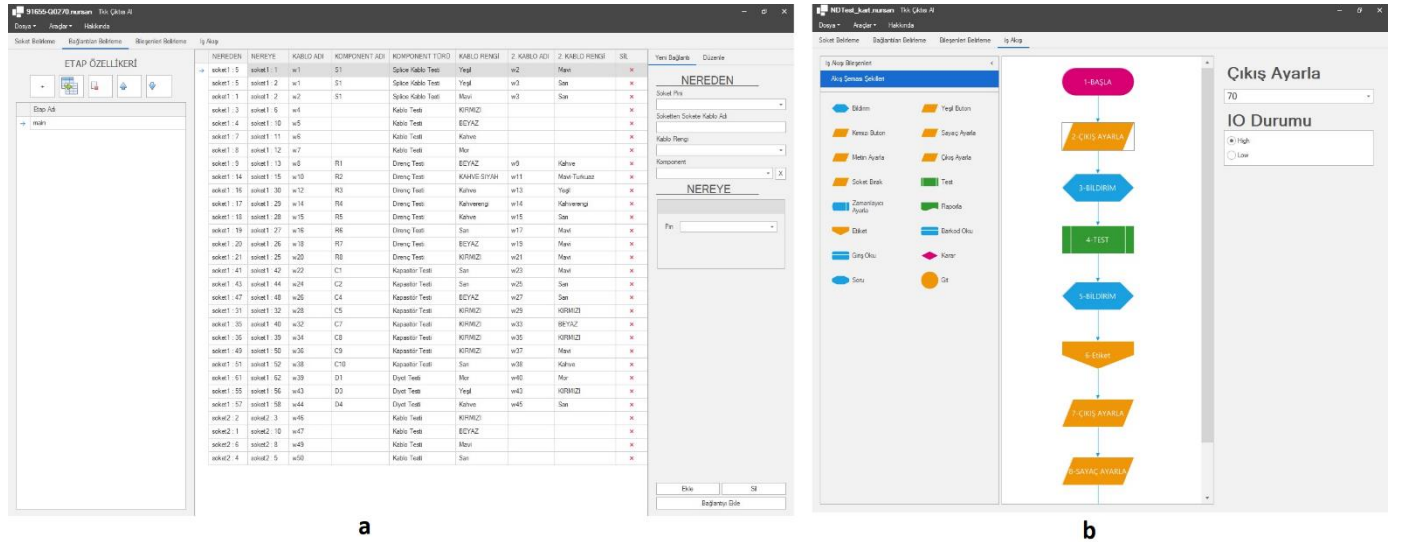
bileşenlerin de test öncesinde bu yazılım vasıtasıyla belirlenmesi gerekmektedir. Yazılım ana ekranından bileşen belirleme sekmesiyle bu belirlemelerin yapılmasına bir örnek Şekil 9'da gösterilmiştir. Düğüm, direnç, kapasitör, diyot, aktif röle ve pasif röle bileşenleri bu menüden belirlenebilmektedirler. Ölçümü yapılacak bu devre elemanlarının değerleri ve toleransları programa girilmektedir.



Şekil 9. Bileşen belirleme ekran

Soketler ve bileşenler belirlendikten sonra testi yapılacak kablo ağında bulunan bağlantıların programa girilmesi gerekmektedir. Bu veri girişleri de bağlantıları belirleme sekmesi altında Şekil 10.a'da gösterildiği gibi gerçekleştirilmektedir. Her bir bağlantı kaynağın nereden çıktığı, soket adı ve pin numarası seçilerek, hedefte nereye gideceği, yine soket ve pin numarası belirtilerek yapılır.

Test edilecek olan kablo ağındaki bütün bağlantı noktaları belirlendikten sonra gerçekleştirilecek olan testin nasıl bir yol izlenerek yapılacağını belirlenmesi gerekmektedir. Bu belirleme işleminin de arayüz yazılımında yapıldığı sekme, iş akış olarak belirtilmiştir (Şekil 10.b). Kurgulanacak olan test prosedürüne göre test cihazının icra edeceği test süreçleri burada belirlendikten sonra, son aşamada tkk dosyası oluşturulur ve test cihazı bu dosyada yer alan adımlara göre test işlemini icra eder.



Şekil 10. (a) Bağlantı belirleme sekmesi (b) İş akış belirleme sekmesi

3.2. OHB Yazılımı

Bu birimin tasarımında, tek bir kart bilgisayar olan Raspberry Pi 3 B+ modeli kullanılmıştır. Aslen Linux tabanlı mini bir kart bilgisayar olan Raspberry Pi, Windows tabanlı bilgisayarlara göre önemli bir maliyet üstünlüğü olduğu için tercih edilmiştir. Bu birimin kullanımı opsiyoneldir. Test sistemlerinde daha büyük ekranda görüntüleme amacıyla kullanılan bu yapı, aynı zamanda tkk dosyalarının transferi (OHB'den Cihaza) ve hata raporlama işlevlerine de sahiptir. OHB birimi, cihazın dışında ayrı olarak kullanılabileceği gibi istenilirse cihaz içerisine de monte edilebilmektedir. OHB birimine ait yazılım, C# dilinde hazırlanmış ve

MONO desteği ile çalıştırılmaktadır. OHB yazılımı, C# dili kullanıldığında geliştirildiğinden dolayı, Windows platformlarında da çalışabilen esnek bir yapıdadır.

Cihaz, test işlemi yaptığı durumda, her bir test rutinini icra ederken test işleminin sonucunu seri iletişim ile OHB birimine bildirmektedir. OHB birimi de eşzamanlı olarak aynı tkk dosyasını işlemektedir. Herhangi bir test satırının işletilmesi sırasında ilgili pinlerde olması gereken değerlerin dışında bir komponent varsa ya da ölçülen değerler tolerans aralıklarının dışında ise bu bilgi cihaz tarafından OHB birimine bildirilir. OHB birimi de bu pinlere ait soket görüntülerini ekranda gösterir ve ilgili pinleri yanıp sönen bir kare içerisinde test operatörüne aktarır. Operatör, aktarılan bu bilgi ile sorunu çözümler ya da testi sonlandırabilir. Ekranda gösterilen soket görsellerine ait resim dosyaları, tkk dosyasının dışında bir veritabanında bulunmaktadır. Soket görselleri bu veritabanından alınırken, kablo rengi gibi bilgiler tkk dosyasından okunarak oluşturulur ve monitörde soket resmi üzerinde görüntülenerek operatör bilgilendirilir.

4. Cihazın İşlevleri ve Testleri

Tasarım aşamasından sonra, üretilen prototip test cihazı üzerinde, tüm cihaz işlevlerinin ayrı ayrı testleri yapılmıştır. Test edilen ölçümler; iletkenlik, direnç ölçümleri, kutuplu ve kutupsuz kapasitör ölçümleri (bu iki ölçüm ayrı devre yapıları ile gerçekleştirilmektedir), diyot ölçümü, aktif ve pasif röle ölçümleridir. Bu ölçümler için yapılan performans geliştirme çalışmalarında; kademe seçenekleri içeren ölçümler için otomatik kademe ayarlama yazılımları ve ölçüm sonuçlarını iyileştirmek için kalibrasyon yazılımları gibi ek algoritmalar hazırlanarak test edilmiş ve doğrulanmıştır.

Öncelikle tasarlanan test cihazının genel işlevleri ve yeteneklerinden bahsedecek olursak: Test cihazında çalıştırılan test kaynak kodu, elle ya da barkodu okutularak seçilir ve SD karttan okunur. Tkk dosya uzantısına sahip olan bu test dosyasındaki her bir satır, bir test adımına karşılık gelmektedir. Eğer cihaz içerisindeki SD hafıza kartında, barkodu okutulan tkk dosyası bulunmuyorsa, cihaz tarafından OHB biriminden istenir, burada mevcut ise cihaza transfer edilir. Ayrıca, cihaz ile OHB arasında tkk dosyalarının yanı sıra barkod yazdırmada kullanılan *.prn uzantılı etiket dosyaları da aktarılabilir.

Tkk içerisindeki komutlar iki türdür; birincisi, ölçüm komutlarıdır, ikinci tür ise iş akışı sağlayan komutlardır. İş-akış komutlarının, program akışını yönlendirme, cihaz değişkenleri üzerinde işlem yapma gibi çeşitli farklı işlevleri bulmaktadırlar. Cihazdaki komutları irdelersek; “Başla” komutu ile tkk dosyası başlamaktadır. “Bildirim” komutu ile ekranda 3 adet 16 karakter metin gösterilir, tanımlanan süre kadar bekler ve cihaz hafızasındaki melodilerden biri işletilebilir. “Test” komutu ile gerçekleştirilecek teste ait parametreler bildirilir (eşik direnç değeri, short testi yapılıp yapılmayacağı, etap tekrarı sayısı vs). “Raporla” komutu ile cihazın ölçüm sonuçları ya da ölçüm hataları SD karta yazılır. “Etiket” fonksiyonu ile hafızada bulunan bir prn dosyasında belirtilen sayıda etiket bastırılır. “Git” komutu ile program belirli bir komut satırına dallandırılır. “Yeşil Buton” ve “Kırmızı Buton” fonksiyonları ile bu butonlara basıldığında programın belli satırlarına dallanma işlevi gerçekleştirilir. “Zamanlayıcı Ayarla” komutu ile tanımlanmış süre kadar beklenir sonrasında program belli bir adres satırına dallandırılır. “Soru” komutu ile cihazın tanımlanmış bir pinin lojik durumuna göre program belli bir adres satırına dallandırılır. “Barkod Oku” fonksiyonu ile barkottan okunan veri cihazın belirtilmiş bir değişkenine yüklenir. “Metin Bildirim” komutu ile cihazdaki string bir değişkene komutta belirtilen değer atanır. “Karar” komutu ile cihaz değişkenlerinin (sayısal ya da string tipi) belirli bir değerde olması/olamaması/büyük/büyük eşit/ küçük/ küçük eşit durumları için belirli bir komut satırına dallandırılır. “Metin Ayarla” komutu ile cihazın string tipi değişkenleri üzerinde işlemler gerçekleştirilir; substring, character filling vb. “Sayac Ayarla” komutu ile cihazın sayısal değişkenleri üzerinde işlemler yapılır; değer ata, bir arttır, bir azalt, diğer bir değişkene ata vb. “Çıkış Ayarla” fonksiyonu ile cihazın test noktaları pinlerinden belirtilmiş olandan lojik 0/1 bilgisi ayarlanır. “Soket Bırak” fonksiyonu ile cihazın belirtilmiş olan çıkış pininden, 1sn süreyle lojik 1 sonrasında lojik 0 (puls) üretilir. “Giriş Oku” komutu ile cihazın belirtilmiş olan pinindeki bilgi, lojik olarak okunur. Yukarıda işlevlerinden bahsedilen ve tkk içerisinde belirlenen 7 test ve 18 akış komutu tüm işlevleri ile testleri yapılmış ve doğrulanmıştır.

Prototip cihazın test çalışmaları esnasında, işlev testlerinin yanı sıra performans testleri de gerçekleştirilmiştir. Test sonuçlarına göre, cihaz, %1-2 gibi bir hata oranı ile direnç ve kapasitör değerlerini ölçebilmektedir. Cihazda, kapasite ölçümünün doğru bir şekilde, az hata ile yapılabilmesi için, kapasite değerine göre minimum 1-2sn aralığında bir süreye ihtiyaç bulunmaktadır.

Araç içi kablo donanımlarında test edilecek noktaların büyük çoğunluğu kablolardır. Kablo testleri, iletkenlik ölçümü olarak isimlendirilen özellik ile gerçekleştirilmektedir. Cihazda, direnç ve iletkenlik ölçümü, dört hassasiyet kademeli bir opampli yükselteç devresi ile yapılmaktadır. Bir direnç ölçümü sırasında anakart işlemcisi tarafından gerçekleştirilen işlemler; otomatik hassasiyet kademe belirleme algoritması, direnç ölçümü için ADC'den örnek alma ve direnç değerini hesaplama, I2C hattı üzerinde G/Ç kartlarının pinlerini ölçüm devresinin kanallarına bağlama, seri iletişimle test sunucunun OHB birimine yollanması adımlarını içermektedir. Direnç ölçümü ne kadar yavaş gerçekleştirilirse o kadar doğru ölçüm yapılabilir. Yavaş çalışmadan kastedilen, daha fazla ADC ölçümü gerçekleştirilip ortalama alınması, sinyaller üzerindeki tranzientlerinin durumlardan etkilenmemek için ölçüme başlamadan önce bir süre beklenmesi, ADC işleminin daha düşük saat darbesinde gerçekleştirilmesidir. Yavaş çalışmada, %1 gibi bir hata oranı ile ölçümlerin gerçekleştirildiği görülmüştür. Hızlı test gerçekleştirildiği durumda ise (1sn içinde 50-80 test gibi) ölçüm devrelerinin transientleri, hat üzerinde bulunan analog anahtarlar, uzun test kabloları ve ek amaçlı kullanılan birçok soketin varlığı, sonuçların doğruluk oranlarını etkilemektedir. Cihaz üzerinde çeşitli performans iyileştirmeler

yapıldıktan sonra, bir direnç ya da iletkenlik ölçümü için geçen süre 12.2' ms olarak ölçülmüştür. Bu da yaklaşık olarak saniyede 83 ölçüm işleminin yapılabileceği anlamına gelmektedir. Ölçüm sırasında, ölçüm devresinin hassasiyeti için tasarlanan otomatik kademe ayarı algoritmasının işletilmesi sırasında 2 kez 64 döngülük ADC işlemi gerçekleştirilmektedir. Her bir 64 döngülük ADC okuması, 4ms zaman almaktadır. 12.2ms'lik toplam zamanın 8 ms'si bu iş için harcanmaktadır. G/Ç kartlarıyla I2C iletişimi kullanılarak ölçüm pinlerinin test noktalarına bağlanması ve ayrılması 2.2ms sürmektedir. 15200bps hızında OHB ile veri haberleşmesi için harcanan süre ise 1.2ms'dir. Geri kalan 0.8ms'lik kısımda, ADC değerinden direnç değerinin hesaplanması, bir sonraki komutun SD karttan alınıp okunması ve çözülmesi gibi işlemler yapılmaktadır.

Sadece iletkenlik testlerinde kullanılması amacıyla bazı hız optimizasyonu algoritmaları üzerine çalışılmıştır. İletkenlik ölçümü sırasında gerçekleştirilen, direnç ölçüm ve hesaplama rutinleri için gerekli olan 12.2ms'lik süre, otomatik kademeli direnç okuma algoritmasını çıkarılarak 6.2ms'ye kadar düşürülmüştür. Sadece bu değişiklik ile hız, saniyede 160 ölçüme çıkarılmıştır. Bunun dışında, I2C iletişimi 4 katı bir hızla yapılabileceği öngörüsü, OHB iletişiminin kısmi devreye alınıp çıkarılabilmesi ve ADC örnekleme hızının 64 yerine daha düşük çevrim ortalamaları ile gerçekleştirilmesi ile bir iletkenlik ölçüm zamanı 2ms'lere indirilebileceği (saniyede 500 kablo testi) düşünülmektedir. Cihaz endüstriyel ortamda test gerçek kablo donanımı ile test edilmiş ve görseli Şekil 11'de sunulmuştur.



Şekil 11. Nursan AŞ bünyesinde gerçekleştirilen test çalışmaları

5. Sonuç

Bu çalışmada, direnç, iletkenlik, diyot, kapasite, aktif/pasif röle ölçümü yapabilen, SD karttan aldığı program kodu içerisindeki 7 farklı test ve 18 farklı akış komutunu işleyebilen, program kodu dışında kullanılan pinlerdeki olmaması gereken iletkenlik ve kısa devrelerin tespiti yapabilen bir test cihazı sistemi ve onun programlama arayüzleri gerçekleştirilmiştir. Tasarım, endüstriyel kriterler göz önünde bulundurularak, EMC şartlarına uygun, ESD ve çeşitli koruma yapıları içeren, son üründe kullanılabilecek bir şekilde gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma ile literatürdeki az sayıda olan kablo donanımı test cihazı tasarımı çalışmalarına katkı sunulmuştur. Piyasada kullanılan ürünler ile karşılaştırıldığında hız ve performans açısından benzer sonuçlar elde edilmiştir. Ayrıca, yüksek SD kart hafıza kapasite kullanımına imkân tanınması, daha fazla sayıda test kodunun hafızada tutulabilmesi, oldukça düşük maliyete sahip olması, test sonuçlarının raporlanmasına imkân vermesi, yeni tip USB barkod okuyucularını desteklemesi, USB üzerinden bilgisayar bağlantısı yapılabilmesi, esnek ve geliştirmeye açık olması gibi üstünlüklere sahiptir.

Teşekkür

Bu çalışma; Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu TÜBİTAK, TEYDEB 1505 Üniversite-Sanayi İşbirliği Destek Programı kapsamında, 5180019 proje numarası ve NURSAN AŞ-Kütahya Dumlupınar Üniversitesi işbirliği ile yürütülen "Otomotiv Sektörüne Üretilen Kablo Ve Kablo Donanımlarının Elektriksel Test Sisteminin Tasarımı" projesi kapsamında desteklenmiş ve gerçekleştirilmiştir.

Referanslar

[1] Trommnau, J., Kühnle, J., Siegert, J., Inderka, R. and Bauernhansl, T., (2019), Overview of the state of the art in the production process of automotive wire harnesses, current research and future trends," Procedia CIRP, 81, 387–392.

- [2] Villanueva-Rey, P., Belo, S., Quinteiro, P., Arroja, L. and Dias, A. C., (2018), Wiring in the automobile industry: Life cycle assessment of an innovative cable solution, *J. Clean. Prod.*, 204, 237–246.
- [3] Bi Z. et al., (2018), Automation of Electrical Cable Harnesses Testing, *Robotics*, 7, 1, 1.
- [4] Webb, D. P., Jaggernauth, W. A., Cottrill, M. C. W., Palmer, P. J., West, A. A. and Conway, P. P., (2010), Design and construction of large-area flexible printed-circuit automotive electrical interconnection harnesses, *Proc. Inst. Mech. Eng. Part D J. Automob. Eng.*, 224, 6, 785–797.
- [5] Kakkeri, R. B., Inamdar, L., Bhambare, S. and Gund, A., (2017), Distributed Cable Harness Tester, *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, (04)05 May, 2278-2281, e-ISSN:23-0056.
- [6] Jiang, S., Luo, G. and Cheng, Y., (2010), Design and development of wiring harness test based on S3C44B0. *COMPEL - The international journal for computation and mathematics in electrical and electronic engineering*, (29) 2, 362-369. doi:10.1108/03321641011014832
- [7] Madhe, S. P., Upadhye, V. M. and Joshi, A. K., (2020), Design of Low Cost IOT Enabled Universal Wiring Harness Tester. *Journal of Critical Reviews*, 7 (18), 1476-1481. doi:10.31838/jcr.07.18.190
- [8] Gong M. and Dong Y., (2011), A distributed cable harness tester based on CAN bus, *Electric Information and Control Engineering (ICEICE)*. doi:10.1109/ICEICE.2011.5777720
- [9] Hayrettin, K., (2015), Automated continuity testing of flexible backplanes using a cable tester, 269-272. 10.1109/AUTEST.2015.7356501.

Opposite Based Crow Search Algorithm for Solving Optimization Problems

Burhanettin DURMUŞ^{a,1}

^{a,1}Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Faculty of Engineering, Electrical-Electronics Engineering Department, Kütahya, Türkiye
ORCID ID: 0000-0002-8225-3313

Abstract

This article proposes an opposite based learning (OBL) enhanced crow search algorithm (CSA) version for solving optimization problems. The proposed method, named the opposite based CSA (ObCSA), starts searching with individuals with higher fitness in the initial phase of the evolutionary process. In this way, it is aimed to improve the convergence performance of the basic CSA. To validate the proposed method, a set of benchmark test suit of different of features is chosen. Its convergence characteristic and statistical results are compared with the basic CSA. The results obtained show that the proposed method improves the convergence performance of the basic CSA. And the statistical results indicate that it manages to reach the near optimal solution and increases the quality of the solution.

Keywords: “Crow search algorithm, opposite based learning, optimization”

1. Introduction

Over the past 20 years, behavioral patterns of swarm-based organisms have inspired the development of many optimization methods. While the teachings of living things individually and in the swarm determine their behavioral strategies in maintaining their vital activities, these strategies are modeled and turn into an effective search tool in reaching the optimal solution of a problem. Ant colony optimization (ACO), particle swarm optimization (PSO), artificial bee colony (ABC), lion optimization algorithm (LOA) and cuckoo search algorithm (CS) are the most famous of these [1-5]. These metaheuristics generally have similar evolutionary processing phases, although the behavioral patterns of the swarm or creature they represent may differ. They use computational phases such as the random distribution of search agents in the search space, the creation of new agents, random selections, and the continuation of the search through iterations.

On the other hand, various approaches to improve the search skills and performance of metaheuristics are adapted to their processing phases. The approaches such as dynamic population [6], weighted accelerations [7], chaotic mapping [8] are the preferred methods. One of the places where performance improvement is made is the initialization phase. In this phase, search agents are randomly distributed to the search space. They are evaluated according to their fitness value and transferred to the next processing phases. However, since their initial distribution is random, individuals with low fitness also participate in the computational process. Instead, starting the evolution with individuals with high fitness in the initial phase will undoubtedly accelerate the global solution and increase the convergence performance of the algorithm. In this context, one of the suggested approaches is the opposite-based learning strategy (OBL) [9]. This strategy evaluates the opposite position in the search space of a generated position. Because a solution based on opposite location may be closer to the global solution than a randomly generated solution [9]. The results indicating that the OBL approach increases the algorithm performance are presented in various studies in the literature. To improve the performance of the PSO, the OBL approach is applied to the PSO and it is reported to produce good results [10]. Wang et al. [11] are modified the harmony search algorithm (HSA) with OBL and applied to global optimization problems. The obtained results show that the developed approach improves the convergence performance and the solution quality. In another study, Dinkar and Deep [12] are developed the antlion optimizer (ALO) version using OBL. The performance was observed by applying the developed method to the control systems. Zhao et al. [13] are derived the OBL-ABC algorithm using the OBL approach. It is noted that the derived algorithm is suitable for solving complex functions. In addition, it has been presented

¹ Sorumlu Yazar. Tel.: +90- 274 - 443 -4223-4223
E-posta adresi: burhanettin.durmus@dpu.edu.tr

in other studies that OBL improves algorithm performance [14-16]. As a result, the OBL approach speeds up the search process and improves the convergence performance.

The CSA algorithm is one of the new metaheuristics developed on the intelligence behavior of crows [17]. It manipulates the crows' ability to hide and remember their food. It is a population-based metaheuristic that uses random selection and has few self-parameters. In this paper, the OBL strategy is adapted to the CSA algorithm to improve its convergence performance. Two ObCSA methods are derived by integrating different OBL approaches into CSA. The developed methods are applied to high-dimensional test functions and their performances are compared.

2. Basic CSA

The CSA is a new metaheuristic inspired by the intelligence behavior of crows [17]. It mimics the behavior of crows to hide and find their food. Its evolution process starts with the random distribution of crows in the search space. For an n -dimensional problem, the initialization phase is defined as:

$$x_{i,ite_number} = [x_{i,ite_number}^1, x_{i,ite_number}^2, \dots, x_{i,ite_number}^n] \quad (1)$$

Here, x_{i,ite_number} represents the position of the i^{th} crow and the ite_number represents the number of iterations.

Each crow position is evaluated according to the objective function and their fitness values are calculated. This fitness value actually represents the solution quality of the crow. All positions visited by the crows during the search process are recorded in their own memory as in Eq. (2).

$$M_{i,ite_number} = [m_{i,ite_number}^1, m_{i,ite_number}^2, \dots, m_{i,ite_number}^n] \quad (2)$$

The next position of a crow is generated as in Eq. (3), depending on the awareness probability (AP) and flight length (fl) parameters. The new location produced is evaluated according to the objective function and the fitness value is calculated. Then, the selection process is made for the new location as in Eq. (4).

$$X_{i,ite_number+1} = \begin{cases} x_{i,ite_number} + r_i \cdot fl \cdot (m_{i,ite_number} - x_{i,ite_number}) & r_i > AP \\ random & otherwise \end{cases} \quad (3)$$

$$m_{i,ite_number+1} = \begin{cases} \text{if } f(x_{i,ite_number+1}) > f(m_{i,ite_number}) & x_{i,ite_number+1} \\ \text{else} & m_{i,ite_number} \end{cases} \quad (4)$$

Evolutionary operations are continued until the number of maximum iterations (ite_max) is reached. The best solution is returned when the stopping criterion is met.

3. Opposite based CSA (ObCSA)

In the classical CSA algorithm, the initialization positions of the crows are randomly distributed over the search space. In this case, the computational process is started with individuals with a lower fitness value. As a result, the convergence performance of the algorithm may decrease. According to the OBL approach proposed by Tizhoosh [9], a solution generated based on opposition is closer to the global solution than a randomly generated solution. In this way, the process of reaching a global solution can be accelerated.

In this paper, two different OBL approaches are used for the proposed opposite based CSA algorithms. In the first one (ObCSA-1), half of the population is randomly generated, while the other half is determined as the opposing positions of these individuals.

For the second algorithm (ObCSA-2), the initial individuals are generated both randomly and with their opposite positions. Afterwards, they are selected according to their fitness values and the position with the better fit is included in the initialization phase. Thus, the evolutionary calculation begins with individuals with higher fitness values. The pseudocode of the proposed ObCSA methods is shown in Figure 1.

4. Simulation Results

In this section, the proposed ObCSA methods are applied to the benchmark set given in Table 1 to demonstrate their performance. These test functions are classified into two groups as unimodal (UM) and multimodal (MM). The first four functions are UM and have a single global optimum. The remaining functions are MM and have too many local optima. The two-dimensional graphs of the test functions used are shown in Figures 2 and 3.

```

Initialize
Define the PopSize, ite_max, fl, AP, x_min, x_max and dimension
//No Opposite
for m = 1 : PopSize
    xPop(m,:) = x_min + ( x_max - x_min ) .* rand(1,Dim);
end
//Opposite == 1
Lenght = round(PopSize/2);
for m = 1 : Lenght
    xPop(m,:) = x_min + ( x_max - x_min ) .* rand(1,Dim);
    xPop(m+PopSize-Lenght,:) = x_min + x_max - xPop(m,:);
end
//Opposite == 2
for m = 1 : PopSize
    x_Temp = x_min + ( x_max - x_min ) .* rand(1,Dim);
    xOps = x_min + x_max - x_Temp;
    y_Temp = Objective_Function(x_Temp);
    yOps = Objective_Function(xOps);
    if y_Temp <= yOps
        xPop(m,:) = x_Temp;
    else
        xPop(m,:) = xOps;
    end
end

ite_number=1
Evaluate
yPop(m) = Objective_Function(xPop(m,:));
Generate the crow's new position
While ite<ite_max
Update the crow's new position according to Eq(3)
Update the memory of crows in Eq(2)
ite_number=ite_number+1
End
Return the position of best crow

```

Figure 1. Pseudo code of ObCSA

Table 1. The benchmark set used in experiments

Type	Definition	Name	S
UM	$f_1 = \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^i x_j \right)^2$	Schwefel's problem 1.2	$[-100,100]^n$
UM	$f_2 = \sum_{i=1}^{n-1} \left[100(x_{i+1} - x_i^2)^2 + (x_i - 1)^2 \right]$	Rosenbrock	$[-30,30]^n$
UM	$f_3 = \sum_{i=1}^n (x_i + 0.5)^2$	Step	$[-100,100]^n$
UM	$f_4 = \sum_{i=1}^n ix_i^4 + \text{random}(0,1)$	Quartic noise	$[-1.28,1.28]^n$
MM	$f_5 = \sum_{i=1}^n \left[x_i^2 - 10 \cos(2\pi x_i) + 10 \right]$	Rastrigin	$[-5.12,5.12]^n$
MM	$f_6 = -20 \exp \left(-0.2 \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i^2} \right) - \exp \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \cos(2\pi x_i) \right) + 20 + e$	Ackley	$[-32,32]^n$
MM	$f_7 = \frac{1}{4000} \sum_{i=1}^n x_i^2 - \prod_{i=1}^n \cos \left(\frac{x_i}{\sqrt{i}} \right) + 1$	Generalized Griewank	$[-600,600]^n$
MM	$f_8 = \frac{1}{10} \left\{ \sin^2(3\pi x_1) + \sum_{i=1}^{n-1} (x_i - 1)^2 \left[1 + \sin^2(3\pi x_{i+1}) \right] \right\} + \sum_{i=1}^n u(x_i, 5, 100, 4)$	Penalized2	$[-50,50]^n$

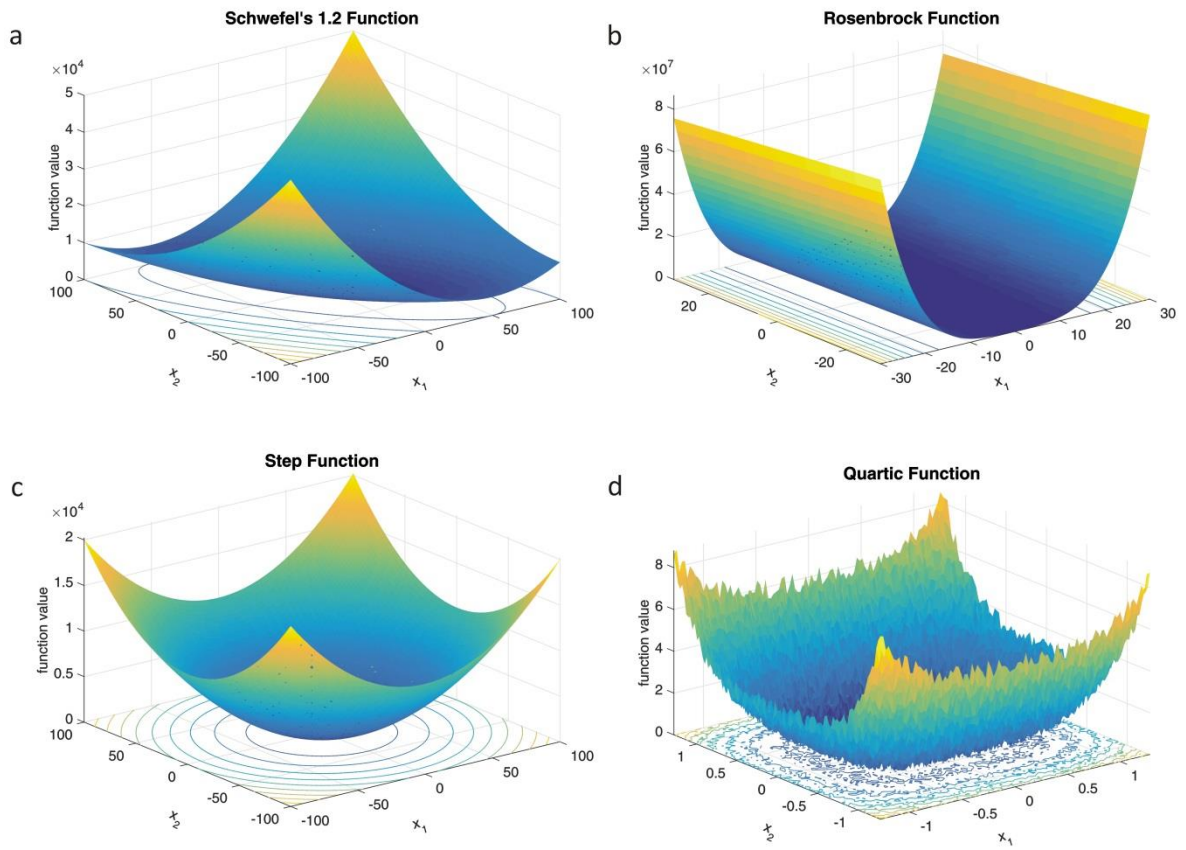


Figure 2. The illustration two-dimensional UM functions

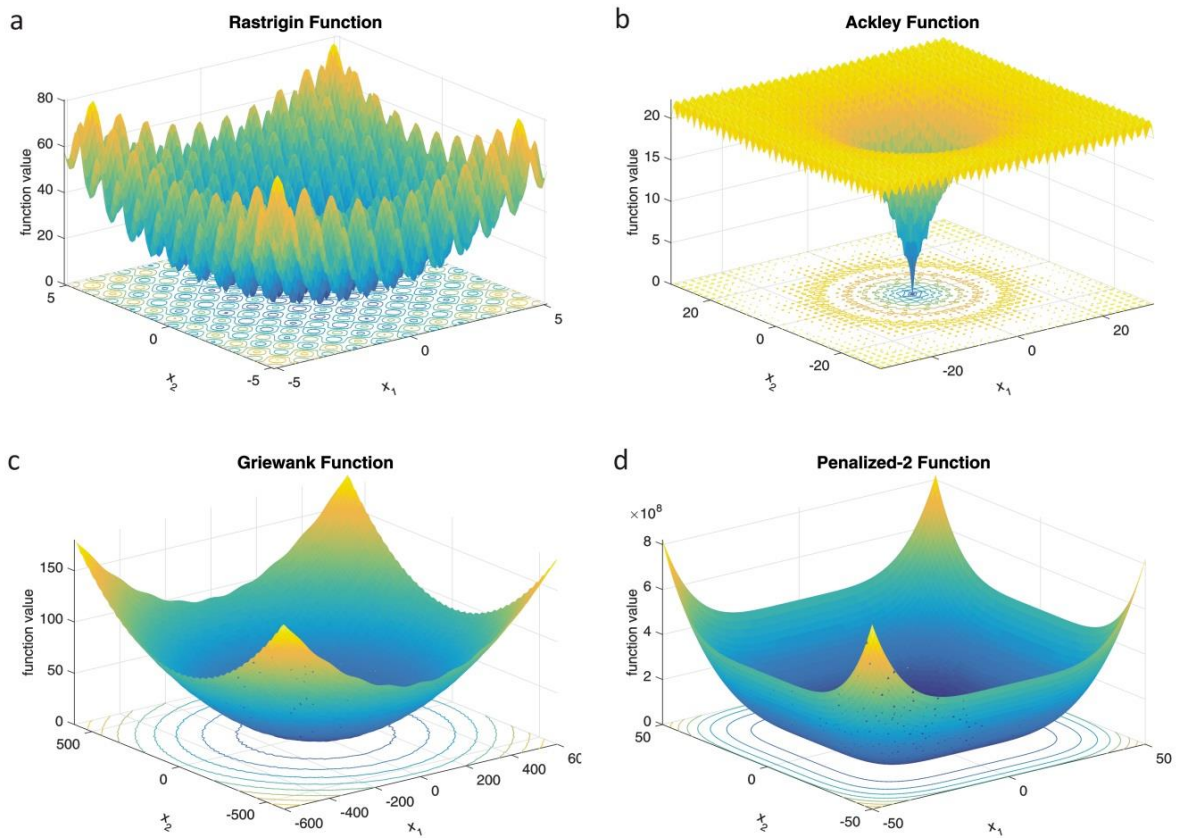


Figure 3. The illustration two-dimensional MM functions

Simulation studies have been performed on PC with the specifications of core i7 8GB. All methods are run 50 times for 50-dimensional functions. The settling parameters of CSA and ObCSA are follows: $PopSize=25$, $ite_max=500$, $AP=1$ and $fl=1$. Statistical results obtained for UM functions are given in Table 2 and convergence curves for the best solution are given in Figure 4, respectively.

According to Table 2, ObCSA-1 produces the best solutions considering Best value for all UM functions. The convergence curves in Figure 4 also support these results. The ObCSA-1 algorithm has a higher convergence rate than the others. Considering the Mean values, ObCSA methods are more successful than basic CSA in f_1 and f_4 functions.

Table 2. The statistical results of UM functions

f	Methods	Best	Mean	Worst	Std.
f_1	CSA	1.245876e-05	1.208577e+02	9.494972e+02	2.789620e+02
	ObCSA-1	5.548655e-08	3.972850e+01	2.411449e+02	8.133670e+01
	ObCSA-2	3.948795e-02	6.913407e+02	3.394790e+03	1.059401e+03
f_2	CSA	1.772417e-08	9.587184e-02	8.357679e-01	2.471808e-01
	ObCSA-1	6.547443e-09	3.552517e-01	1.638986e+00	5.800647e-01
	ObCSA-2	9.913657e-08	2.320926e-01	1.308630e+00	3.941654e-01
f_3	CSA	9.015058e-11	1.775855e-02	1.111651e-01	3.677735e-02
	ObCSA-1	5.099702e-13	2.671550e-02	1.854854e-01	5.464461e-02
	ObCSA-2	4.467390e-11	3.731923e-01	1.630211e+00	6.031711e-01
f_4	CSA	2.847369e-04	1.971604e-03	6.521443e-03	2.247900e-03
	ObCSA-1	1.215682e-04	1.960128e-03	8.490555e-03	2.576609e-03
	ObCSA-2	2.819505e-04	6.346028e-04	1.470637e-03	3.346326e-04

Statistical results obtained for MM functions are given in Table 3 and convergence curves for the best solution are given in Figure 5, respectively. According to Table 3, ObCSA-1 produces the best solutions in f_6 , f_7 and f_8 functions. In f_5 function, ObCSA-2 achieves better result than others. Considering the Mean values, ObCSA methods are more successful than basic CSA in f_5 and f_8 functions.

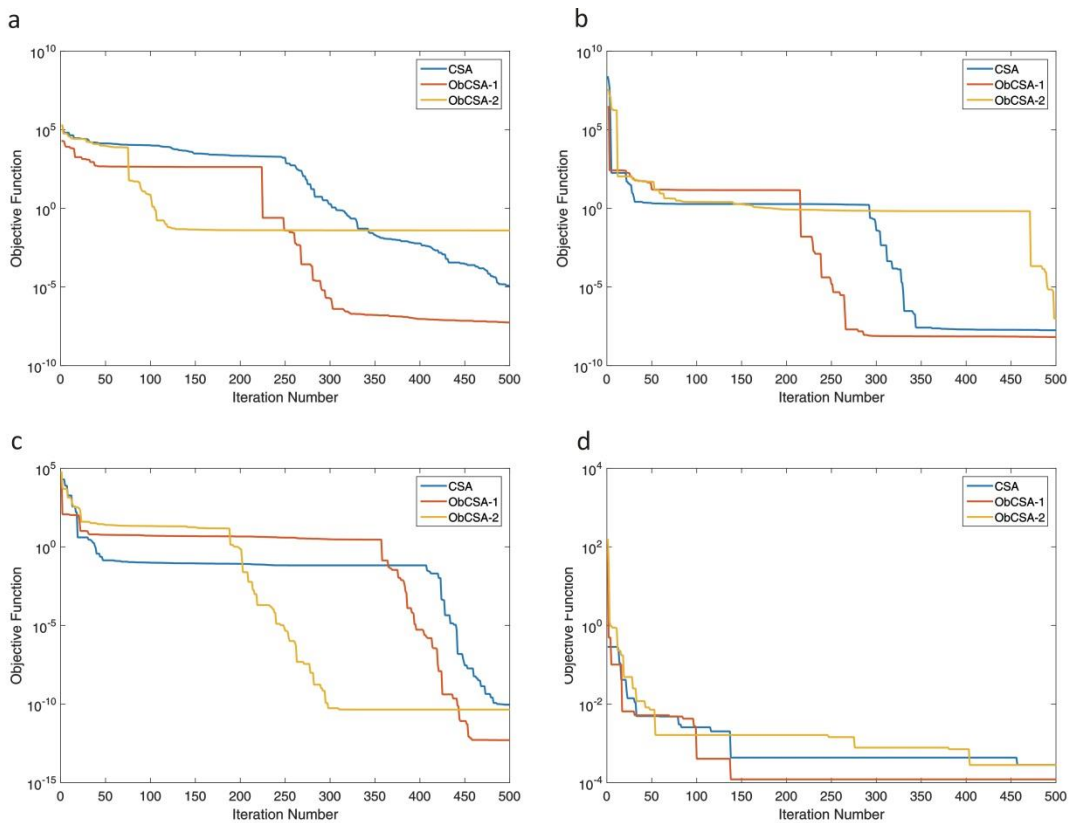


Figure 4. The convergence curves of UM functions (a) f_1 ; (b) f_2 ; (c) f_3 ; (d) f_4

In MM functions, the final value is more important than the convergence rate. Because the problem has too many local optima, the method used gets stuck to the local optimum. In Fig. 5, although the convergence rate of the basic CSA is high, it produces larger error values. This means that the CSA gets stuck in the local optima. The proposed ObCSA methods reach lower error values than basic CSA.

Table 3. The statistical results of MM functions

f	Methods	Best	Mean	Worst	Std.
f_5	CSA	1.705853e-10	7.967219e-02	7.551901e-01	2.252569e-01
	ObCSA-1	7.332623e-11	7.726171e-03	5.483126e-02	1.621960e-02
	ObCSA-2	8.951062e-12	1.210252e-01	6.427200e-01	1.861955e-01
f_6	CSA	4.163119e-06	2.011804e-02	1.286980e-01	4.190452e-02
	ObCSA-1	1.026417e-07	4.053685e-02	1.720274e-01	6.485713e-02
	ObCSA-2	1.138841e-07	7.631362e-02	5.845917e-01	1.723064e-01
f_7	CSA	1.020848e-10	9.164123e-02	5.909100e-01	1.871892e-01
	ObCSA-1	1.098233e-12	1.463629e-01	7.858924e-01	2.349170e-01
	ObCSA-2	1.162426e-11	1.763992e-01	7.500073e-01	2.853353e-01
f_8	CSA	1.553088e-11	3.635947e-03	1.928421e-02	6.162485e-03
	ObCSA-1	3.365973e-16	7.754907e-03	4.285018e-02	1.292313e-02
	ObCSA-2	2.581291e-12	2.592147e-03	1.399344e-02	4.931962e-03

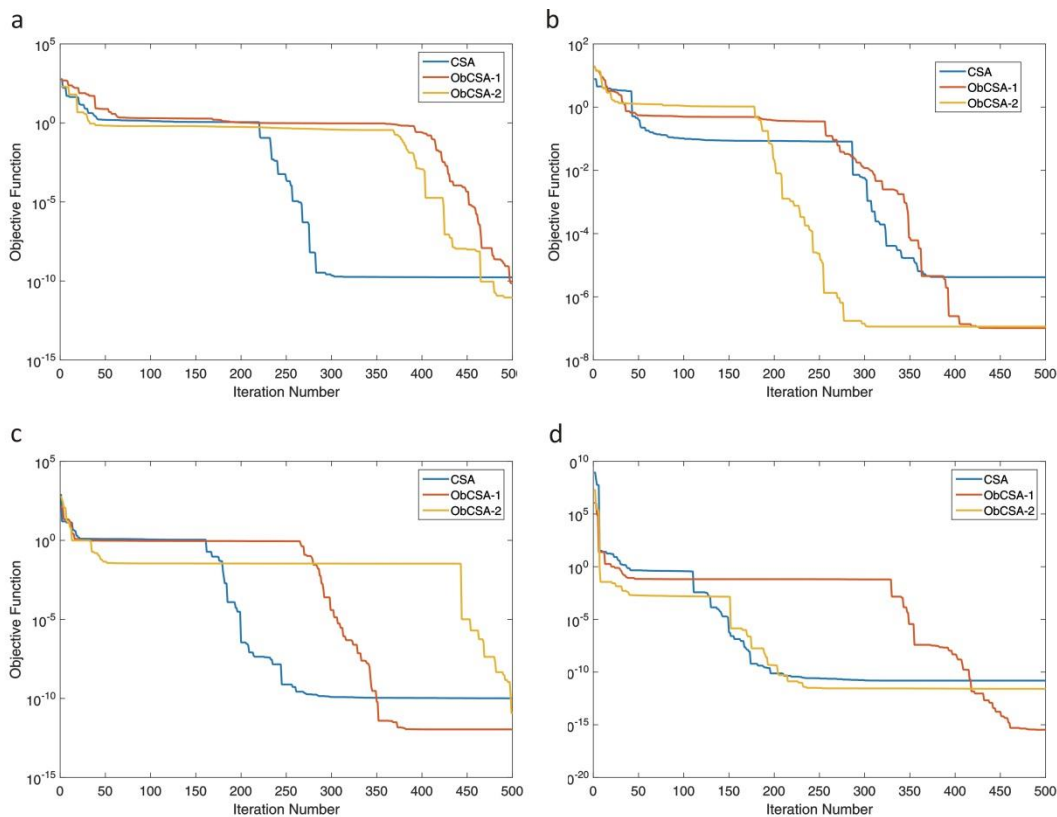


Figure 5. The convergence curves of MM functions (a) f_5 ; (b) f_6 ; (c) f_7 ; (d) f_8

5. Conclusions

The fact that the search algorithms start to search with a uniformly distributed population in the search space may cause a decrease in performance. Using opposite position instead of sequentially generated random values can produce solutions with better fitness values. Thus, the evolutionary computation starts with solution candidates with higher fitness values, and as a result, the process of reaching the global solution is accelerated. In this paper, opposite-based initialization strategies are integrated into

the CSA algorithm. Two ObCSA methods were derived and their performances were compared with the basic CSA. The results show that the proposed approach increases the convergence rate and solution accuracy. In future studies, it is aimed to adapt the oppositional approach to new metaheuristics and to apply them to different engineering problems.

References

- [1] M. Dorigo and G. Di Caro, *The Ant Colony Optimization Metaheuristic, New Ideas in Optimization*. New York: McGraw-Hill, 1999.
- [2] J. Kennedy and R. Eberhart, "Particle swarm optimization," In *Proc. IEEE International Conference on Neural Networks*, vol. IV, 1995, pp. 1942-1948.
- [3] D. Karaboğa and B. Baştürk, "A powerful and efficient algorithm for numerical function optimization: artificial bee colony (ABC) algorithm," *Journal Global Optimization*, vol. 39, no. 3, pp. 459-471, 2007.
- [4] M. Yazdani and F. Jolai, "Lion optimization algorithm (LOA): A nature-inspired metaheuristic algorithm," *Journal of Computational Design and Engineering*, vol. 3, no. 1, pp. 24-36, 2016.
- [5] R. Rajabioun, "Cuckoo optimization algorithm," *Applied Soft Computing*, vol. 11, pp. 5508–5518, 2011.
- [6] M. A. Montes de Oca, T. Stützle, K. Van den Enden, and M. Dorigo, "Incremental social learning in particle swarms. *IEEE Transactions on Systems Man and Cybernetics Part B Cybernetic*, vol. 41, no. 2, pp. 368-384, 2011.
- [7] C. Banerjee and R. Sawal, "PSO with dynamic acceleration coefficient based on multiple constraint satisfaction," In *Proc. International Conference on Advances in Electronics Computers and Communications '14*, 2014, pp. 1-5.
- [8] B. Durmuş, "Chaotic map based tree seed algorithm," *Süleyman Demirel University Journal of Natural and Applied Sciences*, vol. 23, no. 2, pp. 601-610, 2019.
- [9] H. R. Tizhoosh, "Opposition-based learning: A new scheme for machine intelligence," In *Proc. International Conference on Computational Intelligence for Modelling, Control and Automation and International Conference on Intelligent Agents, Web Technologies and Internet Commerce (CIMCA-IAWTIC'06)*, 2005, pp. 695-701.
- [10] M. G. H. Omran and S. Sharhan. "Using opposition-based learning to improve the performance of particle swarm optimization," In *Proc. IEEE Swarm Intelligence Symposium*, 2008, pp. 1-6.
- [11] H. Wang, H. Ouyang, L. Gao, and W. Qin, "Opposition-based learning harmony search algorithm with mutation for solving global optimization problems," In *Proc. 26th Chinese Control and Decision Conference*, 2014, pp. 1090-1094.
- [12] S. K. Dinkar and K. Deep, "Accelerated opposition-based antlion optimizer with application to order reduction of linear time-invariant systems," *Arabian Journal for Science and Engineering*, vol. 44, pp. 2213-2241, 2019.
- [13] J. Zhao, L. Lv, and H. Sun, "Artificial bee colony using opposition-based learning," in *Genetic and Evolutionary Computing*, H. Sun, C. Y. Yang, C. W. Lin, J. S. Pan, V. Snasel, A. Abraham, Eds. Nanchang: Springer Cham, 2015, pp. 3-10.
- [14] J. Li, T. Chen, T. Zhang, and Y. X. Li, "A cuckoo optimization algorithm using elite opposition-based learning and chaotic disturbance," *Journal of Software Engineering*, vol. 10, no. 1, pp. 16-28, 2016.
- [15] H. Ming, W. Mingxu, and L. Xu, "An improved genetic algorithm using opposition-based learning for flexible job-shop scheduling problem," In *Proc. 2nd International Conference on Cloud Computing and Internet of Things*, 2016, pp. 8-15.
- [16] S. Rahnamayan, H. R. Tizhoosh, and M. M. A. Salama, "Opposition-based differential evolution algorithms," In *Proc. IEEE Congress on Evolutionary Computation*, 2006, pp. 2010-2017.
- [17] A. Askarzadeh, "A novel metaheuristic method for solving constrained engineering optimization problems: Crow search algorithm," *Computer & Structures*, vol. 169, June, pp. 1-12, 2016.

Machine Learning Based Short Term Load Estimation in Commercial Buildings

Mustafa Yasin ERTEN^{a,1}, Nihat İNANÇ^a

^{a,1}Kırıkkale University, Electrical-Electronics Engineering Department, Kırıkkale, Turkey

ORCID ID: 0000-0002-5140-1213

ORCID ID: 0000-0003-2989-6632

Abstract

Nowadays, there are many problems with the electricity system, such as increasing consumption, short-time overload during the intra-day, environmental problems caused by fossil fuel, and foreign-source dependency. Therefore, it is necessary to meet these increasing energy needs, minimize environmental impacts, and develop cost optimization solutions. In order to meet these requirements, it is necessary for the network to have a more dynamic structure and to have real-time monitoring and control systems. Furthermore, to develop the aforementioned system, it is necessary to estimate the load of the users in the system. Therefore, the developed artificial neural network-based load estimation algorithm is capable of high accuracy load estimates, and high precision data were obtained for use in the demand side management system.

Keywords: “Short term load prediction, Machine Learning, Artificial Neural Network, Demand Side Management”

1. Introduction

According to reports from the United Nations (UN), the world population is rising rapidly. The rapid development of technology and the growth of the population increase the energy requirement. The increased energy demand is hardly met due to limited energy resources. The annual energy demand growth rate in Turkey is approximately four times the rate of increase in worldwide energy demand. In the projection reports, it is predicted that 2/3 of the energy efficiency potential in the world will not be used in the period until 2035. Energy sources used in Turkey about 3/4 are imported. According to the IEA report, energy supply in Turkey was 144 Mtoe, energy intensity per unit of GDP is about 4.5. In other words, some of the energy supplied is wasted before it is used. Therefore, it is necessary to meet the increasing energy demand, minimize the effects on the environment and develop cost-optimized solutions. In order to meet these requirements, the grid should be more dynamic, and there should be systems capable of real-time monitoring and control (Molavi, H., & Ardehali, M. M. 2016).

Smart grids are energy management systems that monitor and control all market participants' supply and consumption behavior. Smart grids collect information about producers and consumers using information and communication technologies and use this information to increase supply continuity, technical quality, and efficiency. In the smart grid, the measurements taken from generation, transmission, and distribution systems are collected in one or more control centers, and it is ensured that the system responds automatically or semi-automatically according to the instantaneous needs of the grid (Fujiwara, T., & Ueda, Y. 2018). Measuring devices with communication capability and communication infrastructure are the most important parts of the smart grid. Therefore, one of the most critical steps to create a smart grid is the continuous monitoring of the grid and electricity quality. With the widespread use of smart grids and the expansion of the technological infrastructure, energy demand forecasting applications have begun to be developed for systems that can be monitored (Bruno, S., Dellino, G., La Scala, M., & Meloni, C. 2018).

In Turkey, similar to the rest of the world, approximately 1/3 of the energy demand is consumed by buildings. In addition, the consumption of buildings increases during peak hours of energy consumption. Especially the high consumption of commercial buildings and the increase in energy demand during peak hours constitute an essential area for Demand Side Management (DSM) applications. Therefore, monitoring, and more importantly, accurately estimating energy consumption is essential for the efficient operation of DSM applications (Aghajani, G. R., Shayanfar, H. A., & Shayeghi, H. 2017). Electrical load estimation studies have started to be done primarily with statistical models and autoregressive methods in the literature. However, with the rapid spread of artificial intelligence techniques and the successful results of estimation algorithms, electricity consumption estimations have started to be made with neural networks.

¹ Corresponding Author. Tel: +90-318-357-4242-1208
E-posta adresi: myerten@gmail.com

1.1. Related Work

Li, Ding, Zhao, Yi, and Zhang (2017) estimated the energy consumption in buildings with an extreme learning machine-based deep learning approach. The results obtained were compared with various machine learning methods and the developed model's success was demonstrated.

Mocanu, Nguyen, Gibescu, and Kling (2016) made 15-minute, hourly and weekly forecasts for buildings using Conditional Restricted Boltzmann Machine (CRBM) and Factored Conditional Restricted Boltzmann Machine (FCRBM) methods. It has been shown that the estimations made with the FCRBM method give better results than the estimations made with both CRBM and ANN, SVM, and RNN.

Berriel, Lopes, Rodrigues, Varejao, and Oliviera-Santos (2017) developed a system that estimates monthly energy consumption using three deep learning methods: deep fully connected network, convolutional neural network, and Long Term Short Memory (LSTM). It was determined that the best results were the estimations obtained with the LSTM model.

Rahman, Srikumar, and Smith (2018) made hourly forecasts for a commercial building in Utah and residential campuses in Texas using the Recurrent Neural Network (RNN). The accurate estimation performance of the method has been demonstrated with the results obtained.

Chen et al. (2017) offered an SVR model to predict load forecasting for four large office buildings in eastern China. Hourly load predictions were compared with other SVR model baselines. It is shown that the developed SVR model has better results and is more stable in short-term load forecasting compared other seven forecasting models.

Yildiz, Bilbao, and Sproul (2017) estimated hourly and daily electricity consumption of a campus and a technology company building in Sydney. Obtained results were used to compare with MLR models and ML methods. The estimation results made by MLR, NN-LM, NN-BR, NARX-LM, NARX-BR, RT, and SVR methods were compared with RMSE, MAPE, MBE, and R2 metrics. It has been observed that ML methods give better results than MLR models.

Kuo and Huang (2018) estimated the electricity load demand of consumers in the US coastal areas for the next three days using the Deep energy method. The success of the Deep Energy method was compared with the SVM, RF, DT, MLP, and LSTM methods using MAPE and CV-RMSE metrics. Deep Energy method showed 10% more accurate performance compared to other methods.

Xu, Li, Xie, and Zhang (2018) predicted electrical load estimation of Albert area in Calgary, USA, and a service restaurant located in MT, USA. A hybrid model is developed using the ELM method to model shallow features and the LSTM method to extract deep patterns. The hourly consumption estimations of the hybrid model were compared with the SVR, ELM, and LSTM methods. It was demonstrated that the estimations of the hybrid model were more successful than other methods.

Kim, Moon, Hwang, and Kang (2019) estimated the 30-minute consumption of three industrial distribution complexes in South Korea. The method called RICNN was created by combining the RNN method with the 1-D inception module. When the developed method is compared with the MLP, 1-D CNN, and RNN methods, it has been seen that the 30-minute prediction performance gives better results than other methods.

Chitalia, Pipattanasomporn, Garg, and Rahman (2020) predicted hourly, and daily load predictions for five commercial buildings located one in Thailand; one in India; and three in the USA. The study indicated that there is a 20-45% improvement in estimations made with LSTM, LSTM-assisted attention, BiLSTM, and BiLSTM-attention models compared to the state-of-the-art models. Also, attention models obtained better results for most of the scenarios.

Bendaoud and Farah (2020) made hourly and daily load forecasts using the Convolutional Neural Network (CNN) method. In the study using real consumption data in Algeria, the data was not used as a one-dimensional input to the CNN method; instead, the data was used as a two-dimensional input. Comparisons with GBRT, RF, and SVR methods showed that the developed method gave successful results. A summary of the mentioned literature studies is given in Table 1.

Table 1. Review of building load forecasting studies

Reference	Prediction Method	Compared Method	Metric	Time Horizon
Chen et.al.	SVR	SVR (baseline models)	ME, MAE	Hourly
Chitalia et.al.	LSTM, LSTM w/att., BiLSTM, BiLSTM w/att.	LSTM, LSTM w/att., BiLSTM, BiLSTM w/att.	RMSE, MAPE, CV	Hourly, daily
Yildiz et.al.	MLR, NN-LM, NN-BR, NARX-LM, NARX-BR, RT, SVR	MLR models vs ML methods	RMSE, MAPE, MBE, R ²	Hourly, daily
Kuo et.al.	Deep Energy	SVM, RF, DT, MLP, LSTM	MAPE, CV-RMSE	Daily (next three days)
Xu et.al.	Hybrid model (ELM/shallow features + LSTM/extract deep patterns)	LSTM, ELM, SVR	MAE, MRE, RMSE	Hourly
Kim et.al.	RICNN	MLP, 1-D CNN, RNN	RMSE, MAPE	30 min.
Li et.al.	ELM	BPNN, GRBFNN, SVR, MLR	MSE, RMSE	30 min., 60 min.
Mocanu et.al.	CRBM, FCRBM	ANN, SVM, RNN	KOKH	15 min., 60 min., daily, weekly
Berriel et.al.	LSTM	DFC, CNN	MSE, RMSE, MdAPE	Monthly
Rahman et.al.	RNN	MLP	MSE	Hourly
Bendaoud et.al	CNN	GBRT, RF, SVR	RMSE, MAPE	15 min., daily

In this study, the energy demand of a commercial building in Ankara is estimated, and the potential of commercial buildings for DSM applications is investigated. In this article, a hybrid short-term load forecast is presented by considering consumption data with a 10-minute time stamp, weather information (outdoor temperature), indoor temperature, lighting requirement time, time to be spent in daily overtime, and the number of people in the building between 2016-2018. The proposed model was developed by training with ANN, one of the machine learning algorithms, and the results obtained were evaluated with the Mean Absolute Error (MAE), Mean Absolute Percentage Error (MAPE), Mean Squared Error (MSE) and Root Mean Squared Error (RMSE) metrics, and their accuracy rates were determined. The frequency of historical data at high frequency, variables such as lighting and the number of personnel, and the use of the information such as overtime as parameters are the most important features of this article that distinguish it from other studies.

In the first part of the study, short-term electrical load estimation in commercial buildings is explained in light of the literature. The continuation of the work is organized as follows. In section II, the mathematical description of methods is introduced. Then, the proposed model is analyzed, the analysis results are discussed, and the simulation results are presented in section III. Finally, in section IV, conclusions are summarized, and future works are described.

2. Materials and Methods

2.1. Materials

The electrical load estimation problem has linear and non-linear characteristics due to its input parameters. Meanwhile, when considering the load consumption curves of commercial buildings, it is essential to organize the data by considering various cases such as weekdays - weekends, working hours - non-working hours, holidays - overtime. The input to be used in the model to be developed in the article is given in Table 2.

Weekdays, Weekends (Saturday - Sunday), Holiday (public and religious holidays), daily electric consumption, the previous day electric consumption, the previous week electric consumption, consumption on the same day of the previous year, the next day's consumption, the last 15 minutes' consumption, the previous day quarter-hourly consumption, the previous day quarter-hour consumption, are taken as input parameters for the past consumption prediction. In addition, outdoor temperature, indoor temperature, lighting requirement duration, overtime duration, and the number of people in the building are other input parameters. The lighting requirement duration parameter will be used for daily load forecasting but not for hourly load forecasting. The table containing the units of the variable is given in Table 3.

Data anomalies caused by measurement problems are solved by using filter in data preprocessing. The abnormality at the detected point is diagnosed by comparing it with the devices in the lower and upper layers. The missing lines were filled in by taking the average of the missing data in the previous and next time horizon and the data in the same time horizon.

Table 2. Variable for ANN

Variable	Abbreviation
Weekdays	Wd
Weekends	We
Holidays	H
The previous day electrical consumption	PDEC
The next day electrical consumption	NDEC
The previous week electrical consumption	PWEC
The previous hour electrical consumption	PHEC
The next hour electrical consumption	NHEC
The previous day hourly electrical consumption	PDHEC
The previous 10-min electrical consumption	P10EC
The previous day 10-min electrical consumption	PD10EC
The following 10 min. electrical consumption	F10EC

Table 3. Units of Variable

Input	Unit
Days of week	1-7
Temperature	°C
Electricity consumption	kWh
Number of people	-
Lighting requirement	Minutes
Overtime duration	Hour

2.2. Artificial Neural Network

Artificial neural networks are a model developed by being influenced by the human brain. Nerve cells communicate with each other and with synapses through electrical discharge events. The cells communicate with each other through their axons. In structures found in artificial neural networks, it combines the input information with an aggregate function filter it through the activation function, produces the necessary output and sends it to other nerve cells over network connections. The values of the

connections that will communicate the artificial neural networks are expressed as weight values. They form a network by connecting to form 3 main layers, namely the input layer, hidden layers, and output layer, which are located on a parallel line. The number of hidden layers can be increased or decreased according to the network's structure. In the light of this information, the organized information given to the input layer is processed and weighted with various activation functions in the hidden layers and directed to the output layer. It can be briefly summarized the key points to be considered in order for the network to produce correct output for the given data: to organize the data correctly, to choose the proper activation function for the developed model, and to determine the network weights correctly (Salahat, 2017).

Training the network is the process of learning the correct weights required for predicting the network. These values, which are randomly assigned at the beginning, are changed during the training according to the learning rule of the network. Then, using these values in another network, the weights are changed again, aiming to find the optimum values. If these optimum values give correct answers to the data in the test set, the network is considered trained. Among the models developed for learning, networks such as LVQ, SOM, ART, and Elman are frequently used (Owda, Omoniwa, Shahid, & Ziauddin, 2014).

Artificial neural networks are grouped under two main headings: feedforward networks and recurrent networks, depending on the information flow and the weighting of the network.

2.2.1 Feedforward Networks

Feedforward neural networks are the most basic form of ANN. Data only move forward to the hidden and output layers in such networks. Due to the memoryless nature of the system, this network is called a "static network". While the weights of the feedforward links can be changed during training thanks to the weight adjustment algorithm, it is not possible to change the feedforward link weights (Mena, Rodríguez, Castilla, & Arahah, 2014).

2.2.2 Recurrent Networks

In recurrent neural networks, there is a structure in which feedback is made to the hidden layers and input layers before the outputs in the output layer and hidden layers. Since this type of neural network has a dynamic memory structure, the output of the neurons does not depend on the input values valid for that situation. Because of this structure, recurrent networks are suitable for prediction applications. At the same time, recurrent networks provide successful results in estimating time series (Chernykh, Chechushkov, & Panikovskaya, 2014). NARX network structure is given in Figure 1.

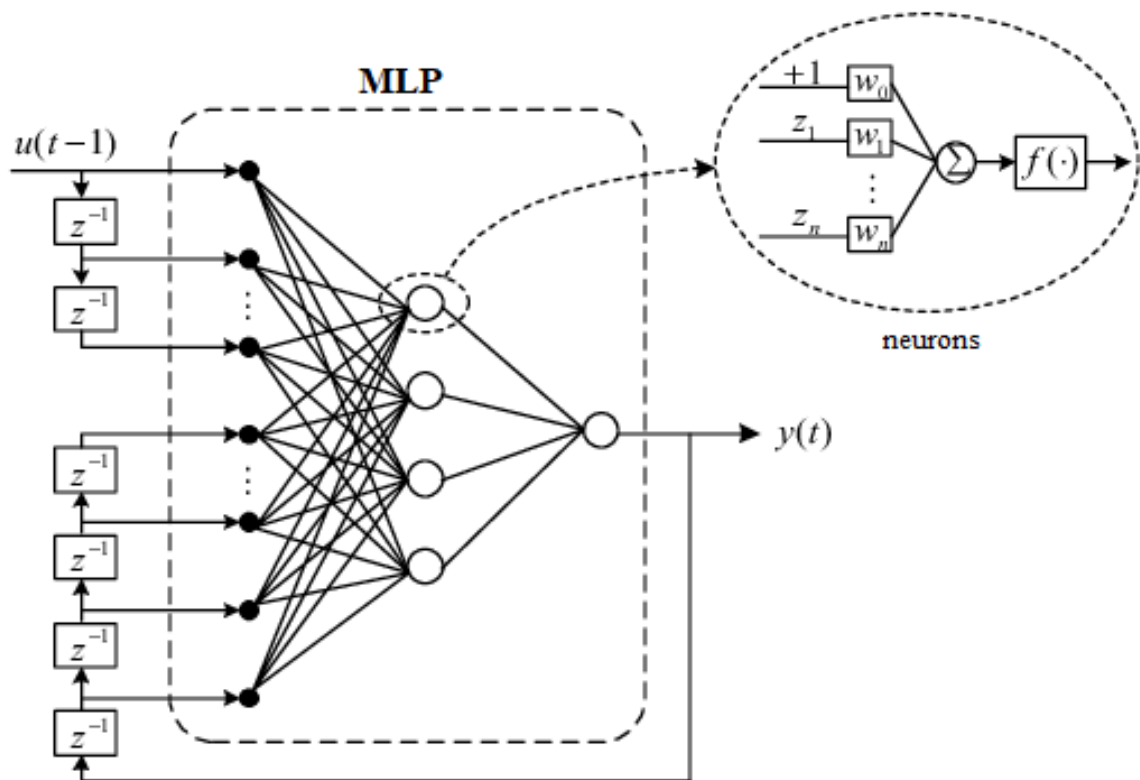


Figure 1. NARX network structure (Huang et al. 2017)

2.2.3 Prediction Assessment Metrics

It is very vital to measure the success of the prediction mechanism in the prediction model to be developed. In the literature, metrics such as Mean Absolute Error (MAE), Mean Absolute Percent Error (MAPE), Mean Squared Error (MSE), and Root Mean-Square Error (RMSE) are used to measure the prediction success of machine learning algorithms. The results obtained from these metrics enable measurement of the model's success by comparing the predictions of the developed model with the actual values.

Mean Squared Error (MSE) defines how close the estimates are to the actual value. It always produces positive-valued results and shows that models with MSE values close to zero are more successful. The formula for the MSE metric is given below.

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - f(x_i))^2 \quad (1)$$

In this equation, $f(x_i)$ represents the i -th value estimate of the model, and y_i represents the i -th real value.

Root Mean Squared Error (RMSE) expresses the standard deviation of the calculated errors between the forecast and the actual values. It expresses how close that data is to the truth around a line that expresses the correlation between the RMSE forecast data and the actual values. The RMSE value varies between 0 and ∞ . A zero RMSE indicates that the estimated value is the same as the actual value. As this value moves away from zero, it is understood that the error in the estimation values increases. The formula for the RMSE metric is given below.

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n e_i^2} \quad (2)$$

As can be understood from the equation, it is summed up by taking the squares of the inputs entering the model separately. The RMSE value can be calculated by taking the square root of the total.

Mean Absolute Error (MAE) determines the difference between two continuous variables. MAE measures the error by drawing a line that best expresses the input data and calculating the horizontal and vertical distances between the actual data and these values. Since the MAE value is easy to interpret, it is preferred in time series applications. The MAE value varies between 0 and ∞ . Models with MAE values close to zero show better prediction success. The equation of the MAE metric is shown below.

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |e_i| \quad (3)$$

Mean Absolute Percent Error (MAPE) is another MAE-based metric. MAPE is used to measure the accuracy of such applications because it is more successful in predicting time series models. It usually expresses accuracy as a percentage and is defined by the following equation:

$$MAPE = \frac{100}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|e_i|}{|A_i|} \quad (4)$$

Here e_i : represents the difference between the estimated value and the actual value. A_i is the actual value, n is the number of operations. The absolute value in this calculation is added up for each predicted point in time and divided by n by the number of fitted points. Multiplying by 100 makes it a % error.

3. Proposed Model

In order to develop a realistic and highly accurate model with the recurrent multilayer ANN model, two years of data covering the years 2017-2018 were collected in a commercial building in Ankara. In order to obtain reliable estimation results, it is very important that the data have a 10-minute timestamp.

The developed model allowed to increase the number of hidden layers. Adding the number of hidden layers increases the predictive power in some cases and complexity in other cases, making the model difficult to work. It has been tried to determine the optimum number of hidden layers by doing many experiments. At the same time, MSE, RMSE, MAE, MAPE metrics, whose equations were given in the previous section, were used to test the success of the developed model. Estimates were made by dividing our study into two parts, hourly and 10-minute. The results and discussions regarding the estimations will also be made in the following subsection. The developed ANN-based load prediction model flowchart is given in Figure 2.

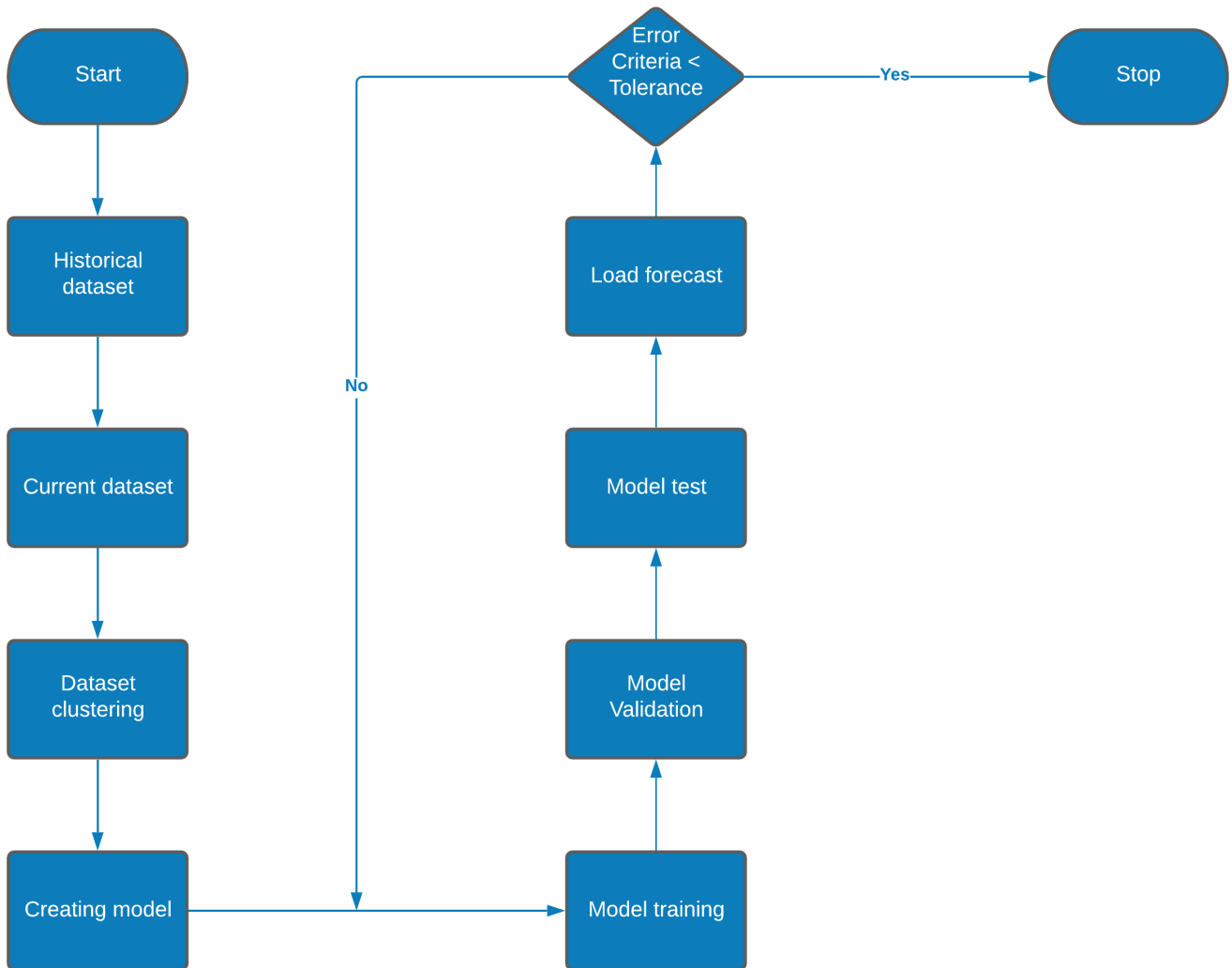


Figure 2. ANN-based load prediction model flowchart

3.1 Hourly ANN Prediction Model

In the hourly ANN prediction model, dataset was trained using 17520 pieces of data. 70% of this data amount was used as a training dataset, 15% as a test dataset, and 15% as a validation dataset. In order to develop a realistic and highly accurate model with the recurrent multilayer ANN model, two years of data covering the years 2017-2018 were collected in a commercial building in Ankara. In order to obtain reliable estimation results, it is very important that the data have a 10-minute timestamp. Hourly load prediction results with prediction metrics are given in Table 4. Regression plots for the hourly ANN model are given in Figure 3.

Table 4. Hourly prediction results

	Weekdays	Weekends	Holidays
MSE	0,2488	1,1312	0,0379
RMSE	0,4988	1,0636	0,1947
MAE	0,4735	0,8416	0,2401
MAPE	6,5937	9,1724	3,3611

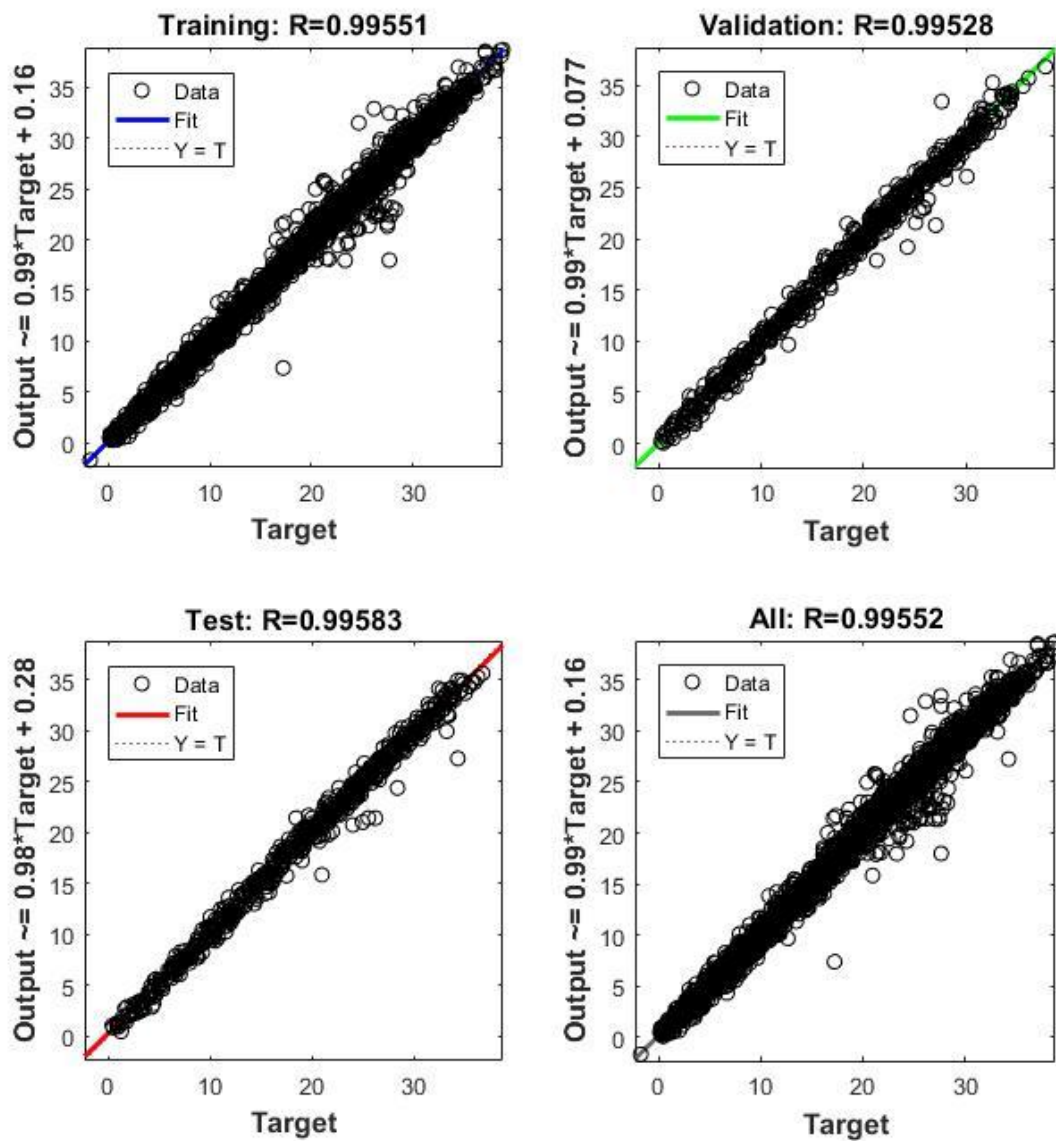


Figure 3. Regression plots for hourly ANN model

3.2 10 Minutes ANN Prediction Model

In the 10-minute ANN prediction model, the dataset was trained using 51840 pieces of data. 70% of this data amount was used as a training dataset, 15% as a test dataset, and 15% as a validation dataset. The estimation results were evaluated under three main headings: working days, weekends, and holidays. 10 minutes load prediction results with prediction metrics are given in Table 5. Regression plots for 10 minutes ANN model are given in Figure 4.

Table 5. 10 minutes prediction results

	Weekdays	Weekends	Holidays
MSE	0,6116	0,8926	0,2630
RMSE	0,7821	0,9448	0,5129
MAE	0,6427	0,7769	0,4344
MAPE	8,8962	10,660	6,0174

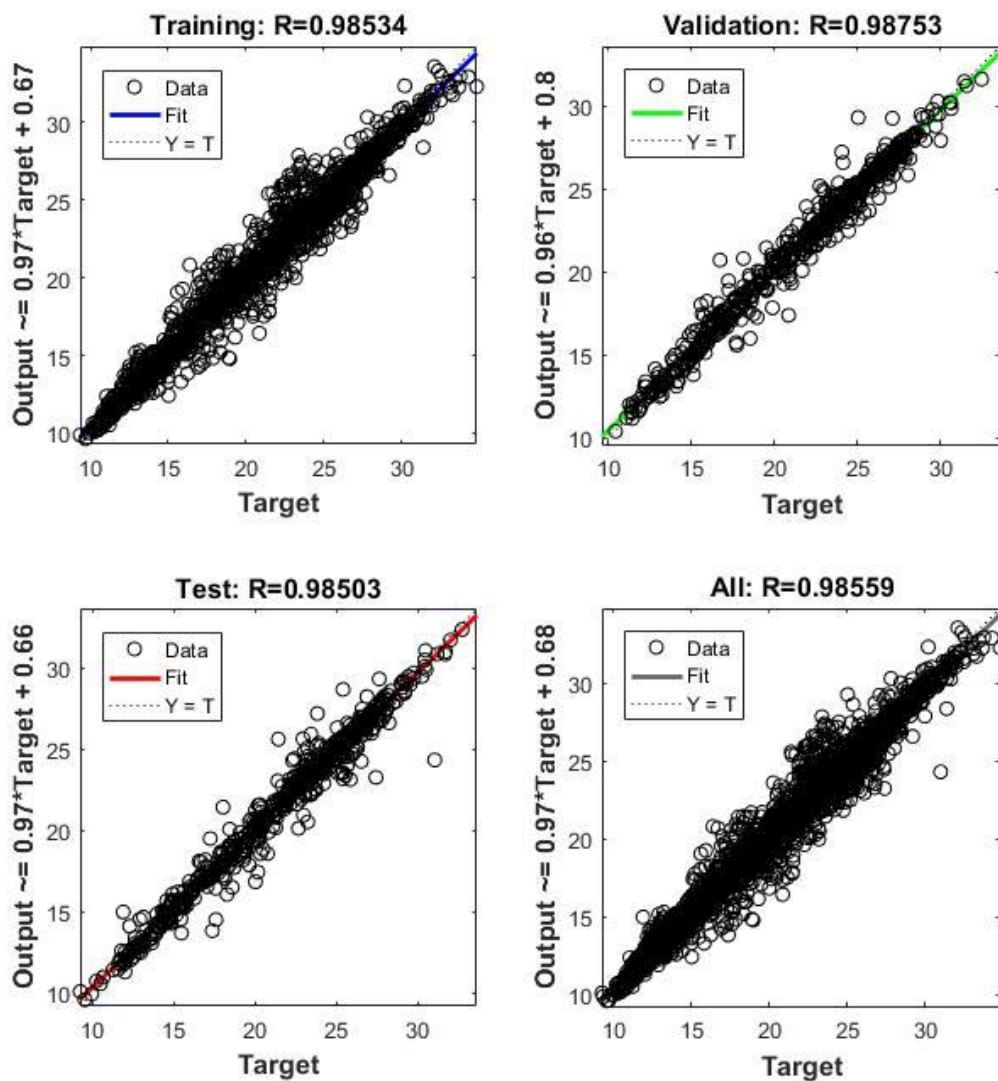


Figure 4. Regression plots for 10-min. ANN model

4. Conclusion and Future Works

This article uses a recurrent multilayer ANN method for short-term electrical load estimation in commercial buildings. The prediction model developed with this new approach has produced very successful results in terms of prediction assessment metrics. The most substantial aspect of the developed model is that increasing the variety and frequency of data works seamlessly with the optimum number of hidden layers in a simple structure and produces satisfactory results. This is because one of the most important parameters for estimation algorithms is data frequency. Therefore, the frequency of data used in the study and the input parameters such as illumination duration and the number of people, which are essential features that distinguish this study from other studies, are the most critical factors that increase the accuracy of the results obtained.

The success achieved in the prediction results by increasing the number of layers in the multilayer ANN model paves the way for more successful results using deep learning methods. In future studies, electric load estimation can be made using deep learning methods. In addition, it is thought that various optimization algorithms can be used to determine the most appropriate number of layers in such applications. In addition, ultra-short term load estimation studies can be made by using similar methods.

References

- Aghajani, G. R., Shayanfar, H. A., & Shayeghi, H. (2017). Demand side management in a smart micro-grid in the presence of renewable generation and demand response. *Energy*. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.03.051>
- Bendaoud, N. M. M., & Farah, N. (2020). Using deep learning for short-term load forecasting. *Neural computing and applications*, 32(18), 15029-15041.
- Berriel, R. F., Lopes, A. T., Rodrigues, A., Varejao, F. M., & Oliveira-Santos, T. (2017, May). Monthly energy consumption forecast: A deep learning approach. In *2017 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN)* (pp. 4283-4290). IEEE.
- Bruno, S., Dellino, G., La Scala, M., & Meloni, C. (2018). A Microforecasting Module for Energy Consumption in Smart Grids. *Proceedings - 2018 IEEE International Conference on Environment and Electrical Engineering and 2018 IEEE Industrial and Commercial Power Systems Europe, IEEEIC/I and CPS Europe 2018*. <https://doi.org/10.1109/EEEIC.2018.8494345>
- Chitalia, G., Pipattanasomporn, M., Garg, V., & Rahman, S. (2020). Robust short-term electrical load forecasting framework for commercial buildings using deep recurrent neural networks. *Applied Energy*, 278, 115410.
- Chen, Y., Xu, P., Chu, Y., Li, W., Wu, Y., Ni, L., ... & Wang, K. (2017). Short-term electrical load forecasting using the Support Vector Regression (SVR) model to calculate the demand response baseline for office buildings. *Applied Energy*, 195, 659-670.
- Chernykh, I., Chechushkov, D., & Panikovskaya, T. (2014). The prediction of electric energy consumption using an artificial neural network. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, 190 VOLUME 1, 109-117. <https://doi.org/10.2495/EQ140121>
- Fujiwara, T., & Ueda, Y. (2018). Load forecasting method for Commercial facilities by determination of working time and considering weather information. *7th International IEEE Conference on Renewable Energy Research and Applications, ICRERA 2018*, 5, 336-341. <https://doi.org/10.1109/ICRERA.2018.8567019>
- Huang, J., Jin, H., Xie, X., & Zhang, Q. (2007). Using NARX neural network based load prediction to improve scheduling decision in grid environments. In *Third International Conference on Natural Computation (ICNC 2007)* (Vol. 5, pp. 718-724). IEEE.
- Kim, J., Moon, J., Hwang, E., & Kang, P. (2019). Recurrent inception convolution neural network for multi short-term load forecasting. *Energy and buildings*, 194, 328-341.
- Li, C., Ding, Z., Zhao, D., Yi, J., & Zhang, G. (2017). Building energy consumption prediction: An extreme deep learning approach. *Energies*, 10(10), 1525.
- Kuo, P. H., & Huang, C. J. (2018). A high precision artificial neural networks model for short-term energy load forecasting. *Energies*, 11(1), 213.

- Ma, J., Qin, J., Salsbury, T., & Xu, P. (2012). Demand reduction in building energy systems based on economic model predictive control. *Chemical Engineering Science*, 67(1), 92–100. <https://doi.org/10.1016/j.ces.2011.07.052>
- Mena, R., Rodríguez, F., Castilla, M., & Arahál, M. R. (2014). A prediction model based on neural networks for the energy consumption of a bioclimatic building. *Energy and Buildings*, 82, 142–155. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.06.052>
- Mocanu, E., Nguyen, P. H., Gibescu, M., & Kling, W. L. (2016). Deep learning for estimating building energy consumption. *Sustainable Energy, Grids and Networks*, 6, 91-99.
- Molavi, H., & Ardehali, M. M. (2016). Utility demand response operation considering day-of-use tariff and optimal operation of thermal energy storage system for an industrial building based on particle swarm optimization algorithm. *Energy and Buildings*, 127, 920–929. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.06.056>
- Owda, H. M. H., Omoniwa, B., Shahid, A. R., & Ziauddin, S. (2014). Using Artificial Neural Network Techniques for Prediction of Electric Energy Consumption. Retrieved from <http://arxiv.org/abs/1412.2186>
- Rahman, A., Srikumar, V., & Smith, A. D. (2018). Predicting electricity consumption for commercial and residential buildings using deep recurrent neural networks. *Applied energy*, 212, 372-385.
- Saatwong, P., & Suwankawin, S. (2016). Short-term electricity load forecasting for Building Energy Management System. 2016 13th International Conference on Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology, ECTI-CON 2016. <https://doi.org/10.1109/ECTICon.2016.7561477>
- Salahat, S. (2017). Short-Term Forecasting of Electricity Consumption in Palestine Using Artificial Neural Networks. *International Journal of Artificial Intelligence & Applications*, 8(2), 11–21. <https://doi.org/10.5121/ijaia.2017.8202>
- Xu, L., Li, C., Xie, X., & Zhang, G. (2018). Long-short-term memory network based hybrid model for short-term electrical load forecasting. *Information*, 9(7), 165.
- Yildiz, B., Bilbao, J. I., & Sproul, A. B. (2017). A review and analysis of regression and machine learning models on commercial building electricity load forecasting. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 73, 1104-1122.

Analysis of The Factors Affecting The Density of Vaccine Centers by Fuzzy ELECTRE I Method

Kübra TÜMAY ATEŞ^{a,1}

^{a,1}Çukurova Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, 01330, Adana, Türkiye
ORCID ID: 0000-0002-3337-7969

Abstract

Nowadays, the increase in vaccinations due to the epidemic increases the density of health centers and shopping centers, which is another place where vaccinations are made, from time to time. The choice of vaccination sites varies from person to person, and this may increase the density of the vaccination sequence. The criteria that cause the increase in density were created by consulting the health personnel, the people who will be vaccinated and those who have had the vaccine, taking into account the conditions and situations that people care about. Alternatively, three different vaccine centers were selected. These centers are designated as hospitals, health centers and shopping centers. Care has been taken to ensure that the designated vaccination centers are places where daily vaccinations are performed. In order to determine the criteria, the opinions of the people were taken by applying a questionnaire. Thus, in this study, which was conducted for the first time, it was investigated which places were more dense with the determined nine criteria and the parameters affecting this density were tried to be analyzed with the Fuzzy ELECTRE I method. Knowing the reasons for these densities and revealing which institutions people frequently prefer for vaccination can prevent problems.

Keywords: “Bulanık ELECTRE I, Karar Verme Metotları, Bulanık Karar Verme”

1. Giriş

Dünya var olduğundan beri aşı uygulanmaktadır. Ancak günümüz şartlarındaki durumlar göz önüne alındığında aşılanma durumundaki süreç zaman zaman aksayabilmektedir. Bu aksaklıklar, insanların halihazırda aşı yaptırmak istememesi veya aşı yaptırmaktan duyduğu çekincelerden dolayı aşı merkezlerindeki yoğunluk durumunun belirsiz olmasıdır. Covid-19 aşılanma oranının dünya çapında yavaşlaması (Cihan, 2021) veya zaman zaman yığılmaların olması bu durumu tetikleyebilmektedir. Bu sebepler dışında, kişilerin aşı sonrası beklenmedik durumlarla karşılaşabileceği endişesi de önemli bir durum haline gelmiştir. Bu nedenlerin oluşturduğu belirsizlikler ışığında, bu çalışma aşı merkezlerinin yoğunluğunu etkileyen faktörlerin belirlenebilmesine ışık tutabilecektir. Aynı zamanda aşı olacak kişilerin hangi koşullar altında kendini daha rahat hissettiği ve bu durumla birlikte seçeceği alternatif aşı merkezinin hangisi olacağını belirlemenin çıkabilecek olası aksaklıkları öngörmek açısından önemlidir. Bu çalışmada çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan Bulanık ELECTRE I yöntemi ile aşı merkezlerinin yoğunluğunu etkileyen faktörlerin belirlenebilmesi ve kişilerin aşı yaptırmak için ağırlıklı olarak hangi kurumu tercih ettiği araştırılmıştır. Literatüre bakıldığı zaman karar verme problemlerinin, çok kriterli karar verme metotlarının bulanık mantığa entegre edilmesiyle çözüldüğünü görebiliriz. Bu yöntemler, sorunu çözmek ve sonuçları kantitatif hale getirebilmek için işe yarayan etkin yöntemlerdendir. Bu metotlar arasında, bulanık ELECTRE I –bulanık ELECTRE II, Chang Methodu, bulanık AHP, bulanık TOPSIS, bulanık DEMATEL, DELPHI, bulanık MOORA gibi birçok teknik yer almaktadır.

Akram ve ark., (2020), çalışmalarında bir otel tadilatı için en iyi iç mimar seçimi için Pisagor bulanık TOPSIS (CPF-TOPSIS) yöntemi ve karmaşık Pisagor bulanık ELECTRE I (CPF-ELECTRE I) yöntemi olmak üzere iki yeni model önermiştir. Güler (2012), konaklama sektöründe, getiri yönetimi uygulamalarının başarı faktörlerini genişletilmiş kapsam analizi yöntemi ile ortaya çıkarmayı amaçlamıştır. Gülsün ve Erdoğan (2021), çalışmalarında bulanık AHP ve bulanık TOPSIS metotlarını bankacılık sektöründe bir finansal analiz yapabilmek için kullanmıştır. Zile (2015), çalışmasında iş sağlığı ve güvenliği alanında bir sorunu ele alarak bulanık mantığı baz alarak bir bilgisayar programı geliştirmiş ve risk değerlendirme analiz modeli oluşturmuştur. Sirisawat ve Kiatcharoenpol (2018), yaptıkları çalışmada bulanık AHP ve bulanık TOPSIS yöntemlerinden yararlanarak elektronik endüstrisi için; her bir bariyerin ağırlığını çift yönlü karşılaştırıp, tersine lojistik alanında da ağırlıkları sıralama metodolojisi önermişlerdir. Heo ve ark., (2010), genişletilmiş bulanık AHP kullanarak, yenilenebilir enerji yayma programı değerlendirmesi için değerlendirme faktörlerinin analizini belirlemeyi amaçlamışlardır. Taylan ve ark., (2014) inşaat projelerini ve bunların tamamlanmamış, belirsiz durumdaki genel risklerini değerlendirmek için analitik araçları kullanmayı amaçlamışlardır. Aynı zamanda riski uygun bir kategoriye

¹ Sorumlu Yazar. Tel.: +90-322-338-6084-129

E-posta adresi: ktumay@cu.edu.tr

yerleştirmek ve stratejileri geliştirmek aynı zamanda da yüksek risk faktörlerini ortadan kaldırmaya çalışmışlardır. Bu çalışmayı yaparken fuzzy AHP ve fuzzy TOPSIS metotlarından yararlanmışlardır. Li ve ark., (2018), bulanık kümeyi kullanarak ve kural tabanlı bir karar destek mekanizması geliştirerek, işletmelerde nesnelerin internetinde etkili olan faktörleri bulanık AHP analizi ile değerlendirmek için teori geliştirmişlerdir. Dozic ve ark., (2018), bulanık AHP metotunu kullanarak yolcu uçak tipi seçimi için piyasa koşullarına ve havayolu şirketinin gereksinimlerini karşılayan uçak tiplerini seçen yaklaşım geliştirmişlerdir. Akkaya ve ark., (2015), endüstri mühendisliği sektörünün sorununa yönelik entegre bir bulanık AHP ve bulanık MOORA yaklaşımı uygulayarak gelecekte seçilebilecek ve revaçta olabilecek sektörleri değerlendirmek amacıyla kriterler belirleyerek bir çalışma yapmışlardır. Junior ve ark., (2014), bulanık AHP ve bulanık TOPSIS yöntemleri arasında bir karşılaştırma yaparak tedarikçi seçimi için model oluşturmaya çalışmışlardır. Sharma ve ark., (2018), sürdürülebilir gıda sektöründe tedarik zinciri yönetiminin geliştirilmesi amacıyla, güvenlik ve güvenliği artırmak için bulanık AHP metodu kullanarak başarı faktörlerini sıralamaya çalışmışlardır. Beşikçi ve ark., (2016), denizcilik endüstrisinde gemilerin yakıt tüketiminin düşürülmesi amacıyla bulanık AHP metodu kullanılarak operasyonel enerji verimliliğine sevk edilebilir önlemler almaya çalışmışlardır. Calabrese ve ark., (2018), sürdürülebilirliği stratejik karar alma sürecine bulanık AHP metodu ile entegre ederek sürdürülebilirlik konularının seçimi için yöntem geliştirmeyi amaçlamışlardır.

Li ve Wei (2018), dağıtım sistemlerinin seçim problemini çözebilmek için kriterler belirleyerek AHP metodu ve THOWA metotuna dayanan yeni karma bir yöntem önermişlerdir. Mandic ve ark., (2014), Sırp bankalarının mali parametrelerinin analizini yapabilmek için bulanık AHP ve TOPSIS yöntemlerini uygulamışlardır. Çalışmalarındaki amaç finansal performansın değerlendirilmesini kolaylaştıracak bulanık çok kriterli bir model önermektir. Li ve ark., (2018), çalışmalarında; performans biçimlendirme faktörleri ilişkisinin ağırlıklarını belirleyebilmek ve bulanık mantıkla analitik hiyerarşi süreci güvenilirliğini daha objektif olarak değerlendirmek için bulanık AHP temelli bir yöntem oluşturulmuşlardır. Gupta (2018), kuruluşların performansını yeşil insan kaynakları yönetiminin rolü, çevre yönetiminde ve yeşil yönetimde uygulamaları temelinde değerlendirmek amacıyla üç fazlı bir metodoloji kullanarak son aşamasında bulanık TOPSIS metodu ile sipariş tercihi belirlemeyi amaçlamışlardır. Abdel Basset ve ark., (2019), tedarik zincirindeki riskleri ölçmek için nötrofilik analitik hiyerarşi süreci (N-AHP) ve (N-TOPSIS) entegre bir şekilde kullanarak risk yönetimi üzerinde önemli bir etkisi olan belirsiz ve eksik bilgiler için eşleştirme yapmak amaçlanmıştır. Pandey ve ark., (2017), birleştirilmiş bulanık AHP ve bulanık DEMATEL metotuna dayanan, insan kaynakları ve teknoloji kriterlerinin değerlendirilmesine ilişkin bir yaklaşım önermişlerdir. Ligus ve Peternek (2018), yapmış oldukları çalışmada bulanık AHP-TOPSIS yöntemlerini entegre bir şekilde kullanarak Polonya'da en uygun düşük emisyonlu enerji teknolojileri gelişiminin belirlemeye çalışmışlardır. Shahab ve ark., (2018), çevresel analiz çalışmalarında, seçimlerin uygunluğunu incelemek için çok kriterli karar verme yöntemleri kullanılmıştır. Seçim kriterlerinin ağırlıklandırılmasında Delphi Analitik Hiyerarşi Prosesi (DAHP) kullanılmış ve en karlı adayları belirlemek için fuzzy TOPSIS yaklaşımı kullanılarak sonuçları yorumlanmıştır. Moktedir ve ark., (2018), kurumsal sosyal sorumluluk sürücülerinin önceliklendirilmesi amacıyla, gelişmekte olan bir ayakkabı sektöründe bulanık AHP yaklaşımı uygulayarak önceliklendirme sonuçlarını tartışmışlardır. Abdel-Basset ve ark., (2019), yapmış olduğu çalışma çok kriterli karar verme tekniklerinden AHP ve bulanık TOPSIS yöntemlerini kullanarak petrol alanları gelişimi için proje seçimi ile ilgili öneriler geliştirmiş, sonuçları yorumlamıştır. Kapsamlı literatür çalışması sonucunda çok kriterli karar verme metotlarının çok farklı alanlarda başarılı bir şekilde uygulandığı görülmektedir. Günümüz salgın koşulları ve aşı yaptıranın zorunluluğu göz önünde bulundurulduğunda, aşı merkezlerinin seçimini etkileyen faktörlerin belirlenebilmesi ve nihai aşı merkezlerinden birine karar verebilmenin önemi artmıştır. Yapılan bu çalışmada, tüm koşullar ele alınarak aşı merkezlerinin yoğunluğunu etkileyen kriterlerin belirlenmesinin yanında kişilerin aşı merkezi seçimini kolaylaştırabilecek bir çözüm yöntemi önermek amaçlanmıştır. Böylece; literatürdeki karar verme yöntemlerinden ve incelenen konulardan farklı olarak, bulanık ELECTRE I metodu ile aşı merkezlerinin yoğunluğunu etkileyen faktörler belirlenmiş ve aşı merkezlerinin efektif bir şekilde seçilebilmesi konusu ilk kez ele alınmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışmada kişilerin aşı yaptırmak için hangi faktörleri göz ardı edip hangilerini daha önemli buldukları analiz edilmiştir. Kriterlerin belirlenmesi için sağlık personelleri ve aşıyı yaptırmış ve aşıyı yaptıracak olan kişilerin görüşleri alınmıştır ve dokuz adet kriter belirlenmiştir. Tüm bunların neticesinde kişilerin aşı yaptırmak için sağlık ocağını mı, hastaneyi mi yoksa alışveriş merkezlerini mi tercih edeceği araştırılmıştır. Alternatif kurumlar A_1 = Sağlık ocağı, A_2 = Hastane, A_3 = Alışveriş merkezi olarak adlandırılmıştır. Kriterler ise; K_1 : Kurumun Kalabalık olması, K_2 : Aşının çeşidi, K_3 : Kuruma olan uzaklık ve ulaşım koşulları, K_4 : Ortamın sterilizasyonu, K_5 : Çalışan personelin tavrı, K_6 : Aşı sonrası bekleme koşulları, K_7 : Aşı sonrası olası müdahale durumu, K_8 : Kişinin yaşı K_9 : Kişinin cinsiyeti olarak belirlenmiştir. Kriterler belirlendikten sonra bulanık ELECTRE I uygulanarak kişilerin ağırlıkla hangi kurumu tercih edebileceği bulunmuştur.

2.1. Bulanık Mantık

Belirsizlik durumlarında temel rol oynayan karar verme teorisi olasılıksal durumlarda etkili bir yöntem olmayabilir. Bu durumlarda bulanık mantık teorisi devreye girer ve karar verme sürecini kolaylaştırabilir (Ligus ve Peternek, 2018) Zadeh (1968), belirsizlik altında karar verme durumlarında '0' ve '1' üyelik derecelerinin yetersiz olacağını ifade etmiş ve yeni bir teori öne sürmüştür. Üyelik değerlerinin sadece '0' ve '1' olarak değil arasındaki değerleri de alabileceğini vurgulayarak [0,1] olarak ifade etmiştir. Buckley'nin teorisi üç parametrelili gösterime dayanan; '1' en az olası değer, 'm' en olası değer ve 'u' ise en çok olası değer olarak ifade edilen üçgensel üyelik fonksiyonu denklemdir. Bu eşitlik Denklem 1'deki gibi hesaplanabilir (Capocelli ve De Luca, 1973).

$$\mu_A(x; l; m; u) = \begin{cases} \frac{(x-l)}{(m-l)}, & 1 \leq x < m \\ (u-x)/(u-m) & m \leq x \leq u \\ 0, & x > u, x < l \end{cases} \quad (1)$$

2.2. Bulanık ELECTRE I

Bulanık ELECTRE'de dilsel tercihler kolaylıkla bulanık sayılara dönüştürülebilir. Başka bir ifadeyle, ELECTRE değerlendirme sürecinde bulanık sayıları kullanan karar verme tek bir değer üzerinden değildir. Bir bulanık sıralama ilişkisi, $k \leq l$, olmak üzere, bulanık ELECTRE üzerinde her bir alternatif çift (A_k, A_l) ile ilişkili sıralama seviyesini gösteren bir üyelik fonksiyonu (k, l) ile karakterize edilebilir (Wu ve Chen, 2011). Bulanık ELECTRE'ye ait adımlar sırasıyla açıklanmıştır.

1. *Adım*: Kriterlerin ağırlıkları belirlenmesi: İlk aşamada karar vericiler, önemlerine göre kriter ağırlığını belirler. Daha sonra bu ağırlıklar, bulanık üçgen sayılara çevrilir ve Denklem (1) deki gibi hesaplanır

$$w_j = (l_j, m_j, u_j) .$$

$$l_j = \min_k \{y_{jk}\} \quad m_j = 1/k \sum_{k=1}^k y_{jk} \quad u_j = \max_k \{y_{jk}\} \quad (2)$$

Ardından, her bir kriter için bulanık önem ağırlıkları Denklem (2) ve Denklem (3) uygulanarak normalleştirilir:

$$\hat{W} = (w_j^1, w_j^2, w_j^3) \quad (3)$$

$$w_j^1 = \frac{1/l_j}{\sum_{j=1}^n 1/l_j} \quad w_j^2 = \frac{1/m_j}{\sum_{j=1}^n 1/m_j} \quad w_j^3 = \frac{1/u_j}{\sum_{j=1}^n 1/u_j} \quad (4)$$

2. *Adım*: Karar matrisi (X) oluşturulur

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{1m} \end{bmatrix} \quad (5)$$

Burada $i = 1, 2, \dots, m$; $j = 1, 2, \dots, n$ ve $x_{ij} = (i)$ kriterinin (j) alternatifinin değerini ifade etmektedir.

3. *Adım*: Normalize matrisin oluşturulması: Karar matrisi oluşturduktan sonra normalleştirme işlemi Denklem (6) ve Denklem (7) deki gibi yapılır.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{j=1}^m x_{ij}^2}} \quad (6)$$

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1} & r_{m2} & \cdots & r_{mn} \end{bmatrix} \quad (7)$$

Burada;

r_{ij} = Alternatifler (i) ve kriterlerden (j) seçim ölçümlerinin normalleştirilmesi

x_{ij} = (i) kriterinin (j) alternatifinin değeri

m = alternatif sayısı

n = kriter sayısını ifade etmektedir.

4. *Adım*: Normalize edilen matrisin ağırlıklandırılması: Normalizasyondan sonra, R matrisinin her bir sütunu, karar verici tarafından belirlenen ağırlıklar (w_{ij}) ile çarpılarak V matrisi oluşturulur. Her bir kriter için normalleştirilmiş matris ağırlığı aşağıdaki gibi tanımlanır:

$$W = [W_{ij}]_{m \times n} \quad i=1,2,\dots,n \text{ için} \quad j=1,2,\dots,m \quad (8)$$

matris çarpımı şeklinde tüm ağırlıklar (V^n) için Denklem (9)'daki gibi hesaplanır.

$$V^1 = \begin{bmatrix} v^1_{11} & v^1_{12} & \dots & v^1_{1n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ v^1_{m1} & v^1_{m2} & \dots & v^1_{mn} \end{bmatrix} \quad (9)$$

Burada;

v_{ij} = V ağırlıklı normalleştirilmiş karar matrisinin elemanı.

w_j = j. kriterin ağırlığı.

r_{ij} = normalleştirilmiş R karar matrisinin elemanları

V^1 = Normalleştirilmiş matrislerin ağırlıklandırılmış halini ifade etmektedir.

5. *Adım*: Uyum ve uyumsuzluk kümelerinin hesaplanması:

Her alternatif A_k ve A_l çifti için ($k, l = 1, 2, 3, \dots, m$), j kriteri için karar matrisi 2 alt kümeye bölünür.

İlk olarak $\{C_{kl}$ uyum kümesini ifade etmek üzere} uyum kümesi, alternatif A_k 'ın A_l alternatifinden daha iyi olduğu ağırlıklandırma kriterlerinin toplamını gösterir. (Denklem 10).

$$C_{kl} = \{j \mid v_{kj} \geq v_{lj}\} \quad j = 1, 2, \dots, n \quad \text{için} \quad (10)$$

İkinci olarak, uyumsuzluk kümesi $\{D_{kl}\}$ şu şekilde verilir:

$$D_{kl} = \{j \mid v_{kj} < v_{lj}\} \quad j = 1, 2, \dots, n \quad \text{için} \quad (11)$$

Burada;

C_{kl} = uyum kümesi

D_{kl} = uyumsuzluk seti

v_{kj} = matris V indeksi

v_{lj} = matris V indeksini ifade etmektedir.

6. *Adım*: Uyum (C_{pq}) ve uyumsuzluk (C_{pd}) indeksinin hesaplanması:

$$\begin{aligned} C_{pq}^1 &= \sum_{j^*} w_{j1} \\ C_{pq}^2 &= \sum_{j^*} w_{j2} \\ C_{pq}^3 &= \sum_{j^*} w_{j3} \end{aligned} \quad (12)$$

Burada j^* , uygunluk setine dahil edilen kriterlerdir. Uyumsuzluk indeksi Denklem (13) ile belirlenmektedir. D_{pq}^2 ve D_{pq}^3 'de Denklem (13) yardımı ile hesaplanmaktadır.

$$D_{pq}^1 = \frac{\sum_j |v_{pj}^+ - v_{qj}^+|}{\sum_j |v_{pj}^+ - v_{qj}^+|} \quad (13)$$

7.Adım: Nihai uyum ve uyumsuzluk indeksleri belirlenerek alternatiflerin sıralaması yapılır:

Denklem (14)'ün durulaştırma işlemi olduğu söylenebilir, nihai uyum değeri diğer alternatiflerden daha büyük ve nihai uyumsuzluk değeri daha küçük ise bir alternatif daha iyi olacaktır. Nihai uyum (C_{pq}^*) ve uyumsuzluk (D_{pq}^*) aşağıdaki Denklem (14) kullanılarak hesaplanabilir. Denklem (15)'de belirtilen formül ile de alternatifler sıralanır.

$$C_{pq}^* = \sqrt[z]{\prod_{z=1}^z C_{pq}^z}$$

$$D_{pq}^* = \sqrt[z]{\prod_{z=1}^z D_{pq}^z} \quad (14)$$

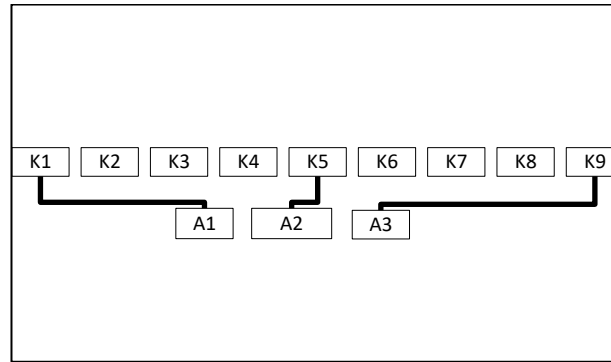
$$C(p,q) \geq C \text{ dan } D(p,q) \leq D \quad (15)$$

3. Araştırmanın Bulguları

Kurulan hiyerarşik yapıya göre, belirlenen dokuz kriter ile üç alternatif kurumun seçimi bulanık sayıların karşılığı değerinde yapılmıştır. Yapılan anketlerde ölçek olarak likert kullanılmış ve bulanık sayı eşdeğerlikleri Tablo 1'deki gibi alınmıştır. (Özçakar ve Demir, 2011).

Tablo 1. Karar kriterlerinin sözel ifadeler ve üçgensel bulanık sayı değerleri

Sözel İfadeler	Üçgensel Bulanık Sayı Karşılık Değerleri
Çok iyi	(9,10,10)
İyi	(7,9,10)
Orta İyi	(5,7,9)
Orta	(3,5,7)
Orta Kötü	(1,3,5)
Kötü	(0,1,3)
Çok Kötü	(0,0,1)



Şekil 1. Alternatif kurum seçiminin şematik gösterimi

Problemin tanımlanması ve kriterlerin belirlenmesinden sonra alternatif kurumların ağırlıklı seçim önceliklerine ait şema K :kriterler A: Alternatif kurum olmak üzere Şekil 1'deki gibi verilmiştir. Problemin tanımına göre belirlenen dokuz kriterin kişilerin alacağı kararı nasıl etkileyeceğini ölçmeye çalışmaktır. A₁, A₂ ve A₃ kriterlerin hiyerarşik yapısına göre sembolik olarak belirtilmiştir.

Problem için öncelikle kriterlerin ağırlıkları belirlenmiştir. Bu aşamada karar vericiler, kendi fikirlerine göre anketi puanlar. Daha sonra bu ağırlıklar, bulanık üçgen sayılara çevrilir ve Denklem (1) deki gibi hesaplanır.

Tablo 2'de Bulanık ELECTRE I' in 1. Adım uygulanarak karar matrisi oluşturulmuştur. Karar matrisinde karar vericiye ait üçgen bulanık sayı değerleri kullanılmıştır.

Tablo 2. Bulanık karar matrisinin kriterler ve alternatifler ile oluşturulması

	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇	K ₈	K ₉																			
A ₁	3.50	4.00	4.50	1.50	2.00	2.50	2.50	3	3.50	0.67	1.00	1.50	2.50	3	3.50	1.50	2.00	2.50	2.50	3	3.50	0.67	1.00	1.50	1	1	1	
A ₂	0.67	1.00	1.50	0.67	1.00	1.50	0.67	1.00	1.50	2.50	3	3.50	1	1	1	0.67	1.00	1.50	0.67	1.00	1.50	2.50	3	3.50	0.67	1.00	1.50	
A ₃	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.67	1.00	1.50	1.50	2.00	2.50	1	1	1	1	1	1	1	2.50	3	3.50

Daha sonra Denklem (6) ve Denklem (7) uygulanarak normalize edilmiş karar matrisi Tablo 3'deki gibi elde edilmiştir.

Tablo 3. Alternatif kurumlara ait normalize edilmiş karar matrisi

	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇	K ₈	K ₉
A ₁	0.9	0.7	1.1	0.4	1.1	0.9	0.8	0.4	0.4
A ₂	0.4	0.4	0.4	1.1	0.4	0.4	0.2	1.1	0.4
A ₃	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4	0.7	0.3	0.4	0.9

Normalize edilmiş karar matrisinin oluşturulmasının ardından 4. Adım uygulanarak Denklem (8) ve Denklem (9) kullanılarak Tablo 4'deki alternatif kurumlara ait ağırlıklandırılmış karar matrisi elde edilmiştir.

Tablo 4. Alternatif kurumlara ait ağırlıklandırılmış karar matrisi

	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇	K ₈	K ₉
A ₁	0.00	0.00	0.27	0.13	0.05	0.11	0.00	0.08	0.01
A ₂	0.00	0.00	0.09	0.38	0.02	0.05	0.00	0.22	0.01
A ₃	0.00	0.00	0.10	0.13	0.02	0.10	0.00	0.07	0.02

Adım 5'in Tablo 4'e uygulanması ile Tablo 5. ve Tablo 6 oluşturulmuştur. Burada Denklem (10) ve Denklem (11) kullanılarak uyum kümeleri matrisi elde edilmiş ve Denklem (12) ile eşik değeri alternatiflerin hesaplanmıştır. Denklem (12) ve Denklem (13) uygunluk kümeleri matrislerine uygulanmış ve uyum indeksi değeri 0.5 elde edilmiştir.

Tablo 5. Alternatif kurumlara ait uygunluk kümesi

A₁-A₂	1	1	1	0	1	1	1	0	0
A₁-A₃	1	1	1	1	1	1	1	1	0
A₂-A₁	1	1	0	1	0	0	1	1	1
A₂-A₃	1	1	0	1	0	0	1	1	0
A₃-A₁	1	1	0	0	0	0	1	0	1
A₃-A₂	1	1	1	0	1	1	1	0	1

Tablo 6. Alternatif kurumlara ait uyumsuzluk kümesi

A₁-A₂	0.0	0.0	0.2	0.2	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0
A₁-A₃	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
A₂-A₁	0.0	0.0	0.2	0.2	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0
A₂-A₃	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
A₃-A₁	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
A₃-A₂	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0

Uygunluk ve uyumsuzluk kümelerinin belirlenmesinden sonra uyum ve uyumsuzluk matrisi Tablo 7'deki gibi elde edilmiştir.

Tablo 7. Alternatif kurumlara ait uyum ve uyumsuzluk matrisleri

	A₁	A₂	A₃
A₁	0	0.59	0.04
A₂	0.40	0	0.12
A₃	0.88	0.84	0

7.Adım'da bulunan Denklem (14), Tablo 7'ye uygulanarak durulaştırma işlemi yapılmış ve nihai uyum indeksleri 0.48 olarak elde edilmiştir. Denklem (15) kullanılarak, Tablo 7'deki tüm alternatiflerin değerleri uyum indeksi değeri ile kıyaslanarak Tablo 8 elde edilmiştir.

Tablo 8. Alternatif kurumlara ait uyum indeksi değeri ile oluşturulan nihai matris

	A ₁	A ₂	A ₃
A ₁	0	0	1
A ₂	1	0	1
A ₃	0	0	0

Tüm adımların tamamlanmasından sonra Tablo 8'e göre alternatiflerin sırası $A_2 > A_1 > A_3$ olarak elde edilmiştir. A_2 : kişilerin aşılama için hastaneyi tercih etmesi ağırlıklı olarak ilk sırada yer almıştır. İkinci sırada tercih edilen kurum-yer A_1 : sağlık ocakları olmuştur. Son olarak ise A_3 : alışveriş merkezlerinin tercih edilmesi son sırada yer almıştır. Tüm sonuçlar değerlendirildiğinde kişilerin belirlenen faktörler dahilinde hastaneleri daha öncelikli olarak tercih ettiği görülmüştür.

4. Tartışma ve Sonuç

Salgın hastalığın çıkmasının ardından aşılama çalışmalarının başlaması ile bir takım aksaklıklar gündeme gelmiştir. Ortaya çıkan bu durum sonucunda aşı yapan kişiler ve aşı olan kişiler zaman zaman buldukları aşı merkezlerinin koşullarından endişe duyabilmektedir. Aynı zamanda aşı yapılan merkezlerin o anki şartları kişilerin aşı yapıp yaptırmayacağı kararını da etkilemektedir. Aşı yaptıracak olan kişilerin kaygılarının yanında dünya genelinde aşılama hızının yavaşlaması bazı aşı merkezlerindeki yoğunlukları da değiştirebilmektedir. Bu durum zaman zaman ülkemizdeki belirlenmiş olan üç farklı aşı merkezinin durumunu da etkileyebilmektedir. Stabil olmayan bu durum karşısında aşı olacak kişinin randevusunu alırken neleri kriter olarak aldığı ve aşı yaptırmadan önce kararını hangi faktörlerin etkilediği araştırılmıştır. Aşılacak kişiler, kimi zaman aşı yaptıran kişilerin olumsuz deneyimlerinden etkilenerek aşı merkezi seçimi esnasında kendilerine zorluk yaratabilmekte ya da aşı olmayı erteleyebilmektedirler. Bütün bu olumsuz durumlar ön planda tutularak ve aşı yaptıracak kişilerin duygu durum ve düşünceleri de göz önünde bulundurularak, aşı merkezlerinin seçimi esnasında hangi kriterlerin daha öncelikli olduğu çalışmanın önemini arttırmıştır. Böylelikle içinde bulunulan koşulların iyileştirilebilmesi ve aşı yaptıracak olan kişilerin kaygılarının azaltılabilmesi mümkün olabilecektir. İyileşen bu durum karşısında aşı olacak kişilerin aşı merkezlerini seçerken daha rahat ve daha tereddütsüz olabilecektir.

Böylelikle; bu çalışmada çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan Bulanık ELECTRE I yöntemi ile aşı yaptıracak olan kişilerin hangi faktörler doğrultusunda hangi kuruma gittiği analiz edilmeye çalışılmıştır. Kriterlerin K_1 : Kurumun Kalabalık olması, K_2 : Aşının çeşidi, K_3 : Kuruma olan uzaklık ve ulaşım koşulları, K_4 : Ortamın sterilizasyonu, K_5 : Çalışan personelin tavrı, K_6 : Aşı sonrası bekleme koşulları, K_7 : Aşı sonrası olası müdahale durumu, K_8 : Kişinin yaşı K_9 : Kişinin cinsiyeti olarak belirlenmesinin ardından, aşı yapılan üç farklı alternatif kurum-yer karar vericiye bırakılmıştır. Karar vericinin hangi faktörler neticesinde hangi kuruma-yere gideceği alternatif seçim anlayışı ile belirlenmiştir. Bulanık ELECTRE I'in tüm adımlarının tamamlanmasından sonra sonuçlara bakıldığında; aşı yaptırmak isteyen kişilerin hastaneleri ağırlıklı olarak ilk sırada tercih etmişlerdir. Diğer bir yer olan sağlık ocağını ise ikinci ağırlıkla, alışveriş merkezlerinin ise üçüncü ağırlıkla tercih edildiği görülmüştür.

Bu çalışma neticesinde alternatif kurumların-yerlerin sırası A_2 - A_1 - A_3 olarak belirlenmiştir. Yapılan bu analiz sonucunda içinde bulunduğumuz dönemdeki pandemi koşullarının iyileşmesi söz konusu olabilecek ve teknik aksaklıkların giderilmesi kolaylaşabilecektir. Bu çalışma sonrasında yapılacak olan çalışmalar için farklı karar verme yöntemleri kullanılarak karşılaştırmalar yapılabilir. Aynı zamanda birden fazla bulanık mantık süreci kullanılarak alternatif yaklaşımlar önerilebilir.

Referanslar

Abdel-Basset, M., Gunasekaran, M., Mohamed M, & Chilamkurti N, (2019). A framework for risk assessment, management and evaluation: Economic tool for quantifying risks in supply chain. *Future Generation Computer Systems*, 90: 489-502.

Akkaya G, Turanoğlu, B. & Öztaş, S., (2015) An integrated fuzzy AHP and fuzzy MOORA approach to the problem of industrial engineering sector choosing, *Expert Systems with Applications*, 42(24): 9565-9573.

Akram, M., Garg, H. & Zahid K. (2020). Extensions of ELECTRE-I and TOPSIS methods for group decision-making under complex Pythagorean fuzzy environment. *Iranian Journal of Fuzzy Systems*, 17(5):147-164.

Alizadeh, S., Rad, MMS., & Bazzazi, A.A. (2016). Alunite processing method selection using the AHP and TOPSIS approaches under fuzzy environment. *International Journal of Mining Science and Technology*, 26(6): 1017-1023,

Beşikçi, E.B., Kececi, T., Arslan., O, & Turan O, (2016). An application of fuzzy-AHP to ship operational energy efficiency measures. *Ocean Engineering*, 121: 392-40.

- Buckley, J.J., (1985). Fuzzy hierarchical analysis, *Fuzzy sets and systems*, 17(3):233-247.
- Calabrese, A., Costa, R., Levialedi, N., Menichini, T. (2018). Integrating sustainability into strategic decision-making: A fuzzy AHP method for the selection of relevant sustainability issues, *Technological Forecasting and Social Change*.
- Capocelli, R.M., De Luca, A. (1973). Fuzzy sets and decision theory, *Information and control*, 23(5): 446-473.
- Cihan, P. (2021). Forecasting fully vaccinated people against COVID-19 and examining future vaccination rate for herd immunity in the US, Asia, Europe, Africa, South America, and the World. *Applied Soft Computing*, 111: 107708.
- Dožić, S. (2018). Lutovac, T. ve Kalić, M. Fuzzy AHP approach to passenger aircraft type selection. *Journal of Air Transport Management*, 68: 165-175.
- Gupta, H. (2018). Assessing organizations performance on the basis of GHRM practices using BWM and Fuzzy TOPSIS. *Journal of environmental management*, 226: 201-216.
- Güler, M.E. (2012). Prioritization of Revenue Management Factors: A Synthetic Extent Analysis Approach/Getiri Yönetimi Faktörlerinin Önceliklendirilmesi: Sentetik Kapsam Analizi Yaklaşımı, *Ege Akademik Bakış*, 12(2): 161.
- Gülsün, B., Erdoğan, K.N. (2021). Bankacılık Sektöründe Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi ve Bulanık TOPSIS Yöntemleri ile Finansal Performans Değerlendirmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 25(1): 1-15.
- Heo E, Kim J, Boo K-J, (2010). Analysis of the assessment factors for renewable energy dissemination program evaluation using fuzzy AHP. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(8): 2214-2220.
- Junior FRL, Osiro L, ve Carpinetti LCR, (2014). A comparison between Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS methods to supplier selection, *Applied Soft Computing*, 21: 194-209.
- Li P, Zhang L, Dai L, Zou Y, Li X, (2018). An assessment method of operator's situation awareness reliability based on fuzzy logic-AHP. *Safety Science*.
- Li S, Wei & Z, (2018). A hybrid approach based on the analytic hierarchy process and 2-tuple hybrid ordered weighted averaging for location selection of distribution centers. *PLoS one*, 13(11):e0206966.
- Ligus M, & Peternek, P. (2018). Determination of most suitable low-emission energy technologies development in Poland using integrated fuzzy AHP-TOPSIS method, *Energy Procedia*, 153: 101-106.
- Ly PTM, Lai WH, Hsu CW, Shih FY, (2018). Fuzzy AHP analysis of Internet of Things (IoT) in enterprises. *Technological Forecasting and Social Change*, 136: 1-13.
- Mandic K, Delibasic B, Knezevic S, Benkovic S (2014). Analysis of the financial parameters of Serbian banks through the application of the fuzzy AHP and TOPSIS methods. *Economic Modelling*, 43: 30-37.
- Moktadir A, Rahman T, Jabbour CJC, Ali SM, Kabir G (2018). Prioritization of drivers of corporate social responsibility in the footwear industry in an emerging economy: A fuzzy AHP approach. *Journal of Cleaner Production*, 201:369-381.
- Özçakar N, Demir HH, (2011). Bulanık TOPSIS Yöntemi ile Tedarikçi Seçimi. *İstanbul Üniversitesi İşletme İktisadi Enstitüsü Dergisi*, 22(69): 28-33.
- Pandey A, Kumar A, (2017). Commentary on "Evaluating the criteria for human resource for science and technology (HRST) based on an integrated fuzzy AHP and fuzzy DEMATEL approach. *Applied Soft Computing*, 51: 351-352.
- Sharma YK, Yadav AK, Mangla SK Patil PP, (2018). Ranking the Success Factors to Improve Safety and Security in Sustainable Food Supply Chain Management Using Fuzzy AHP, *Materials Today: Proceedings*, 5(5): 12187-12196.
- Sirisawat P, Kiatcharoenpol T, (2018). Fuzzy AHP-TOPSIS approaches to prioritizing solutions for reverse logistics barriers. *Computers & Industrial Engineering*, 117:303-318.
- Taylan O, Bafail AO, Abdulaal RM, Kabli MR, 2014. Construction projects selection and risk assessment by fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS methodologies. *Applied Soft Computing*, 17: 105-116.

Wu MC, Chen TY. (2011). The ELECTRE Multicriteria Analysis Approach Based on Atanassov's Intuitionistic Fuzzy Sets. *Expert Systems with Applications*. 38(10):12318-12327.

Zadeh LA, 1968. Probability measures of fuzzy events, *Journal of mathematical analysis and applications*, 23(2): 421-427.

Zile M, 2015. İş Güvenliği Risk Değerlendirme Analiz Modellemesi ve Yazılımının Bulanık Mantıkla Oluşturulması. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 30(2): 267-274.

Relationship Between Metals In Ovacık Stream Sediment Samples

Güllü KIRAT^{a,1}

^{a,1}Department of Geological Engineering, Faculty of Architecture and Eng. Yozgat Bozok University, Yozgat, Turkey
ORCID ID: 0000-0002-5859-9592

Abstract

Ovacık Village is located in Balıkesir province and is 12 km away from Balıkesir Center. The GPS coordinates of Ovacık Village are 39° 43' 51" North and 27° 47' 37" East. The stream sediments in the study area consisted of the erosion of magmatic, metamorphic and volcanic rocks and surface waters and eroded rock particles along the stream bed. The relationship between metals in stream sediments has been investigated on the basis of geochemical properties. As, Cd, Cu, Mn, Ni, Pb and Zn element contents of 23 stream sediment samples were taken from different locations from Ovacık village and its surroundings. The minimum, maximum, medyan, median and standard deviation values of these metals in the stream sediments were calculated and it was observed that the mean values were higher than the standard deviation values. The minimum and maximum values (ppm) of the metals studied As: 7.7 - 51.3, Cd: 0.13 - 0.58, Cu: 25.2 - 70.6, Mn: 661 - 1135, Ni: 8.6 - 33.7, Pb: 12.3 - 57.7 and Zn: 59 - 220 According to the Spearman correlation coefficient values, a strong positive correlation was observed between As - Cu, Cd - Pb, Cd - Zn, Cu - Ni and Pb - Zn metal associations ($p < 0.01$). Factor analysis was made with the obtained analysis results and 3 different factor values were created and analyzed. Factor 1: Cd - Pb - Zn association and 37.01% of the total variance; Factor 2: Cu - Mn - Ni association and 24.7% of the total variance; Factor 3: As and total variance was 18.4%, the total variance value was found to be 80.1%. The spatial distributions of the metals were analyzed using the Surfer 9.0 program in the creation of the distribution maps. As and Cu elements at locations 16 and 17; Mn and Ni elements at locations 3, 6 and 7; Cd, Pb and Zn elements have the highest values in locations 3, 12 and 20, they show a similar distribution.

Keywords: "Stream Sediment, Spearman Correlation, Variance Value, Mean Value, Standard Deviation"

1. Giriş

Akarsu sedimanları genellikle bölgesel jeokimyasal araştırmalar için bir keşif aracı olarak kullanılmaktadır [1, 2]. Aktif akarsu çökeltileri ince - orta taneli katı malzemeyi (killi-siltli-kumlu) temsil eder ve akarsu veya nehir suyu ile aşınmış kayaların ve toprağın erozyonundan oluşan parçacıklar akıntıya bağlı olarak dere yatağı boyunca sürünerek taşınır. Bu nedenle, dere drenaj ağının kaynak havza alanını temsil eder [3, 4].

Nehirlerdeki akarsu çökeltisinin mineralojisi, parçacık boyutu ve jeokimyasını, kaynak kayaların bileşimini, fiziksel ve kimyasal ayrışmayı, havzanın hidrolojik ve morfolojik özelliklerini ve iklim özelliklerini yansıtmaktadır [4, 5, 6, 7, 8].

Jeokimyasal ve mineralojik özelliklerin, akarsu sedimanlarının partikül boyutu dağılımı üzerindeki etkisi önemlidir [4, 9].

Birçok araştırma sonucu, tortunun kimyasal bileşiminin, aşağıdakilerden dolayı tane boyutuna göre değiştiğini ortaya koymaktadır:

- mineralojik ve dokusal olarak farklı tane boyutlarına katkıda bulunan çok sayıda kaynak;
- kaya parçalarının mekanik olarak daha ince bileşenlere ayrılması;
- zayıf tanelerin kimyasal olarak bozunma ürünlerine dönüşmesi.

Bir akarsu tortusu örneğindeki boyut fraksiyonlarının incelenmesi, farklı jeolojik süreçleri tanımlamak için kullanılır. Bir bölgenin jeokimyasının nasıl yorumlanabileceği üzerinde büyük bir etkiye sahip olabilirler [4, 6].

¹ Corresponding author. Tel.: 0354 2421001
E-mail: gullu.kirat@yobu.edu.tr

Akarsu sedimanları, magmatik, tortul ve volkanik kökenli kayaların aşınmasından kaynaklanır. Bunlardan bazıları kolayca aşınırken, bazıları ise özellikle kristal ve metamorfik kayaların yalnızca yüzey katmanları akıntıdan etkilenirler. Ağır minerallerin magmatik, metamorfik ve tortul kayalarda olduğu bilinmektedir. Bu mineraller yüksek özgül ağırlığa sahiptir ve yeterli büyüklükte konsantrasyonlarda ve yeterince büyük boyuttaki birikintilerde meydana gelirse ekonomik olarak değerlidirler. Akarsu sedimanları da kısa bir süre içinde büyük ölçekli tarımsal faaliyetlerden etkilenir [10].

Çalışma alanı ve çevresindeki dere sediment örnekleri istatistiksel olarak analiz edilerek jeokimyasal özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Bu çalışmada, As, Cd, Cu, Mn, Ni, Pb ve Zn elementlerinin korelasyon değerleri, faktör değerleri ve alansal dağılımları incelenerek ve dere sedimentlerindeki ağır metal kirliliği ve çevreye etkisi incelenmeye çalışılmıştır.

2. Jeoloji

Ovacık Köyü Balıkesir ilinde yer almakta olup, Balıkesir Merkez Köyleri semtinde bulunan Ovacık Köyü Balıkesir Merkez ilçesine bağlıdır. Ovacık Köyü haritası konumu ise $39^{\circ} 43' 51''$ Kuzey ve $27^{\circ} 47' 37''$ Doğu koordinatlarıdır. Ovacık Köyü bağlı olduğu Balıkesir Merkez ilçe merkezine 12 kilometre mesafe uzaklıktadır (Şekil 1). Tarımsal ekonominin merkezinde olup oldukça işlek yolların kavşağında yer alan bir ulaşım merkezidir.

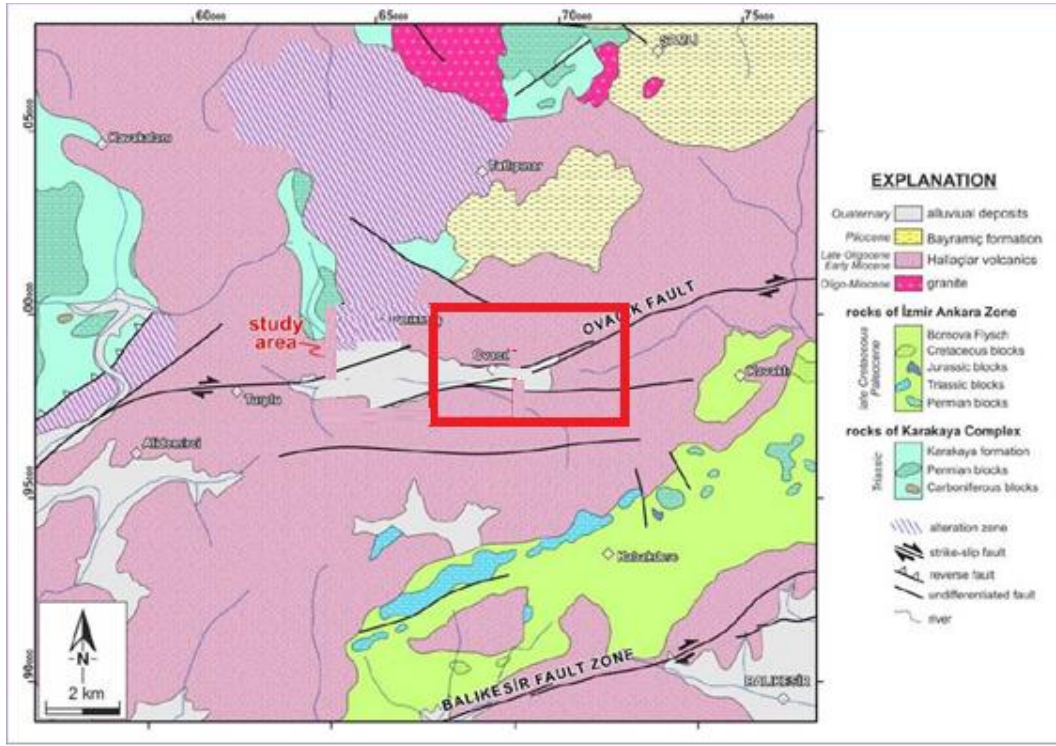
Tersiyer yaşlı volkanik kayalar, Türkiye'nin kuzeybatısındaki birçok hidrotermal Au yataklarını içermektedir [11]. Epithermal Au (\pm Ag) yatakları volkanik, tortul ve metamorfik kayaların üzerinde yer almaktadır. Cevher mineralleri çoğunlukla Au ve Ag gibi değerli metallere ancak bazı epitermal yataklarda Cu, Pb ve Zn gibi bazı metaller de bulunmaktadır [12].

Altın cevherleşmesi, dünyada çoğunlukla yapısal olarak kontrol edilebilir çatlak, makaslama kırıklarında ve faylanmalarla ilişkilidir. Çalışma alanı ve çevresi Hallaçlar Volkanikleri içerisinde yer almaktadır (Şekil 2). Hallaçlar volkanik kayaları Üst Oligosen-Erken Miyosen yaşlıdır [13]. Bu kayalarda zamanla değişime uğramıştır ve ana alterasyon zonları silisleşme ve kaolinleşme şeklindedir. Ayrıca çalışma alanında pirit mineralizasyonu da gözlenmektedir. Hallaçlar Formasyonu kırmızı, kahverengi, beyaz-kirli sarı renkte olup andezitik-dasitik ve silisleşmiş kayalar ve bunların alterasyon ürünlerinden oluşmuştur [14].

Hallaçlar Formasyonu'nun petrografik incelemesi sonucunda biyotit, hornblend, ojit ve kuvars içeren bir matris ile biyotit mikrolitleri içeren volkanik camı malzemeye sahip olduğu görülmüştür [15].



Şekil 1. Çalışma alanına ait yer bulduru haritası



Şekil 2. Çalışma alanı Jeoloji Haritası [16]

3. Materyal ve Method

Çalışma alanındaki dere yatağında örnekleme lokasyonları seçilmiş ve GPS ile 23 adet örnek alınmıştır. Her lokasyondan 0,5-1 kg ağırlığında alınan sediment örnekleri numaralandırılarak oda sıcaklığında kurutuldu. Tüm numuneler, < 2 mm açıklığa sahip paslanmaz çelik bir elek kullanılarak elendi.

Element analizleri (mikrodalga sistemde ekstraksiyondan sonra) Me-MS41 yöntemi ve ICP-MS (Endüktif Eşleşmiş Plazma-Kütle Spektrometresi) cihazı kullanılarak yapılmıştır [17].

4. Tartışma ve Sonuçlar

İnceleme alanı ve yakın çevresinden alınan 23 adet dere sediment örneğinden elde edilen analiz sonuçları istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. As, Cd, Cu, Mn, Ni, Pb ve Zn elementlerinin aritmetik ortalama değerlerinin standart sapma değerlerine göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

Tablo 1. Çalışma alanı dere sedimentlerinin jeokimyasal veri setinin istatistiksel özeti (n = 23)

	As	Cd	Cu	Mn	Ni	Pb	Zn
N	20	20	20	20	20	20	20
A.Ortalama	20.0	0.3	44.7	920.3	14.8	27.9	90.4
Medyan	16.75	0.2	42	951.5	13.95	22.45	83.5
Std. Sapma	10.6	0.1	11.6	143.1	5.7	13.5	33.5
Aralık	43.6	0.45	45.4	474	25.1	45.4	161
Minimum	7.7	0.13	25.2	661	8.6	12.3	59
Maksimum	51.3	0.58	70.6	1135	33.7	57.7	220

İncelenen elementler arasında hesaplanan sperman korelasyon katsayılarına göre, As-Cu, Cd-Pb, Cd-Zn, Cu-Ni, ve Pb-Zn arasında yüksek pozitif bir korelasyon olduğu görülmüştür.

Tablo 2. Elde edilen elementler arası sperman korelasyon katsayıları

	As	Cd	Cu	Mn	Ni	Pb	Zn
As	1						
Cd	-0,314	1					
Cu	.613(**)	-0,098	1				
Mn	0,008	.496(*)	0,356	1			
Ni	0,331	-0,136	.778(**)	0,177	1		
Pb	-0,14	.730(**)	-0,185	0,315	-0,287	1	
Zn	-0,242	.894(**)	0,028	.503(*)	0,083	.703(**)	1
**	Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).						
*	Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).						

Korelasyon matrisinde bir değişkenin diğer bir değişken ile ilişkisi belirlenir. Faktör analizlerinin amacı, korelasyonları açıklamak için faktörler elde etmektir. Korelasyon matrislerine bakılarak faktör sayısı belirlenebilir. Her bir değişken yüksek korelasyon gösteren değişken ile aynı grupta toplanır ve faktör oluşturulur [18].

Hesaplanan toplam varyansa göre, başlangıç özdeğerlerinin sütununun altında 1. sütunda tüm değişkenler, 2. sütunda değişkenlerin özdeğerleri, 3. sütunda özdeğerlerin açıkladığı varyans yüzdeleri, 4. sütunda eklemeli varyans değerleri yer almaktadır.

Döndürme yapıldıktan sonra karesel yüklerin toplamı sütununda bulunan özdeğerlerde, varyans % ve eklemeli varyans değerleri değişmiştir. Fakat toplam eklemeli varyanslar değişmemiştir. Tablo 3 incelendiğinde 1. faktör toplam varyansın yaklaşık % 37'sini açıklamaktadır. 2. faktör toplam varyansın yaklaşık % 24'ünü 3.faktör ise toplam varyansın yaklaşık % 18'ini açıklamaktadır. Bu varyans değerleri giderek azalmaktadır. Özdeğerleri 1'den büyük olan ilk 3 faktörün toplam varyansının açıklama yüzdesi % 80.083 olup oldukça yüksek bir değerdir.

Tablo 3. Çalışma alanı dere sedimaentlerinin (n = 23) 7 element için üç faktörün açıklanan toplam varyansı

Açıklanan Toplam Varyans						
Bileşenler	Başlangıç Özdeğerleri			Döndürme Yapıldıktan Sonra Karesel Yüklerin Toplamı		
	Toplam	Varyans %	Kümülatif %	Toplam	Varyans %	Kümülatif %
As	2.607	37.238	37.238	2.591	37.011	37.011
Cd	2.049	29.275	66.513	1.726	24.663	61.674
Cu	0,95	13.570	80.083	1.289	18.410	80.083
Mn	0,631	9.014	89.097			
Ni	0,387	5.530	94.627			
Pb	0,236	3.373	98.000			
Zn	0,14	2.000	100.000			

Varimax rotasyonlu temel bileşen analizinde, Tablo 4’te görüldüğü gibi 1. Faktörde Cd, Pb ve Zn; 2. Faktörde Cu, Mn ve Ni; 3. Faktörde As değişkeni yer almaktadır. Faktör 1 doğal / jeolojik (Pb-Zn cevherleşmesi) ve antropojenik (eski maden kalıntıları veya atıkları), Faktör 2 doğal / litolojik kirlilik kaynakları ile ilgili olabilir. Faktör 3 olarak adlandırılan As grubu ise, kil mineralleri ile ilgili olabilir.

Faktör 1 olarak adlandırılan As-Ba grubu, bu elementlerin jeolojik ve antropojenik kirlilik kaynakları ile ilgilidir.

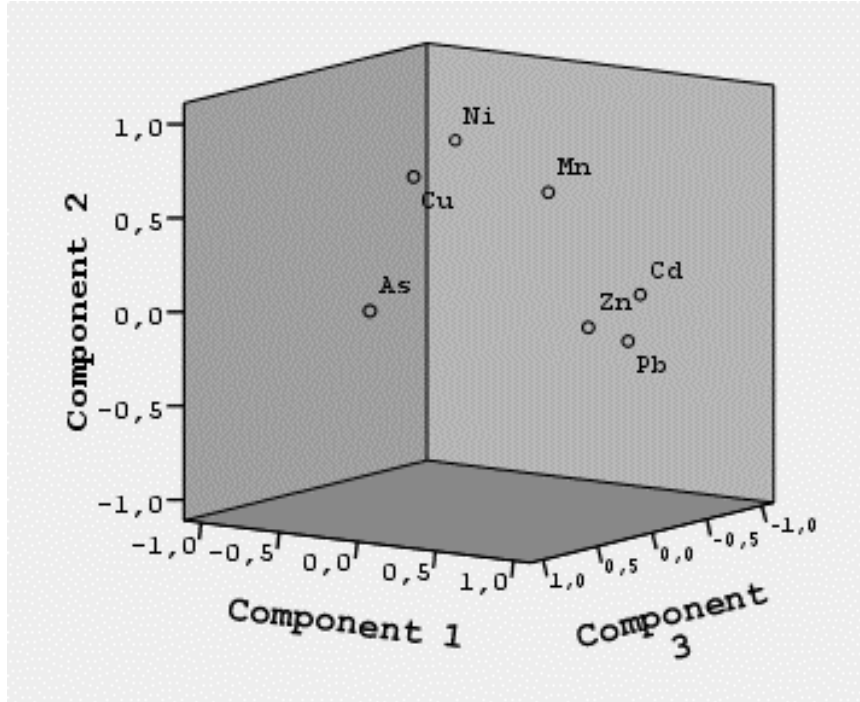
Tablo 4. Rotasyonlu Faktör Matris Değerleri

	Faktör 1	Faktör 2	Faktör 3
As	-0.018	0.095	0.97
Cd	0.906	0.11	-0.182
Cu	-0.044	0.745	0.534
Mn	0.496	0.65	0.073
Ni	-0.167	0.845	-0.024
Pb	0.919	-0.118	-0.053
Zn	0.805	-0.028	0.148

Matematiksel olarak hesaplandığında, rotasyonsuz faktör yüklerinin faktör dönüşüm matrisi ile çarpılmasıyla, rotasyonlu faktör yükleri elde edilmektedir (Tablo 5). Faktör yükleri grafiğinde, faktörler ile faktör yükleri yer almaktadır. Bu grafikteki değişkenler, faktörler ile ortak varyanslardır (Şekil 3).

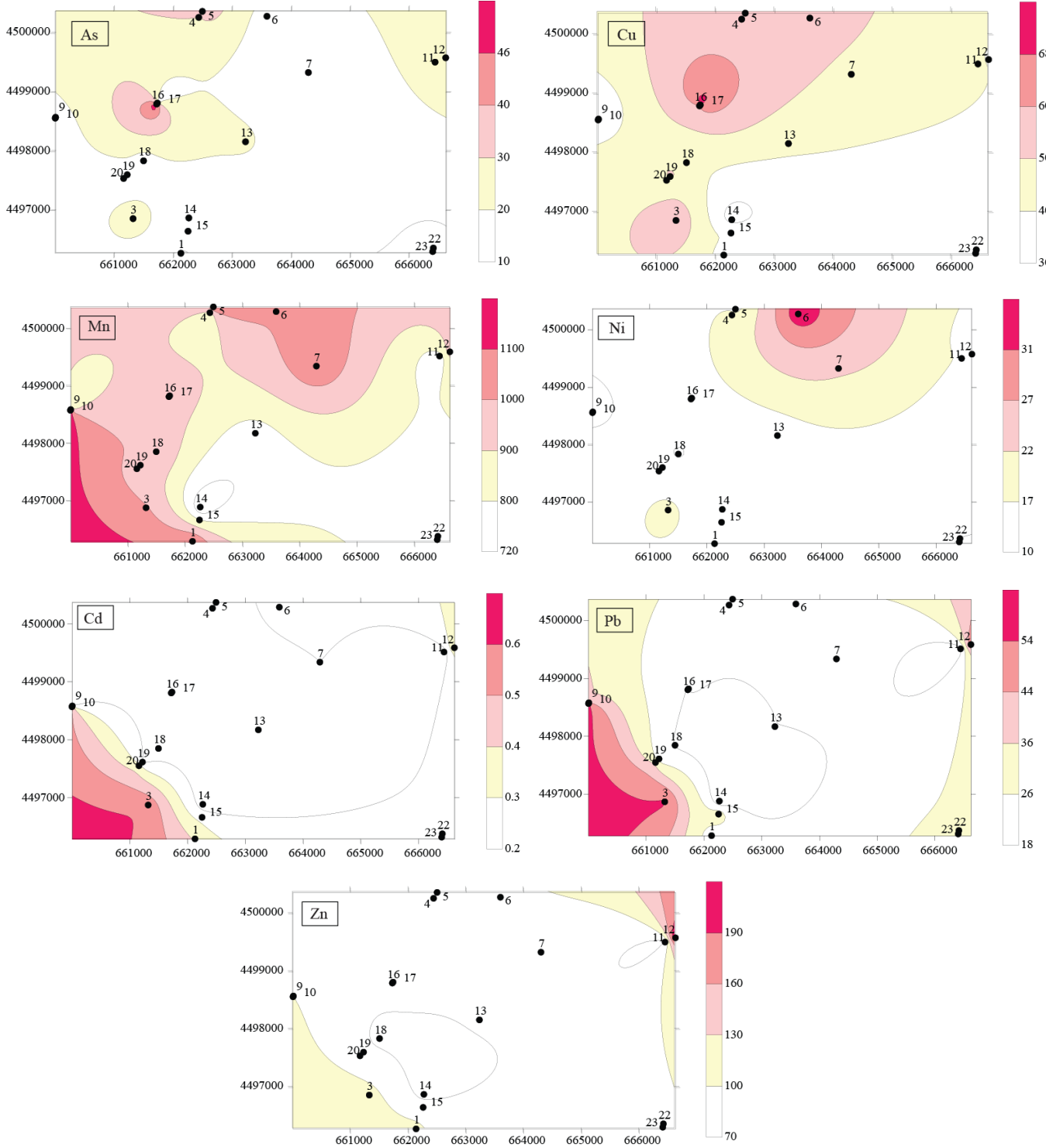
Tablo 5. Faktör Dönüşüm Matris Değerleri

	Faktör 1	Faktör 2	Faktör 3
Değişkenler 1	0.993	0.113	-0.029
Değişkenler 2	-0.078	0.829	0.554
Değişkenler 3	0.087	-0.548	0.832



Şekil 3. Faktör Yükleri Grafiği

Çalışma alanı ve çevresindeki dere sedimentlerinin alansal dağılımları Şekil 4’te verilmiştir. As ve Cu elementleri benzer bir alansal dağılım göstermektedir. Bu element değerleri 16 ve 17 nolu lokasyonlarda en yüksek değerlere sahip olduğu görülmüştür. Mn ve Ni elementleri çalışmada benzer bir dağılım göstermektedir. 3, 6 ve 7 nolu lokasyonlarda en yüksek element değerlerine sahiptir. Ayrıca, Mn değeri 1 ve 3 nolu lokasyonda da yüksek bir değere sahiptir. Cd, Pb ve Zn element değerleri de benzer bir dağılım göstermiştir. Cd ve Pb elementleri çalışmada alanın güneybatısında yani, 3 nolu lokasyonda yüksek değere sahip olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca, Pb ve Zn 12 nolu lokasyonda da yüksek element değerlerine sahiptir.



Şekil 4. Dere sedimentlerindeki elementlerin alansal dağılımı

5. Sonuç

Balıkesir Merkez ilçesine 12 km uzaklıkta bulunan çalışma alanı ve çevresindeki dere sedimentleri magmatik, metamorfik ve volkanik kayalardan meydana gelmiştir. Çalışma alanı ve çevresinden farklı lokasyonlardan GPS yardımıyla 23 adet dere sediment örneği alınarak element içerikleri incelenmiştir. Dere sedimentlerindeki bu metallerin ortalama değerleri standart sapma değerlerinden yüksek olduğu görülmüştür. Spearman korelasyon katsayısı değerlerine göre, As - Cu, Cd - Pb, Cd - Zn, Cu - Ni ve Pb - Zn metal ($p < 0.01$) birliktelikleri arasında yüksek pozitif korelasyon gözlenmiştir. Yapılan faktör analizleri ile 3 ayrı faktör değeri oluşturulmuştur. Faktör 1: Cd, Pb, Zn birlikteliği, Faktör 2: Cu, Mn, Ni birlikteliği ve Faktör 3: As ve Cu element birliktelikleri gözlenmiştir. Ayrıca incelenen metallerin dağılım haritaları oluşturularak metallerin alansal dağılımları incelenmiştir. As ile Cu elementleri Mn ile Ni ve Cd, Pb ile Zn elementleri bazı lokasyonlarda çok yüksek değerlere sahip olmakla birlikte benzer bir dağılım göstermişlerdir.

Katkı Belirtme

GRC Madencilik Ltd. Şirketi bu çalışma sırasında desteklerini esirgemedikleri için teşekkür ederim.

Referanslar

- [1] Ayodele, O. S. and Ogunniyi, S. O., "Geology and Stream Sediment Geochemical Survey of Okemesi Area", Southwestern Nigeria. *Transnational Journal of Science and Technology*, 2:73-97, 2011.
- [2] Cannon, W. F., Woodruff L. G. and Pimley S., "Some statistical relationships between stream sediment and soil geochemistry in northwestern Wisconsin. Can stream sediment compositions be used to predict compositions of soils in glaciated terranes?" *J. Geochem. Explor.*, 81: 29-46, 2004.
- [3] Cohen, D. R., et al., "Comparison of vegetation and stream sediment geochemical patterns in northeastern New South Wales". *J. Geochem. Explor.*, 66: 469-489, 1999.
- [4] Demirel, Z., Yıldırım, T., and Burçak, M., "Preliminary study on the occurrence of geothermal systems in the tectonic compressional regions: An example from the Derman geothermal field in the Biga Peninsula, Turkey" *JAES*, 22: 495-501, 2004.
- [5] Ercan, T., "Cenozoic volcanism in Central Anatolia". *Journal Publication of Mineral Research and Exploration Rules*.107:119-140, 1986.
- [6] Grunsky, E. C., Drew, L. J. , David, M., and Sutphin, D. M., "Process recognition in multi-element soil and stream-sediment geochemical data". *Appl. Geochem.*, 24:1602-1616, 2009.
- [7] Guagliardi., Apollaro, C., Scarciglia, F., and Rosa, R. D., "Influence of particle-size on geochemical distribution of stream sediments in the Lese river catchment, southern Italy". *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 17(1): 43-55, 2013.
- [8] Krushensky, R. D., "Neogene calc-alkaline extrusive and intrusive rocks of the Karalar-Yesiller area, northwest Anatolia, Turkey" *Bulletin of Volcanology*,40:336-360, 1976.
- [9] Lisowiec, N., Halley, S. H., and Ryan, L., "Using Deposit-scale Alteration and Geochemical Signatures to Explore for Analogue Deposits: a Case Study From the Mt Wright Gold Project", *Queensland Geochemical Case Histories & Geochemical Exploration Methods*. 969-972, 2007.
- [10] Oyman, T., "Geochemistry, mineralogy and genesis of the Ayazmant Fe-Cu skarn deposit in Ayvalik, (Balıkesir), Turkey" *Ore Geology Reviews*,37: 175-201, 2010.
- [11] Polat, Y., "Faktör analizi yöntemlerinin karşılaştırmalı olarak incelenmesi ve hayvancılık denemesine uygulaması". Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Zootekni Anabilim Dalı, 296 s., 2012.
- [12] Pratt, C. and Lottermoser, B. G., "Mobilisation of traffic-derived trace metals from road corridors into coastal stream and estuarine sediments", Cairns, northern Australia. *Environ. Geol.*, 52, 437-448, 2007.
- [13] Ranasinghe, P. N., Chandrajith, R. L. R, Dissanayake, C. B. and Rupasinghe, M. S., "Importance of grain size factor in distribution of trace elements in stream sediments of Tropical High Grade Terrains". A case study from Sri Lanka. *Chem. Erde-Geochem.*, 62, 243-253, 2002.

- [14] Ranasinghe, P. N., Fernando, G. W. A. R., Dissanayake, C. B. and Rupasinghe, M. S., “Stream sediment geochemistry of the Upper Mahaweli River Basin of Sri Lanka-Geological and environmental significance”. *J. Geochem. Explor.*, 99, 1-28, 2008.
- [15] Ranasinghe, P. N., et al., “Statistical evaluation of stream sediment geochemistry in interpreting the river catchment of high-grade metamorphic terrains”. *J. Geochem. Explor.*, 103, 97-114, 2009.
- [16] Kirat, G., and Aydin, N., “Investigation of Metal Pollution in Moryayla (Erzurum) and Surrounding Stream Sediments, Turkey”. *International Journal of Environmental Science and Technology*. Volume 15, Issue 10, pp 2229–2240. DOI: 10.1007/s13762-017-1611-9, 2018.
- [17] Singh, P., “Geochemistry and provenance of stream sediments of the Ganga River and its major tributaries in the Himalayan region, India”. *Chem. Geol.*, 269, 220-236, 2010.
- [18] Taylor, B. E., “Epithermal gold deposits, in Goodfellow, WD, ed, *Mineral Deposits of Canada: A Synthesis of Major Deposit-Types*”, District Metallogeny, the Evolution of Geological Provinces, and Exploration Methods: Geological Association of Canada, Mineral Deposits Division, Special Publication No.5, 113-139, 2007.

The Impact of Middle-Aged and Older People's Preventive Health Behaviour and Trust in Government Performance during the Pandemic on Their Trust in COVID-19 Vaccine

Fuat YALMAN^{a,1}, Yalçın KARAGÖZ^a

^{a,1}Düzce University, Faculty of Business Administration, Department of Health Administration, Düzce, Turkey

ORCID ID: 0000-0002-1041-1837

ORCID ID: 0000-0001-5642-6498

Abstract

The main purpose of this research is to determine the impact of people's preventive health behavior and trust in government performance during the pandemic on their trust in COVID-19 vaccine. The population of the research consisted of middle and advanced age group individuals who received service from pharmacies in the city center of Karabük. In the study, convenience sampling method was preferred due to the difficulty of reaching the participants during the COVID-19 pandemic process and 400 questionnaires were returned at the end of the data collection process. SPSS and AMOS package programs were used in the analysis of the data. Confirmatory factor analysis and path analysis techniques were applied to the data. The findings obtained by confirmatory factor analysis and path analysis showed that the construct validity of the model was ensured. According to the path analysis results, it was determined that the participants' protective health behavior ($\beta=0.339$; $p<0.05$) and their confidence in government performance ($\beta=0.265$; $p<0.05$) affected their confidence in the COVID-19 vaccine statistically and positively. During the pandemic, their COVID-19 vaccine acceptance and COVID-19 vaccine confidence increase as people engage in more and more accurate preventive health behavior and have confidence in government performance.

Keywords: "COVID-19 pandemic, vaccination, preventive health behaviour, trust in government performance"

1. Introduction

Due to the spread of the virus, which was first seen in Wuhan, China in December 2019, defined as "Novel Coronavirus Disease/COVID-19" and caused a deadly disease, to Europe and America in a short time, it has been declared as a pandemic (global epidemic) as of March 11, 2020 by World Health Organization. The coronavirus disease, called COVID-19, is a newly discovered type of infectious disease and its etiology is not fully known. By the end of May, COVID-19 had infected more than five million people in 215 countries or territories and caused more than 300,000 deaths worldwide [1].

The coronavirus disease is a deadly disease that still continues to affect many countries around the world. The main reason for this is that COVID-19 has become a serious public health problem worldwide [2]. During the COVID-19 outbreak, governments have taken a number of strong interventions to prevent and control the rate of spread of the epidemic, including city lockdowns, travel bans, quarantine, mask requirement and social distancing policies [3]. These measures have effectively slowed down the spread of the epidemic, but despite the measures taken, it is observed that COVID-19 is still increasing worldwide. In some cities and regions where the spread of the virus is effectively controlled, it has been observed that the epidemic started to increase again as the control measures taken to prevent the epidemic were relaxed [4]. At the same time, as the COVID-19 pandemic has had a devastating impact on many areas around the world, this has demonstrated how essential the need for policies to mitigate the spread of the epidemic is [5].

The main strategy followed by almost every country around the world for the transmission of the virus is to reduce the transmissibility of the disease, usually through non-pharmaceutical interventions, including the implementation of a mask policy, hand cleaning, social distancing, travel restrictions, school closures, and partial or total lockdowns [6]. So far, it has been seen that non-pharmaceutical interventions can slow the progression of the disease, but it has been concluded that the most promising strategy to further limit the epidemic and reduce the mortality and morbidity rates caused by the epidemic is to take advantage of the possibilities of medical technology. Such medical technologies are known to enable the development of effective, safe and affordable antiviral agents and vaccines [7].

¹ Sorumlu Yazar. Tel.: +90-0380-542-1370

E-posta adresi: fuatyalman@duzce.edu.tr

The lack of an available vaccine or effective treatment in the fight to control the spread of COVID-19 in the early stages of the epidemic has led to the implementation of quarantines and lockdowns, social distancing measures, the use of mandatory masks and travel restrictions in all countries around the world. At the same time, these measures have caused a great deterioration in the physical and psycho-social well-being of people and a great decline in the global economy. In addition, the multifaceted catastrophic consequences associated with the COVID-19 outbreak have intensified international efforts to develop an effective prevention method to keep outbreaks under control. One of these efforts is vaccine studies [8]. Therefore, in the very early stages of the pandemic, vaccine development studies have started rapidly in order to reduce the negative effects of the current global crisis [9]. Vaccines are one of the most reliable, cost-effective public health interventions ever implemented, saving millions of lives each year [10, 11].

Despite all the known benefits of vaccines, people may exhibit negative attitudes and behaviors towards vaccines due to doubts about the safety and efficacy of vaccines, and distrust of governments and healthcare professionals [12]. For this reason, in the last 20 years, anti-vaccination movements have increased more in developed and developing countries, and there has been a decrease in the number of parents who have their children vaccinated, especially with the spread of the Internet. Insufficient knowledge of parents, the target group of such anti-vaccine movements, also made this group vulnerable and open to manipulation [13, 14]. Lack of knowledge about vaccine preventable diseases, low level of health literacy, doubts about the efficacy and safety of vaccines, distrust of governments and health workers, fear of side effects of vaccines, news of anti-vaccine coverage in the media, perception of childhood specificity of vaccination, selective rather than general practice of adult immunity Reimbursement problems regarding adult immunization and the absence of an adult vaccination scheme cause the adult vaccination rates to be low in our country [15].

The concept of trust in the state has been defined as the cornerstone of the political system, especially in crises such as natural disasters, economic crises or pandemics [16]. Trust in government represents people's trust or satisfaction with government performance and the perceived reputation of government [17, 18]. Trust in the state develops sociability spontaneously and naturally, which leads to cooperative, altruistic and cross-border behavior in social activities [19]. Previous studies have found that high levels of trust in government follow a range of government recommendations and prosocial behaviors, such as adopting preventive behaviors to avoid swine flu [20], getting seasonal flu shots [21], and making economic sacrifices for the environment. demonstrated that it was associated with greater willingness to comply [22].

Emerging theoretical and empirical evidence has shown that trust in government is crucial for compliance with social policies and preventive behaviors based on behavioral responses of the public [23, 24, 25]. Given the importance of building public confidence during the pandemic, there is an urgent need to identify determinants of confidence in the COVID-19 vaccine regarding the adequacy and effectiveness of COVID-19 control. Therefore, it is important for the control of COVID-19 to understand the relationship between trust in government and the adoption of preventive behaviors and to explore the various determinants of trust in government during the pandemic. The aim of this study; The aim is to determine the impact of people's protective health behavior during the pandemic and their reliance on government performance on their confidence in the COVID-19 vaccine. The results of the current study; It will help policy makers to highlight the importance of vaccination to society, prevent further lethality, especially by vulnerable patients, and conduct proactive campaigns and well-designed strategies by promoting vaccine uptake and acceptance to limit the spread of the pandemic.

2. Material and Methods

This research was carried out with ethical approval from Düzce University Scientific Research and Publication Ethics Committee (Date: 09.04.2021, decision no: 2021/112).

2.1. Conceptual Model of Research and Hypothesis Development

Similar model studies were examined and a conceptual/theoretical model of the research was created with the literature review carried out during the model development phase. Vaccine acceptability; It has been reported that it is determined by three factors: trust, convenience and satisfaction [26]. Trust; confidence in the safety and efficacy of the vaccine is defined as confidence in the delivery system as the healthcare system, and trust in policy makers [27]. Many people appear to have doubts about vaccine safety, and this is seen as a major challenge by healthcare providers, policymakers, community leaders and governments to increase the prevalence of vaccine adoption [28, 29, 30]. In addition, emerging theoretical and empirical evidence has shown that trust in government is crucial for compliance with social policies based on the behavioral responses of the public [23, 24, 25]. In previous studies in the literature, a high level of trust in government has been associated with a number of government recommendations and positive social benefits, such as adopting preventive behaviors to avoid swine flu [20], getting seasonal flu vaccination [21], and making economic sacrifices for the environment. showed that it is associated with more willingness to comply with behaviors [22]. In a longitudinal study of 633 participants in Singapore during the January-April 2020 period, trust in government communication was found to be positively associated with the likelihood of adopting protective behavior [31].

Therefore, it is important for the control of COVID-19 to understand the relationships between trust in government and government performance and the adoption of preventive health behaviors and trust in the COVID-19 vaccine, and to explore the various determinants of COVID-19 vaccine trust during the pandemic. Determining the effect of people's protective health behavior during the pandemic and their confidence in government performance on their confidence in the COVID-19 vaccine by structural equation modeling and pathway analysis constitutes the subject and conceptual model of the research. In the light of these studies, the following hypotheses have been developed:

“H₁: The way people display preventive health behaviors during the pandemic has a significant impact on their confidence in the COVID-19 vaccine.”

“H₂: “People's confidence in government performance during the pandemic has a significant impact on their confidence in the COVID-19 vaccine.”

The relationships between the conceptual model of the research are shown in Figure 1.

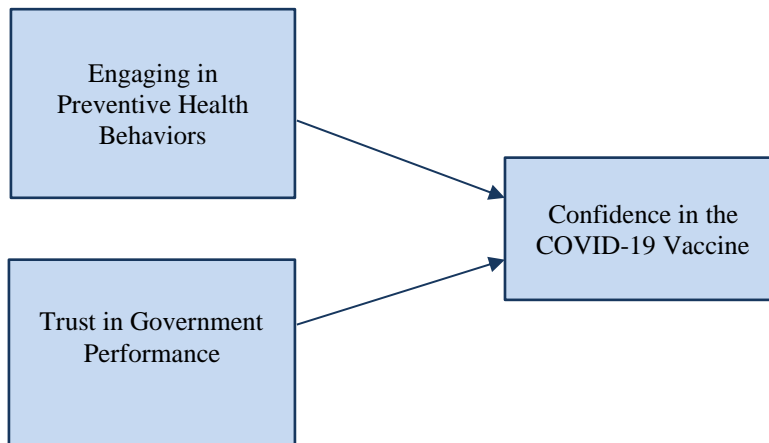


Fig. 1. Conceptual Model of the Research

2.2. Research Population and Sample

The population of the study consisted of middle-aged and elderly individuals who received service from pharmacies in Karabük city center and were thought to be most affected by the COVID-19 epidemic. Severe COVID-19 can occur in healthy individuals of any age, but it is predominantly more common in adults with advanced age or underlying medical comorbidities [51]. In clinical studies, it has been reported that those who are most and most frequently affected by COVID-19 are middle-aged and older individuals [52, 53]. In a study based on Chinese data, it was reported that the rates of hospitalization with the diagnosis of COVID-19 increased with age, being 1% for those aged 20 to 29 years, 4% for those aged 50 to 59 years, and 18% for those over 80 years of age [54]. Therefore, the sample group of the research consisted of middle-aged and older individuals.

Due to the difficulty of transportation, cost and time constraints for middle-aged and older individuals, who are thought to be the most and most affected by the COVID-19 pandemic, only individuals who applied to pharmacies located in the city center of Karabük were included in the sampling and convenience sampling method was preferred. A total of 700 surveys were planned to represent the universe more strongly, but 437 surveys were returned. In addition, 37 questionnaires were not included in the analysis because they were filled incompletely and incorrectly.

2.3. Data Collection Method and Creation of Scales

Face-to-face survey technique was used to obtain the data. In the first part of the questionnaire, it was stated that participation in the study was voluntary, that the data obtained would not be used for any purpose other than research and would not be shared with other individuals or organizations. The study was carried out as a cross-sectional study of the middle and elderly population of the society, which receives service from pharmacies in the city center of Karabük and is thought to be most affected by the COVID-19 epidemic. While preparing the developed questionnaire, a detailed literature review was made, it was discussed in detail with academicians and experts specialized in the field of Public Health and Health Management, and its final version was created. Then, for the pilot application, around 20 respondents selected from the community where the survey will be applied were utilized. With the pilot application, the questions are made understandable by everyone in the same way. Scale items are rated as 1-Strongly Disagree, 2-Disagree, 3-Neither Agree nor Disagree, 4-Agree, 5-Strongly Agree. As a result of expert opinions, the content validity index of the draft scale was calculated as 0.89. The questionnaire form consists of four parts in

total. In the first part, there are statements to measure the protective health behavior of people during the pandemic, which consists of five propositions; in the second part, there are statements to measure people's confidence in government performance during the pandemic, which consists of four propositions. In the third part, there are statements about measuring the confidence levels of the participants for the COVID-19 vaccine, which consists of three propositions, while the last part includes the basic characteristics of the participants and their thoughts about the origin of the COVID-19 virus.

2.4. Scales Used in the Research

In the study, Han et al. [32] developed a questionnaire was used to measure the participants' protective health behavior and their level of confidence in government performance. The questionnaire that measures people's protective health behavior during the pandemic consists of five propositions, and the questionnaire that measures their confidence in government performance consists of four propositions. To measure the COVID-19 vaccine confidence levels of the participants, Lin et al. [33] has benefited from the questionnaire developed by. The questionnaire, which measures the general confidence levels of the participants for the COVID-19 vaccine, also consists of 3 propositions in total.

2.5. Data Analysis Method

SPSS and AMOS statistical analysis programs were used together for the analysis of the data set within the scope of the research. First of all, reliability analysis was made on the data. Then, confirmatory factor analysis was performed to ensure structural validity and the structural validity of the model was tested. Finally, path analysis was performed to determine the relationships between the variables.

2.6. Data Set Analysis Criteria

It was checked whether the standardized loadings of the observed variables on each construct were significant, and whether the superior convergent validity was higher than 0.5. Composite reliability test was then performed to check the validity. If the mean variance extracted for each construct is greater than the variance shared with other constructs, discriminant validity was checked.

3. Results and Discussion

3.1. Reliability of Research Data

In the study, reliability measurement was made by calculating the Cronbach alpha value of each variable. The factors of people's display of protective health behavior during the pandemic, which constitute the variables of the research, were subjected to reliability analysis with five questions, the factors of trust in government performance with four questions, and the questions measuring the COVID-19 vaccine confidence levels of the participants with three items. Reliability coefficients for variables; "Engaging in Preventive Health Behaviors Cronbach's Alpha Coefficient = 0.840"; "Confidence in Government Performance Cronbach's Alpha Coefficient = 0.883" and "COVID-19 Vaccine Confidence Cronbach's Alpha Coefficient=0.830" were found. The overall reliability coefficient is Cronbach's Alpha = 0.872. Therefore, when all dimensions are taken into account, it is seen that the reliability of the research is quite high.

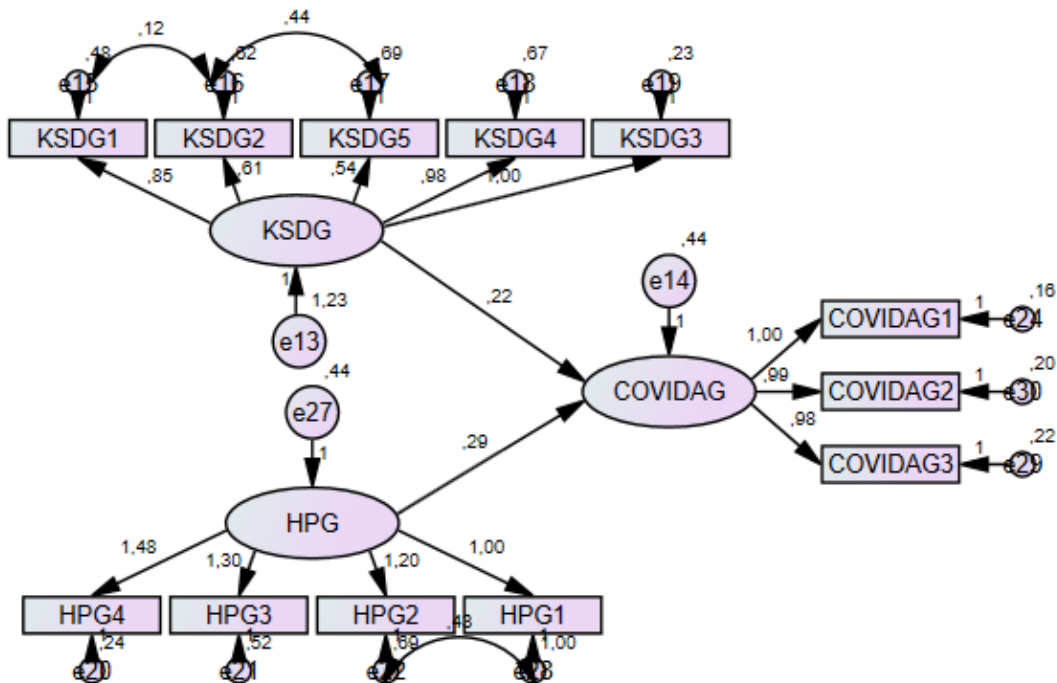
3.2. Demographic Findings

While 41% of the individuals participating in the research were female and 59% were male; 42% of them are in the age group of 36-45, 38% are in the age group of 46-55, and 20% are in the age group of 56 and over. 58% of the participants stated that they were mostly university graduates. In terms of the institution they work for, 37% of the participants stated that they work in a public institution, 33% work in the private sector, 14% are retired, 13% are housewives, and 3% are self-employed. Finally, 68% of the participants stated that they thought the COVID-19 virus was of natural origin (originated from wildlife), and 32% of them thought that it was a virus of artificial origin (produced in a laboratory).

3.3. Findings Related to Confirmatory Factor Analysis and Pathway Analysis

Path analysis with hidden variables is an analysis that produces more reliable results than path analysis with observed variables. The diagrams of the model fit were obtained as follows. In this section, the degree of compliance of the data with the predicted model was tested by performing CFA on the factors of participants' protective health behavior, government

performance confidence levels and COVID-19 vaccine confidence levels with the AMOS package program. The path diagram and goodness-of-fit results of the model are given in Figure 2 (Figure 2).



KSDG: Engaging in Preventive Health Behaviors; HPG: Confidence in Government Performance; COVIDAG: COVID-19 Vaccine Confidence

[(X²/df: 4.006; GFI: 0.942; NFI: 0.949; CFI: 0.961; RMR: 0.072; TLI: 0.948; IFI: 0.962; RFI: 0.932; AGFI: 0.908; RMSEA: 0.076)]

Fig. 2. Engaging in Preventive Health Behaviors - Confidence in Government Performance - COVID-19 Vaccine Confidence Path Diagram and Goodness of Fit Results

The X²/df, RMR, GFI, NFI, IFI, TLI, CFI, AGFI values given above show that the model fit is achieved and the fit indices of the proposed research model are at an acceptable level of fit. There is no limit to the values to look up. The reported values may vary according to the values that the researcher wants to draw attention to. The fit values related to the created model are given below. At the same time, the findings obtained by confirmatory factor analysis revealed that the construct validity of the model was provided. The explained variances and reliability of the factors calculated to determine the validity and reliability of the path analysis are given in Table 1 below (Table 1).

Table 1. DFA Results for the Improved Measurement Model

Observed Variables	Latent Variables	Standardized Regression Coefficients	Estimate	Standard Error	T Value	P	Cronbach's α
Engaging in Preventive Health Behaviors (KSDG)	KSDG3	.918	1.000				0.840
	KSDG1	.808	.854	.037	22.940	***	
	KSDG2	.650	.608	.037	16.632	***	
	KSDG5	.588	.544	.037	14.644	***	
	KSDG4	.799	.981	.043	22.596	***	
Confidence in Government Performance (HPG)	HPG1	.552	1.000				0.883
	HPG2	.691	1.203	.075	15.978	***	
	HPG3	.768	1.305	.108	12.053	***	
	HPG4	.896	1.483	.122	12.113	***	
COVID-19 Vaccine Confidence (COVID19AG)	COVIDAG1	.878	1.000				0.830
	COVIDAG2	.852	.989	.042	23.651	***	
	COVIDAG3	.837	.982	.042	23.188	***	

*** (p<0.01)

Regression values show the power of observed variables to predict latent variables, that is, factor loadings. As can be seen in Table 1, p value less than 0.05 for each factor means that the items are loaded correctly on the factors. In addition, the fact that the standardized regression coefficients are 0.552 and larger indicates that the power to predict the latent variables, that is, the factor loadings of each item is high. Structural relationship (path) coefficients between the variables are given in Table 2 below (Table 2).

Table 2. Research Model SEM Results

Effects	Structural Relations	Standardized Regression Coefficients (β)	CR	p
Standardized Total Effect	COVID19AG<---KSDG	.339	7,370	***
	COVID19AG<---HPG	.265	5,317	
Standardized Direct Effect	COVID19AG<---KSDG	.339	7,370	***
	COVID19AG<---HPG	.265	5,317	

*** (p<0.01)

When the standardized values of the total effects are examined, the total predictive power of the participants' Engaging in Preventive Health Behaviors (KSDG) and the COVID-19 Vaccine Confidence Level (COVID-19AG) was 0.339 units; it is seen that the total predictive power of the participants' confidence levels in government performance (HPG), COVID-19 vaccine confidence level (COVID-19AG) is 0.265 units. As a result, it was determined that the participants' engaging in preventive health behaviors ($\beta=0.339$; $p<0.05$) and their level of confidence in government performance ($\beta=0.265$; $p<0.05$) affected the COVID-19 vaccine trust levels in a statistically significant and positive way.

Table 3. Structural Model Goodness of Fit Indices

General Model Fit	Good Fit	Acceptable Fit	Obtained Fit Values
χ^2/sd	≤ 3	≤ 5	4.006
NFI	≥ 0.95	≥ 0.90	0.949
CFI	≥ 0.97	≥ 0.95	0.961
IFI	≥ 0.95	0.94-0.90	0.962
AGFI	> 0.95	≥ 0.85	0.908
GFI	≥ 0.90	0.89-0.85	0.942
RMR	< 0.05	< 0.08	0.072

As seen in Table 3, the results obtained show that the fit indices of the proposed research model are at an acceptable level of fit. Criteria for determining structural equation modelling analysis model fit and measurement invariance were based on conventional standards [48; 49; 50]. The findings obtained with the structural equation analysis show that the construct validity of the model is provided.

4. Conclusion

The COVID-19 pandemic has affected the lives, health, and economic well-being of people around the world and has caused a significant change in the behavior of society. It has also created a strong incentive for people to get vaccinated. Vaccines are one of the effective interventions that can reduce the high burden of disease globally. For public health officials, however, public hesitations about vaccines pose an urgent problem. In addition, a safe and effective vaccine against COVID-19 has become a public health priority. In addition, to address the growing public health crisis created by the COVID-19 pandemic, governments around the world need to play an important role in preventing and controlling the disease while reducing the economic impact of COVID-19. Therefore, governments of many countries have implemented sensible measures and regulations (such as social distancing, hand washing, self-isolation, wearing masks, and stabilizing the economy) to prevent transmission of the disease [34]. However, it has been reported that the effective implementation of these measures depends on a high level of adaptability and positive support from the public. Emerging theoretical and empirical evidence has shown that trust in government is crucial for adherence to social policies based on public behavioral responses [23; 24]. Therefore, it is important for the control of COVID-19 to investigate the effects of confidence in government performance and protective health behavior on trust in the COVID-19 vaccine during the epidemic period.

In this study, it was aimed to determine the effect of people's protective health behavior during the pandemic and their confidence in government performance on their confidence in the COVID-19 vaccine. In the same study, 400 middle and advanced age group individuals' protective health behaviors during the pandemic, their confidence levels in government performance, and their confidence in the COVID-19 vaccine were evaluated. The original value of the study, before this

research, assessing the middle and advanced age group of the society's protective health behavior during the pandemic, the level of trust in government performance, and their confidence in the COVID-19 vaccine, and the state of people's protective health behavior and their trust in the government performance to their COVID-19 vaccine. The reason for this is that there is no other study that analyzes the effect on their trust with path analysis.

Considering the answers given by the individuals participating in the research to the survey; the mean value of showing protective health behavior was 4.48; the mean value of confidence levels in government performance was 3.81, and the mean value of confidence levels in the COVID-19 vaccine was 3.94. Participants' levels of preventive health behavior, confidence in government performance, and confidence in the COVID-19 vaccine are above average; it was concluded that the individuals participating in the study exhibited a high level of preventive health behavior during the pandemic and generally had confidence in government performance and COVID-19 vaccines.

As a result of the data analysis, the first hypothesis of the research was accepted. In this direction, the protective health behavior of people during the pandemic has a statistically and significant effect on their confidence in the COVID-19 vaccine. In other words, when people show more and more accurate preventive health behavior during the pandemic, their COVID-19 vaccine acceptance and COVID-19 vaccine confidence increase. Similarly, the second hypothesis of the study was accepted. Accordingly, people's confidence in government performance during the pandemic has a statistically significant effect on their confidence in the COVID-19 vaccine. In other words, when people have more confidence in government performance during the pandemic, this increases their COVID-19 vaccine acceptance and their confidence in COVID-19 vaccines.

Confidence or distrust in government or the authorities in general has been reported to affect confidence in government-issued or mandated vaccines and vaccination programmes. Also, beliefs that vaccine-preventable diseases are necessary to build immunity (beliefs that vaccines destroy important natural immunity) or that other behaviors (such as breastfeeding, traditional/alternative medicine) are as important as or more important than vaccination for maintaining health and preventing vaccine-preventable diseases. It has been stated that beliefs reduce vaccine confidence and increase vaccine hesitancy [35].

In other similar studies, it is stated that some actors deliberately polarize the vaccine debate and use questionable public and system weaknesses for political purposes [36, 37]; it has been reported that decreased confidence in the vaccine in other settings may be influenced by a wider climate of distrust in government and the scientific elite [38]. Similarly, Doherty et al. [39] found that a lack of trust in government predicted lower vaccine acceptance in all surveyed groups. Crawshaw et al. [40] emphasized that the distrust in the government in this process is a harbinger of vaccine hesitancy. Moreover, this result is consistent with previous findings that public trust is associated with commitment to public health interventions [41, 42, 43, 44]. Two different studies conducted in Liberia and Congo during Ebola outbreaks found that trust in government was positively associated with compliance with disease control measures [45] or the adoption of personal preventive behaviors (e.g. maintaining social distancing and accepting Ebola vaccines) [46].

It was also stated that making an accurate risk assessment about the epidemic is a prerequisite for the public sectors to initiate emergency response plans in a timely manner. For this reason, it has been reported that the collection and analysis of information about the scale and spread of the epidemic should be strengthened, personnel training should be made more rigorous, and consultancy experts should be highly qualified [1]. At the same time, timely and transparent publication of epidemic information by the authorities helps the public to be accurately informed about the situation and to take appropriate action. It has been stated that such proactive and transparent actions require more institutional flexibility and courage from the authorities [47].

References

- [1] World Health Organization (2019). Coronavirus disease (COVID-19). https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200529-covid-19-sitrep-130.pdf?sfvrsn=bf7e7f0c_4. 30 Mayıs 2020'de erişildi.
- [2] Pal, M., Berhanu, G., Desalegn, C., ve Kandi, V. (2020). Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus-2 (SARS-CoV-2): An Update. *Cureus*, 12(3), e7423. doi:10.7759/cureus.7423.
- [3] Tian, H., Liu, Y., ve Li, Y. et al. (2020). An investigation of transmission control measures during the first 50 days of the COVID-19 epidemic in China. *Science*, 368, 638–642. doi:10.1126/science.abb6105.
- [4] Kissler, S. M., Tedijanto, C., Goldstein, E., Grad, Y. H., ve Lipsitch, M. (2020). Projecting the transmission dynamics of SARS-CoV-2 through the postpandemic period. *Science*, 368(6493), 860-868. doi: 10.1126/science.abb5793.
- [5] Phua, J., Weng, L., Ling, L. et al. (2020). Intensive care management of coronavirus disease 2019 (COVID-19): challenges and recommendations. *Lancet Respir Med.*, 8(5), 506-517. doi: 10.1016/S2213-2600(20)30161-2.
- [6] Nicola, M., Alsaifi, Z., ve Sohrabi, C. et al. (2020). The socio-economic implications of the coronavirus pandemic (COVID-19): A review. *International Journal of Surgery*, 78, 185-193. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijssu.2020.04.018>.

- [7] Kaddoura, M., Allbrahim, M., ve Hijazi, G. et al. (2020). COVID-19 Therapeutic Options Under Investigation. *Front Pharmacol*, 11, 1196. doi: 10.3389/fphar.2020.01196.
- [8] World Health Organization (2020a). DRAFT landscape of COVID-19 candidate vaccines. <https://www.who.int/whodocuments-detail/draft-landscape-of-covid-19-candidate-vaccines>. 2 Haziran 2020'de erişildi.
- [9] Schwartz, J. L. (2020). Evaluating and Deploying Covid-19 Vaccines - The Importance of Transparency, Scientific Integrity, and Public Trust. *N Engl J Med*, 383(18), 1703-1705. doi:10.1056/NEJMp2026393.
- [10] Ehreth, J. (2003). The value of vaccination: a global perspective. *Vaccine*, 21(27), 4105-4117. doi:10.1016/S0264-410X(03)00377-3.
- [11] Hajj Hussein, I., Chams, N., ve Chams, S., et al. (2015). Vaccines through Centuries: Major Cornerstones of Global Health. *Front Public Health*, 3, 269. doi:10.3389/fpubh.2015.00269.
- [12] Salmon, D. A., Moulton, L. H., Omer, S. B., DeHart, M. P., Stokley, S., Halsey, N. A. (2005). Factors associated with refusal of childhood vaccines among parents of school-aged children: a case-control study. *Archives of pediatrics & adolescent medicine*, 159, 470-476.
- [13] Ropeik D. (2013). How society should respond to the risk of vaccine rejection. *Human vaccines & immunotherapeutics*, 9, 1815-1818.
- [14] Sadaf, A., Richards, J. L., Glanz, J., Salmon, D. A., ve Omer, S. B. (2013). A systematic review of interventions for reducing parental vaccine refusal and vaccine hesitancy. *Vaccine*, 31, 4293-304.
- [15] T.C. Sağlık Bakanlığı II. Ulusal Aşı Çalıştayı, (2016). Çalıştay Raporu. 24-26 Mart 2016. Erişim: <http://www.enfeksiyon.org.tr/2.calistayrapor.pdf>. (Erişim Tarihi:03.03.2021).
- [16] Rodriguez, H., Donner, W. R., ve Trainor, J. E. (2018). *Handbook of disaster research*. New York, NY: Springer International Publishing.
- [17] Uslaner, E. M. (2018). *The Oxford handbook of social and political trust*. Oxford: Oxford University Press.
- [18] Zmerli, S., ve Van der Meer, T. W. (2017). *Handbook on political trust*. Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing.
- [19] Hetherington, M. J. (1998). The political relevance of political trust. *American Political Science Review*, 92(4), 791–808. doi: 10.2307/2586304.
- [20] Rubin, G. J., Amlot, R., Page, L., ve Wessely, S. (2009). Public perceptions, anxiety, and behaviour change in relation to the swine flu outbreak: Cross sectional telephone survey. *BMJ*, 339, b2651. doi: 10.1136/bmj.b2651.
- [21] Verger, P., Bocquier, A., Vergelys, C., Ward, J., ve Peretti-Watel, P. (2018). Flu vaccination among patients with diabetes: Motives, perceptions, trust, and risk culture - a qualitative survey. *BMC Public Health*, 18, 569. Doi: 10.1186/s12889-018-5441-6.
- [22] Taniguchi, H., ve Marshall, G. A. (2018). Trust, political orientation, and environmental behavior. *Environmental Politics*, 27(3), 385–410. <https://doi.org/10.1080/09644016.2018.1425275>.
- [23] Chanley, V. A., Rudolph, T. J., ve Rahn, W. M. (2000). The origins and consequences of public trust in government – A time series analysis. *Public Opinion Quarterly*, 64(3), 239–256. doi:10.1086/317987.
- [24] Lau, L. S., Samari, G., Moresky, R. T., Casey, S. E., Kachur, S. P., Roberts, L. F., ve Zard, M. (2020). COVID-19 in humanitarian settings and lessons learned from past epidemics. *Nature Medicine*, 26(5), 647–648. doi: 10.1038/s41591-020-0851-2.
- [25] OECD (2017). *Trust and public policy: How better governance can help rebuild public trust*. Paris: OECD Publishing.
- [26] Al-Mohaithef, M., ve Padhi, B. K. (2020). Determinants of COVID-19 vaccine acceptance in Saudi Arabia: a web-based national survey. *J Multidiscip Healthc*. 13, 1657-1663. doi:10.2147/JMDH.S276771.
- [27] Lazarus, J. V., Ratzan, S. C., ve Palayew, A. et al. (2020). A global survey of potential acceptance of a COVID-19 vaccine. *Nat Med.*, 27(2), 225-228. doi: 10.1038/s41591-020-1124-9.

- [28] Coustasse, A., Kimble, C., ve Maxik, K. (2021). COVID-19 and Vaccine Hesitancy: A Challenge the United States Must Overcome. *J Ambul Care Manage*, 44(1), 71-75. doi: 10.1097/JAC.0000000000000360.
- [29] MacDonald, N. E. (2015). Vaccine hesitancy: Definition, scope and determinants. *Vaccine*, 33(34), 4161-4164. doi: 10.1016/j.vaccine.2015.04.036.
- [30] Schoch-Spana, M., Brunson, E. K., Long, R. et al. (2020). The public's role in COVID-19 vaccination: Human-centered recommendations to enhance pandemic vaccine awareness, access, and acceptance in the United States. *Vaccine*. doi: 10.1016/j.vaccine.2020.10.059.
- [31] Lim, V. W., Lim, R. L., Tan, Y. R., Soh, A. S., Tan, M. X., ve Othman, N. B., et al. (2021). Government trust, perceptions of COVID-19 and behaviour change: Cohort surveys, Singapore. *Bulletin of the World Health Organization*, 99(2), 92–101. doi: 10.2471/BLT.20.269142.
- [32] Han, Q., Zheng, B., Cristea, M., Agostini, M., Bélanger, J. J., Gützkow, B., Kreienkamp, J., ve Leander, N. P. (2021). Trust in government regarding COVID-19 and its associations with preventive health behaviour and prosocial behaviour during the pandemic: a cross sectional and longitudinal study. *Psychological Medicine*, 1-11. doi: 10.1017/S0033291721001306.
- [33] Lin, Y., Hu, Z., Zhao, Q., Alias, H., Danaee, M., ve Wong, L. P. (2020). Understanding COVID-19 vaccine demand and hesitancy: A nationwide online survey in China. *PLoS Negl Trop Dis*, 14(12), e0008961. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0008961>.
- [34] World Health Organization (2020b). Coronavirus disease (COVID-19) advice for the public. Retrieved from <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/advice-for-public>.
- [35] The SAGE Vaccine Hesitancy Working Group (2013). What influences vaccine acceptance: A model of determinants of vaccine hesitancy. https://www.who.int/immunization/sage/meetings/2013/april/1_Model_analyze_driversofvaccineConfidence_22_March.pdf (Erişim Tarihi: 22.09.2021).
- [36] Frew, P. M., Kriss, J. L., ve Chamberlain, A. T., et al. (2016). A randomized trial of maternal influenza immunization decision-making: a test of persuasive messaging models. *Hum Vaccines Immunother*, 12, 1989–96.
- [37] Broniatowski, D. A., Jamison, A. M., ve Qi, S., et al. (2018). Weaponized health communication: Twitter bots and Russian trolls amplify the vaccine debate. *Am J Public Health*, 108, 1378–1384. doi:10.2105/AJPH.2018.304567.
- [38] Larson, H. J., de Figueiredo, A., ve Xiaohong, Z., et al. (2016). The state of vaccine confidence 2016: global insights through a 67-country survey. *EBioMedicine*, 12, 295–301.
- [39] Doherty, I. A., Pilkington, W., ve Brown, L., et al. (2021). COVID-19 Vaccine Hesitancy in Underserved Communities of North Carolina. *medRxiv*. doi: 10.1101/2021.02.21.21252163.
- [40] Crawshaw, J., Konnyu, K., Castillo, G., van Allen, Z., Grimshaw, J. M., ve Presseau, J. (2021). Factors affecting COVID-19 vaccination acceptance and uptake among the general public: a living behavioural science evidence synthesis (v1.0, Apr 30th, 2021). Ottawa: Ottawa Hospital Research Institute, Apr 30. Erişim Tarihi 17 Ağustos 2021. https://www.mcmasterforum.org/docs/default-source/product-documents/living-evidence-syntheses/covid-19-living-evidence-synthesis-4.1---factors-affecting-covid-19-vaccination-acceptance-and-uptake-among-the-general-public.pdf?sfvrsn=5368712f_7
- [41] Meredith, L. S., Eisenman, D. P., Rhodes, H., Ryan, G., ve Long, A. (2007). Trust influences response to public health messages during a bioterrorist event. *Journal of Health Communication*, 12(3), 217–232. <https://doi.org/10.1080/10810730701265978>.
- [42] Mohseni, M., ve Lindstrom, M. (2007). Social capital, trust in the health-care system and self-rated health: The role of access to health care in a population-based study. *Social Science & Medicine*, 64(7), 1373–1383. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2006.11.023>.
- [43] O'Malley, A. S., Sheppard, V. B., Schwartz, M., ve Mandelblatt, J. (2004). The role of trust in use of preventive services among low-income African-American women. *Preventive Medicine*, 38(6), 777–785. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2004.01.018>.
- [44] Salmon, D. A., Dudley, M. Z., Glanz, J. M., ve Omer, S. B. (2015). Vaccine hesitancy causes, consequences, and a call to action. *American Journal of Preventive Medicine*, 49(6), S391–S398. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2015.06.009>.

- [45] Blair, R. A., Morse, B. S., ve Tsai, L. L. (2017). Public health and public trust: Survey evidence from the Ebola Virus Disease epidemic in Liberia. *Social Science & Medicine*, 172, 89–97. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2016.11.016>.
- [46] Vinck, P., Pham, P. N., Bindu, K. K., Bedford, J., ve Nilles, E. J. (2019). Institutional trust and misinformation in the response to the 2018–19 Ebola outbreak in North Kivu, DR Congo: A population-based survey. *Lancet Infectious Diseases*, 19(5), 529–536. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(19\)30063-5](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(19)30063-5).
- [47] Zhao, W., Zhang, J., Meadows, M. E., Liu, Y., Hua, T., ve Fu, B. (2020). A systematic approach is needed to contain COVID-19 globally. *Sci. Bull.*, 65(11), 876–878. <https://doi.org/10.1016/j.scib.2020.03.024>.
- [48] Munro, B. H. (2005). *Statistical Methods For Health Care Research* (5th edition). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- [49] Brown, T. A. (2015). *Confirmatory factor analysis for applied research* (2nd Edition). New York: Guilford Press.
- [50] Byrne, B. M. (2016). *Structural equation modeling with AMOS: Basic concepts, applications, and programming* (3rd Edition). Lawrence Erlbaum Associates.
- [51] Zhou, F., Yu, T., Du, R., et al. (2020). Clinical course and risk factors for mortality of adult inpatients with COVID-19 in Wuhan, China: a retrospective cohort study. *Lancet*, 395, 1054. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30566-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30566-3)
- [52] Wang, D., Hu, B., Hu, C., et al. (2020). Clinical Characteristics of 138 Hospitalized Patients With 2019 Novel Coronavirus-Infected Pneumonia in Wuhan, China. *JAMA*, 323(11), 1061-1069. <https://doi.org/10.1001/jama.2020.1585>
- [53] Chen, N., Zhou, M., Dong, X., et al. (2020). Epidemiological and clinical characteristics of 99 cases of 2019 novel coronavirus pneumonia in Wuhan, China: a descriptive study. *Lancet*, 395, 507. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30211-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30211-7)
- [54] Verity, R., Okell, L. C., Dorigatti, I., et al. (2020). Estimates of the severity of coronavirus disease 2019: a model-based analysis. *Lancet Infect Dis.*, 20(6), 669-677. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(20\)30243-7](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(20)30243-7)

Learning Based Super-Resolution Application for Hyperspectral Images

Hüseyin AYDİLEK^{a,1}, Nihat İNANÇ^a

^aKırıkkale University, Electrical-Electronics Engineering Department, Kırıkkale, Turkey

ORCID ID: 0000-0003-3051-4259

ORCID ID: 0000-0003-2989-6632

Abstract

Due to its spectral properties, hyperspectral imaging is superior to other imaging tools in detecting and classifying objects. Hyperspectral imaging instruments can detect light reflected from wavelengths between infrared and ultraviolet, apart from the wavelength the human eye can distinguish on the electromagnetic spectrum. While this feature provides detailed information about the spectral feature of the object under investigation, it causes its spatial resolution to be low due to the technical trade-off between spatial resolution and spectral resolution. Nowadays, applications of hyperspectral images are increasing in essential fields such as agriculture, mining, medicine and pharmacy, and military purposes. In order for applications to produce more precise results, high spatial resolution is required with high spectral information. Hardware solving of low spatial resolution problems is a costly and challenging method. Therefore, software solution is an interesting area in image processing. In this paper, a hybrid application based on deep learning and sparse representation is applied to increase the low spatial resolution of hyperspectral images. First the application obtains a super-resolution image from a single hyperspectral image with a low spatial image with a deep convolutional neural network. Later, the super-resolution image obtained, and the original low-spatial-resolution hyperspectral image are fused with the dictionary learning method, resulting in a new super-resolution image with high spectral and spatial resolutions. The application results show that our algorithm achieves successful results compared to other super-resolution applications in the literature.

Keywords: "Remote Sensing, Hyperspectral Imaging, Super-Resolution, Deep Learning, Convolutional Neural Networks, Sparse Representation, Dictionary Learning"

1. Introduction

Humankind has been examining beings, events, and objects since the past; it requested to obtain information from them. For this purpose, various methods have been developed and continue to develop. Remote sensing can be semantically thought of as sensing and analyzing an entity, object, or event with various tools and equipment without contact. Hyperspectral cameras, which are one of the most important tools in the field of remote sensing, can also provide information about the structure of objects examined by remote sensing, thanks to the large number of spectral bands they have, unlike conventional imaging tools. Detection, analysis, and classification applications are made using hyperspectral images in mining, medicine, pharmaceutical science, agriculture, forestry, and military applications [1– 5]. The reflection curve obtained by detecting the energy reflected from an object by the spectral sensors of the hyperspectral imaging tool is called the spectral signature [6]. The spectral signature of each object is different since the rate of absorption and reflection of light is different due to the physical and chemical properties of each object. The spectral and spatial resolution must be compatible to obtain the most accurate inferences from the analysis to be performed on hyperspectral images. However, their spatial resolution is low due to the hardware structure of hyperspectral imaging tools and the remote viewing distance. In low spatial resolution images, the spectral curves can be mixed, which affects analysis result. Hardware solution to the low spatial resolution problem is costly and difficult to implement. For this reason, the software solution of the problem is studied as a challenging problem in the field of image processing.

There are various studies in the literature on enhancing the spatial resolution of hyperspectral images. These studies can be classified as single hyperspectral image based super-resolution and image fusion-based super-resolution methods. In fusion-based methods, a multispectral image with the high spatial resolution which, has the same scene with low spatial resolution hyperspectral image, is needed. High losses can occur in spectral information in studies performed on single image-based methods. This study consists of two parts. In the first part, a super-resolution study was carried out on a single image using the convolutional neural network-based method. In the second stage, the super-resolution image obtained in the first stage and the low spatial resolution image used for input were fused with the dictionary learning method to protect the spectral data.

1.1. Related Work

Image fusion-based methods are at the forefront of super-resolution studies for hyperspectral images. Among the pioneering works in the field; in the studies of Zhukov, Oertel, Lanzl, and Reinhackel (1999); They proposed a new method for fusing spatial information with high resolution images by decomposing the spectral information of low-resolution images with embedded spectral

¹ Corresponding author. Tel: +90 318 357 4242 / 1184

E-mail address: huseyinaydilek@gmail.com

information, using the multi-sensor multi-resolution technique, whose constrained and unconstrained algorithms were discussed. Furthermore, they tried their proposed method on the image obtained from the LANDSAT satellite, which has thematic a mapping feature, and on the thermal bands of the simulative image obtained from the ASTER sensors in the EOS-AM1 project, obtained successful results [7].

Gomez, Jazaeri, and Kafatos (2001) developed a method for pixel-level image fusion of hyperspectral and multispectral images using fundamental wavelet transform. The method uses only two input images for fusing. The super-resolution hyperspectral image obtained due to the method has a Mean Square Error (MSE) of 2.8 per pixel and a Single Noise Ratio (SNR) of 36 dB [8].

Eismann and Hardie (2004) found that to enhance the hyperspectral image's spatial resolution, they fused the hyperspectral image with a panchromatic image containing similar spatial information using the maximum a posteriori estimation method. Their proposed method uses a stochastic mixing model of the underlying spectral scene content to develop a cost function that simultaneously optimizes the estimated hyperspectral scene relative to the hyperspectral and panchromatic images to be fused and the local statistics of the spectral mixing model. They found that the inclusion of the stochastic mixing model is the critical component for reconstructing sub-pixel spectral information as it provides the necessary constraints that lead to a well-conditioned system of linear equations to generate a super-resolution hyperspectral image. They tried their method by comparing principal component analysis and least squares methods on AVIRIS and DIRSIG images and obtained successful results [9].

Zhang, DeBacker, and Scheunders (2008), in a 2D wavelet transform domain, a super-resolution hyperspectral image obtained due to fusing hyperspectral and multispectral images were realized using Bayesian estimation. Assuming the standard normal distribution model for the images, the estimation of the model parameters requires information about the resolution difference between the images [10].

Zhang, DeBacker, and Scheunders (2009) used pioneering Gauss to address the interpolation problems of missing data, spectral resampling, and deconvolution. Zhang et al. have used a non-decimal wavelet transform implemented with the Traous algorithm. However, their methods require information on the resolution difference between the input images [11].

For situations where the spectral response function of the sensor is unknown, for fusing hyperspectral and multispectral images, Wei, Dobigeon, and Tourneret (2014) formulated using a Bayesian estimation framework by introducing known priorities at a high spatial resolution [12].

Akhtar, Shafait, and Mian (2015); a hyperspectral super-resolution method that using non-parametric Bayesian sparse representation is proposed for fusing high and low spatial resolution hyperspectral images. Firstly, their method computes the probability distribution of material spectra. Then, calculated distributions were used to compute sparse codes of the high-resolution image. For this purpose, they have presented a generic Bayesian sparse coding strategy with Bayesian dictionaries learned with the Beta process. Finally, they have tried their methods on the CAVE dataset, and successful results were obtained [13]. Mianji, Gu, Zhang, and Zhang (2011) proposed a fusion-based super-resolution technique by using spatial and spectral data of hyperspectral images. First, their work extracted a hyperspectral image's spatial and spectral information using a linear mixing model and a fully constrained least squares no-mixing technique. Then, they combined their data using a spatial correlation model through a learning-based super-resolution mapping algorithm. The spatial correlation model they proposed realistically simulated a mapping model between the low-resolution hyperspectral image and its subsampled version. Finally, they tried their method on Indian Pines and San Diego datasets and obtained successful results [14].

He, Zhou, Wang, Cao, and Han (2016) proposed a new method for super-resolution in HS images by modeling the global spatial and spectral correlation and local smoothness properties. Their work used tensor nuclear norm and tensor folded concave penalty functions to describe the spherical spatial and spectral correlation hidden in hyperspectral images and 3-dimensional sum variation to characterize local spatial and spectral smoothness across the entire hyperspectral.

In order to solve the resulting optimization problem, a hybrid method was developed by using the local linear approach and the alternative direction of the factors. They tried their method on the Moffett field image obtained from the AVIRIS sensor and obtained successful results [15].

Hu, Li, and Xie (2017) propose a hybrid spatial error correction model and a deep spectral difference convolutional neural network combination model for hyperspectral super-resolution. Their methods provide maximum protection of spectral information while improving spatial information. With the method they developed, the deep spectral difference convolutional neural network learns the relationship between spatial information and spectral information, and after increasing the spatial resolution, hyperspectral super-resolution is created with maximum efficiency [16].

Li, Hu, Zhao, Xie, and Li (2017) proposed a super-resolution method that preserves spectral data by combining convolutional neural network and spatial constraint strategy. The spatial restriction strategy restricts the low-resolution hyperspectral image generated by the reconstructed super-resolution hyperspectral image to spatially convergent to the original low spatial resolution hyperspectral image input and aims to increase the spatial resolution. The convolutional neural network model learns an end-to-

end spectral difference mapping between low spatial resolution hyperspectral image and super-resolution hyperspectral image. Thus, spatial resolution is increased while the spectral resolution is preserved. Li et al.; tried it on CAVE, Harvard, and Foster datasets and obtained successful results [17].

Li, Zhang, Ding, Wei, and Zhang (2018) proposed a special deep neural network that learns to directly map a low-resolution hyperspectral image to a high-resolution hyperspectral image. To describe the complex nonlinear mapping function with a compact network well, they developed a recursive module grouped into a spherical residual structure to transform the input images. They also combined the traditional mean square error loss with the spectral angle mapper loss to learn the network parameters that reduce both the numerical error and the spectral distortion in the super-resolution results. Finally, they implemented their method on the Harvard dataset and obtained successful results [18].

Jiaa, Ji, Zhaoa, and Geng (2018) proposed a super-resolution hyperspectral image generation method using deep convolutional neural networks in their study. They divided their methods into spectral and spatial divisions. They ensured the preservation of spectral data by teaching a match between the spectral information of low and high spatial resolution images in their models while improving spatial resolution. They tried their methods on CAVE and Harvard datasets and obtained successful results [19].

Xie, Jia, Li, and Lei (2019) proposed a hybrid method that blends the feature matrix extracted by the deep neural network with the non-negative matrix factorization methods. In their methods, the hyperspectral image with the low spatial resolution is divided into subsets according to the correlation matrix and selects key bands from the spectral bands within each subset. Key bands are used for super-resolution with the deep neural network model. The obtained information is used as a guide in the next step of the model to preserve the spectral data. They tried their method on CAVE, Harvard and Foster datasets and obtained successful results [20].

Wang, Li, and Li (2020) proposed a new spectral-spatial method for hyperspectral image super-resolution. Their method effectively extracted spatial-spectral information by using a 3-dimensional convolutional neural network instead of a 2-dimensional convolutional neural network to extract potential information better.. They tried their method on CAVE, Harvard, and Foster datasets and obtained successful results [21].

Li, Cui, Li, Song, Li, Dai, and Du (2020) proposed a new super-resolution method using the contentious learning method in their study. First, they enhanced the resolution enhancement process with generative adversarial network to extract more details from the resulting high-resolution hyperspectral image. They proposed a band attention mechanism to investigate spectral bands' correlation and avoid spectral distortion. To further reduce spectral distortion and tissue blurring, they applied a set of spatial-spectral constraints or loss functions to guide their generator method. Their trials on the Pavia and Cave datasets have produced successful results [22].

Fu, Liang and You (2021) designed a bidirectional 3-dimensional semi-repetitive neural network with a random number of bands for hyperspectral super-resolution. Specifically, they proposed a core unit comprising a 3-dimensional convolution module and a bidirectional semi-repetitive pooling module to efficiently extract structural spatial-spectral correlation and global correlation across the spectrum, respectively. In his methods, combining the hyperspectral image's domain knowledge with a new pre-training strategy; It can be generalized to remote sensing hyperspectral datasets containing a limited number of training data [23].

2. Methodology

2.1. Deep Convolutional Neural Networks

Deep Convolutional Neural Networks (CNN) are trained to represent a nonlinear mapping from the input to the output [24]. CNNs consist of structural layers, where each layer covers the operation on the input that comes to it. These layers are ordered in a hierarchy to form a deep web so that the output activations of one layer are fed as input to the next layer. This concept is schematized in Figure 1.

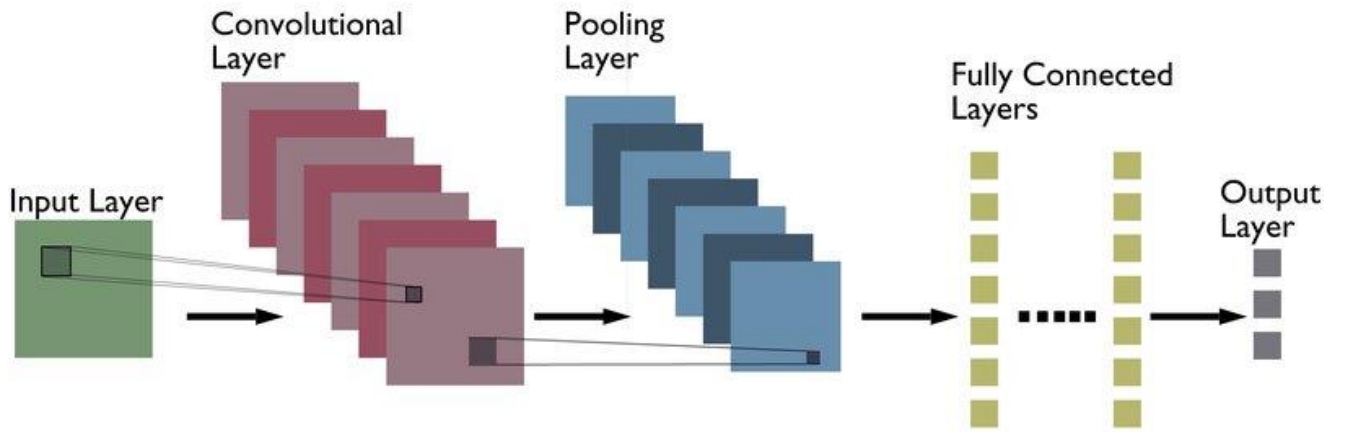


Figure 1. Structure of a Deep Convolutional Neural Network (CNN) [25].

As shown in Figure 1, deep convolutional networks consist of input, convolution, pooling, and fully connected layers. In the input layer, the image is used as an input to the network. In the convolution layer, the features are extracted by subjecting the input to the convolution process. In the pooling layer, the values that are the output of the convolution layer are filtered by a process like the convolution operation to reduce the size of features. In the fully connected layer, classification processes are performed with the necessary calculations on the data brought to a certain point by other layers.

2.2. Sparse Coding

The application of sparse representation in image processing comes from observing that natural images can be expressed sparsely in the base of some images [26]. Specifically, sparse coding aims to encode an input as a series of sparse latent unit activations such that the original signal can be recovered with minimal distortion.

Sparse coding functions similarly to automated encoders. They both have the same purpose in that neither approach is audited and relies on computational coding logic to represent a specific input. On the other hand, sparse coding, solves an optimization issue to identify the set of sparse hidden unit activations that encode the input, whereas autoencoders normally compute activations for input in a single layer. Both autoencoders and sparse coding learn a set of weight/dictionary values that optimize the model for reconstruction throughout the training.

Coding and dictionary learning are the two fundamental components of infrequent coding. While any dictionary can be used to code, the idea is to learn one that yields superior sparse representations. The goal of coding is to represent an entry using the sum of a sparse set of numbers.

2.3. Evaluation Metrics

To assess the quality of fusion results quantitatively and visually, several representative metrics were used in this study. Root Mean Square Error (RMSE), widely applied in the quantitative evaluation of image qualities, was chosen as the first index for our evaluations. Spectral Angle Mapper (SAM) was used to examine the spectral distortion of the fusion result.

The RMSE method, which is frequently used in the literature, is used to make a numerical evaluation between the reconstructed super-resolution image and the low-resolution image is given as input and compared it with other methods. The RMSE value is calculated by Equation 1 below [27].

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum \|I - \hat{I}\|^2}{LMN}} \quad (1)$$

In Equation 1; I represent the input image, \hat{I} the output image obtained as a result of the proposed method, $M \times N$ represents the spatial dimensions of the image, L represents the spectral size of the image.

The Spectral Angle Mapper algorithm is a tool developed to measure the spectral similarity of image spectra and reference spectra [35]. The SAM value is calculated by Equation 2. between the reference vector b and the test vector a .

$$SAM(\hat{a}, \hat{b}) = \arccos\left(\frac{\hat{a} \cdot \hat{b}}{\|\hat{a}\| \cdot \|\hat{b}\|}\right) \quad (2)$$

3. Proposed Model

This study performs a learning-based super-resolution application for hyperspectral images with low spatial resolution. There are studies in the literature to increase the spatial resolution of hyperspectral images. When these studies are examined, their methods can be classified into fusion-based and single image enhancement-based. The method's main disadvantage is that fusion-based methods require a second high-resolution image. However, super-resolution methods to be made on single images also pose a disadvantage due to the constraints such as the need for preliminary information about the required field and the data needed for training. In addition, in studies on increasing the spatial resolution of single images, it is seen that spectral data are lost at a severe rate.

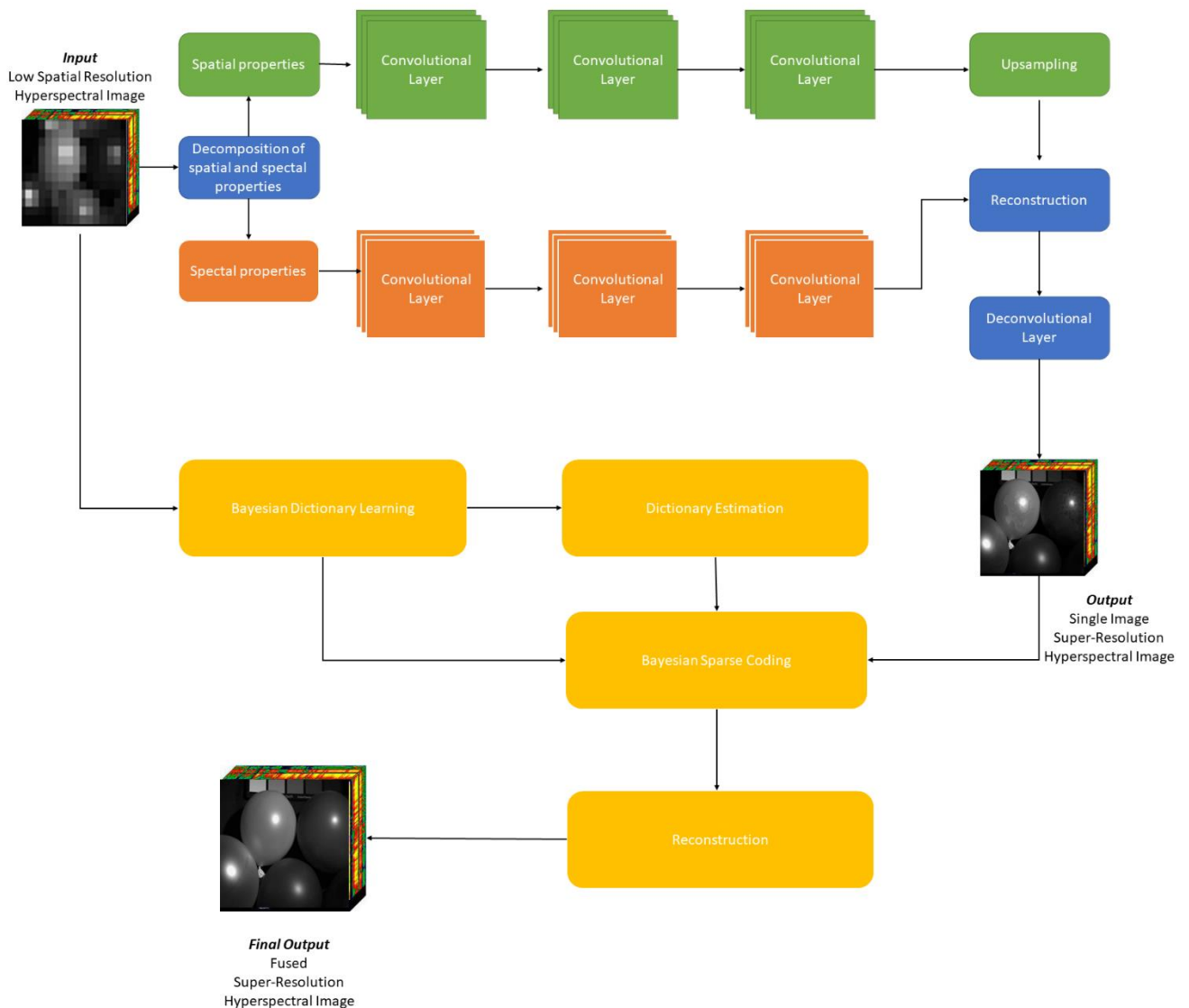


Figure 2. Algorithm of the proposed method

Although deep learning has become a popular topic with high computational devices, it still has many limitations. Information loss occurs due to the amount of loaded data needed for training, the devices required for computation, the filters applied in the convolution and pooling layers in convolutional neural networks, and the shifting process.

In sparse representation methods, we need to use many basis points to make a better linear approximation of the original signal to obtain a higher approach. This prevents the use of sparse representation methods on single images. However, it is beneficial in fusion-based super-resolution methods because of its ability to split the signal into its fundamental parts. The method proposed in this study consists of two essential elements: convolutional neural network and dictionary learning. The algorithm of the application is given in Figure 2.

In practice, it is used in principle that dictionary learning protects spectral data, and deep learning establishes a strong link between spatial information. The spectral and spatial features of the low spatial resolution hyperspectral image are decomposed. The separated spectral and spatial features pass through separate convolution layers. The resolution is increased by applying upsampling of spatial features subjected to the convolution process. Then, it was subjected to a reverse convolution process by combining the spectral and spatial information, and an intermediate super-resolution image was obtained. The input low spatial resolution image and the intermediate super-resolution image are combined using the Bayesian dictionary learning method proposed by Akhtar, et al. (2015). The resulting super-resolution image is obtained.

4. Experiments and Results

The CAVE dataset, which is frequently used in the literature, was used in this study. The CAVE dataset is a 32 x 512 x 512 x 31 dataset created from hyperspectral images of everyday objects. The spectral wavelength of the images in the dataset is in the range of 10 nm and consists of the wavelength between 400-700 nm on the electromagnetic spectrum. In order to create low spatial resolution images from the images, low spatial resolution images were obtained by creating 32 x 32 discrete blocks suggested by Akhtar et al. The spectral information of the original images was transferred to the low spatial resolution images obtained using the Nikon D700 spectral response.

In our established convolutional network, the convolution filter sizes are determined as 3x3. ReLU was used as the activation function, and ADAM optimizer was used as the optimizer. The learning rate was determined as 10^{-4} . In the dictionary learning part, the method of Akhtar et al. (2015) was used.

The RMSE values of the data obtained due to the application and the images selected according to the study of Akhtar, et al. (2015). are given in Table 1.

Table 1. Comparison of RMSE and SAM values obtained from our application and Akhtar et al. (2015) method

Images	RMSE of our application	RMSE value of Akhtar, et al. (2015).
Beads	6.54	5.4
Spools	5.56	4.6
Painting	2.32	1.9
Ballons	2.58	2.1
Photos	1.96	1.6
CD	6.48	5.3
Cloth	5.08	4.0



Figure 3. Low spatial resolution and super-resolution images of Balloons and Faces

Also, the SAM value of our application is calculated at 2.96. Akhtar et al. (2015) did not present SAM value in their study.

5. Conclusions

The main purpose of this study is to obtain super-resolution hyperspectral images using single low spatial resolution hyperspectral images. For this purpose, a 2-dimensional convolutional neural network-based structure was used in the first part of the study. In the second part, fusion-based Bayesian dictionary learning method was used to preserve higher spectral data.

The dictionary learning-based method, which is generally used to create super-resolution images by fusing high spatial resolution multispectral images with low spatial resolution hyperspectral images, has been added to the deep learning-based method. The high spatial resolution but spectral data loss image obtained from the deep learning-based method is fused with the original low spatial resolution hyperspectral image.

When the results were compared with the study of Akhtar et al. (2015), who suggested the Bayesian dictionary learning approach in the literature, it was seen that close results were obtained. Akhtar et al. (2015). used the original high spatial resolution image for fusion. In our study, a super-resolution image obtained with the convolutional neural network over a single image was used for fusion. It is thought that the difference in RMSE values is due to this. In addition, Akhtar et al. did not present SAM value in their study. In our study, the SAM value was calculated as 2.96.

When the obtained results are evaluated as a whole, it is seen that our proposed application is a successful super-resolution application in single low spatial resolution hyperspectral images.

References

- [1] D. Wallach, F. Lamare, G. Kontaxakis, and D. Visvikis, "Super-Resolution in Respiratory Synchronized Positron Emission Tomography," *IEEE Trans. Med. Imaging*, vol. 31, no. 2, pp. 438–448, Feb. 2012, doi: 10.1109/TMI.2011.2171358.
- [2] V. Sze, Y.-H. Chen, T.-J. Yang, and J. S. Emer, "Efficient Processing of Deep Neural Networks: A Tutorial and Survey," *Proc. IEEE*, vol. 105, no. 12, pp. 2295–2329, Dec. 2017, doi: 10.1109/JPROC.2017.2761740.
- [3] G. Ciaburro, V. K. Ayyadevara, and A. Perrier, *Hands-on machine learning on Google cloud platform: implementing smart and efficient analytics using Cloud ML Engine*. 2018.
- [4] J. Li, T. Qiu, C. Wen, K. Xie, and F.-Q. Wen, "Robust Face Recognition Using the Deep C2D-CNN Model Based on Decision-Level Fusion," *Sensors*, vol. 18, no. 7, p. 2080, Jun. 2018, doi: 10.3390/s18072080.
- [5] H. Yakura, S. Shinozaki, R. Nishimura, Y. Oyama, and J. Sakuma, "Malware Analysis of Imaged Binary Samples by Convolutional Neural Network with Attention Mechanism," in *Proceedings of the Eighth ACM Conference on Data and Application Security and Privacy*, Tempe AZ USA, Mar. 2018, pp. 127–134. doi: 10.1145/3176258.3176335.
- [6] B. Park, W. R. Windham, K. C. Lawrence, and D. P. Smith, "Contaminant Classification of Poultry Hyperspectral Imagery using a Spectral Angle Mapper Algorithm," *Biosyst. Eng.*, vol. 96, no. 3, pp. 323–333, Mar. 2007, doi: 10.1016/j.biosystemseng.2006.11.012.
- [7] B. Zhukov, D. Oertel, F. Lanzl, and G. Reinhackel, "Unmixing-based multisensor multiresolution image fusion," *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.*, vol. 37, no. 3, pp. 1212–1226, May 1999, doi: 10.1109/36.763276.
- [8] R. B. Gomez, A. Jazaeri, and M. Kafatos, "Wavelet-based hyperspectral and multispectral image fusion," Orlando, FL, Jun. 2001, pp. 36–42. doi: 10.1117/12.428249.
- [9] M. T. Eismann and R. C. Hardie, "Application of the stochastic mixing model to hyperspectral resolution enhancement," *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.*, vol. 42, no. 9, pp. 1924–1933, Sep. 2004, doi: 10.1109/TGRS.2004.830644.
- [10] Y. Zhang, S. De Backer, and P. Scheunders, "Bayesian Fusion of Multispectral and Hyperspectral Image in Wavelet Domain," in *IGARSS 2008 - 2008 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium*, Boston, MA, USA, 2008, p. V-69-V-72. doi: 10.1109/IGARSS.2008.4780029.
- [11] Yifan Zhang, S. De Backer, and P. Scheunders, "Noise-Resistant Wavelet-Based Bayesian Fusion of Multispectral and Hyperspectral Images," *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.*, vol. 47, no. 11, pp. 3834–3843, Nov. 2009, doi: 10.1109/TGRS.2009.2017737.

- [12] Q. Wei, N. Dobigeon, and J.-Y. Tourneret, "Bayesian fusion of multispectral and hyperspectral images with unknown sensor spectral response," in *2014 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP)*, Paris, France, Oct. 2014, pp. 698–702. doi: 10.1109/ICIP.2014.7025140.
- [13] N. Akhtar, F. Shafait, and A. Mian, "Bayesian sparse representation for hyperspectral image super resolution," in *2015 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, Boston, MA, USA, Jun. 2015, pp. 3631–3640. doi: 10.1109/CVPR.2015.7298986.
- [14] F. A. Mianji, Y. Gu, Y. Zhang, and J. Zhang, "Enhanced Self-Training Superresolution Mapping Technique for Hyperspectral Imagery," *IEEE Geosci. Remote Sens. Lett.*, vol. 8, no. 4, pp. 671–675, Jul. 2011, doi: 10.1109/LGRS.2010.2102334.
- [15] S. He, H. Zhou, Y. Wang, W. Cao, and Z. Han, "Super-resolution reconstruction of hyperspectral images via low rank tensor modeling and total variation regularization," in *2016 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS)*, Beijing, China, Jul. 2016, pp. 6962–6965. doi: 10.1109/IGARSS.2016.7730816.
- [16] J. Hu, Y. Li, and W. Xie, "Hyperspectral Image Super-Resolution by Spectral Difference Learning and Spatial Error Correction," *IEEE Geosci. Remote Sens. Lett.*, vol. 14, no. 10, pp. 1825–1829, Oct. 2017, doi: 10.1109/LGRS.2017.2737637.
- [17] Y. Li, J. Hu, X. Zhao, W. Xie, and J. Li, "Hyperspectral image super-resolution using deep convolutional neural network," *Neurocomputing*, vol. 266, pp. 29–41, Nov. 2017, doi: 10.1016/j.neucom.2017.05.024.
- [18] Y. Li, L. Zhang, C. Ding, W. Wei, and Y. Zhang, "Single Hyperspectral Image Super-Resolution with Grouped Deep Recursive Residual Network," in *2018 IEEE Fourth International Conference on Multimedia Big Data (BigMM)*, Xi'an, Sep. 2018, pp. 1–4. doi: 10.1109/BigMM.2018.8499097.
- [19] J. Jia, L. Ji, Y. Zhao, and X. Geng, "Hyperspectral image super-resolution with spectral-spatial network," *Int. J. Remote Sens.*, vol. 39, no. 22, pp. 7806–7829, Nov. 2018, doi: 10.1080/01431161.2018.1471546.
- [20] W. Xie, X. Jia, Y. Li, and J. Lei, "Hyperspectral Image Super-Resolution Using Deep Feature Matrix Factorization," *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.*, vol. 57, no. 8, pp. 6055–6067, Aug. 2019, doi: 10.1109/TGRS.2019.2904108.
- [21] Q. Wang, Q. Li, and X. Li, "Spatial-Spectral Residual Network for Hyperspectral Image Super-Resolution," *ArXiv200104609 Cs Eess*, Jan. 2020, Accessed: Dec. 17, 2021. [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2001.04609>
- [22] J. Li *et al.*, "Hyperspectral Image Super-Resolution by Band Attention Through Adversarial Learning," *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.*, vol. 58, no. 6, pp. 4304–4318, Jun. 2020, doi: 10.1109/TGRS.2019.2962713.
- [23] Y. Fu, Z. Liang, and S. You, "Bidirectional 3D Quasi-Recurrent Neural Network for Hyperspectral Image Super-Resolution," *IEEE J. Sel. Top. Appl. Earth Obs. Remote Sens.*, vol. 14, pp. 2674–2688, 2021, doi: 10.1109/JSTARS.2021.3057936.
- [24] S. Albawi, T. A. Mohammed, and S. Al-Zawi, "Understanding of a convolutional neural network," in *2017 International Conference on Engineering and Technology (ICET)*, Antalya, Aug. 2017, pp. 1–6. doi: 10.1109/ICEngTechnol.2017.8308186.
- [25] A. Y. Abyaneh, A. H. G. Foumani, and V. Pourahmadi, "Deep Neural Networks Meet CSI-Based Authentication," *ArXiv181204715 Cs Eess Stat*, Nov. 2018, Accessed: Jan. 01, 2022. [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/1812.04715>
- [26] M. Elad, *Sparse and redundant representations: from theory to applications in signal and image processing*. New York, NY Heidelberg: Springer, 2010.
- [27] J. M. Bioucas-Dias *et al.*, "Hyperspectral Unmixing Overview: Geometrical, Statistical, and Sparse Regression-Based Approaches," *IEEE J. Sel. Top. Appl. Earth Obs. Remote Sens.*, vol. 5, no. 2, pp. 354–379, Apr. 2012, doi: 10.1109/JSTARS.2012.2194696.
- [28] F. A. Kruse *et al.*, "The spectral image processing system (SIPS)—interactive visualization and analysis of imaging spectrometer data," *Remote Sens. Environ.*, vol. 44, no. 2–3, pp. 145–163, May 1993, doi: 10.1016/0034-4257(93)90013-N.

The Effect Of The Covid-19 Pandemic On Health Services (Evaluation of Health Statistics of OECD Countries)

Altuğ ÇAĞATAY^a, Ümit ARSLAN^{b-1}, Seda YILMAZ^c

^aTokat Gaziosmanpaşa University, Almus Vocational School, Tokat, Turkey
^bT.C. Sağlık Bakanlığı, Ankara, Turkey
^cTokat Gaziosmanpaşa University, Graduate Education Institute, Tokat, Turkey
ORCID ID:0000-0001-7067-5570
ORCID ID: 0000-0002-9781-3723
ORCID ID: 0000-0002-5478-3595

Abstract

In this study, it is aimed to compare the health statistics of OECD countries in terms of Covid-19 and general health statistics. Quantitative screening method was used in the study and health statistics of OECD 2020, 2021, World Health Organization Covid-19 statistics and Ministry of Health 2019 health statistics were used. According to the number of Covid-19 cases reported among OECD countries, the high death rate is in Hungary with 3.083 per hundred thousand, Italy with 2.610 per hundred thousand, Colombia with 2,533 per hundred thousand, Chile with 2.170 per hundred thousand and 1.920 per hundred thousand. It is in Greece. The lowest death rates are in Norway with 378 per hundred thousand, Denmark (558), Israel (609), Finland (706), Netherlands (711) and Turkey with 873 per hundred thousand. The lowest deaths by population occurred in South Korea (% 0.08), Australia (% 0.08) and Japan (% 0.15). Turkey is among the countries where the number of deaths from Covid-19 is low (% 0.94) according to the population. The countries with the highest rate of intensive care beds are Czechia, Turkey and Estonia. The average length of stay in hospital was highest in South Korea (18 days), Japan (16 days), and Hungary (9.6 days). The minimum length of stay in hospital is in Turkey (4.2 days), Mexico (4.4 days) and the Netherlands (5.2 days). In general, when we look at the health statistics of our country, we can say that it is in better condition than other OECD countries. However, the number of health personnel needs to be increased. When compared with the Covid-19 data (death rates, bed occupancy rates, etc.), it is seen that our country is successful in the fight against Covid-19. It is thought that this result depends on the strength of the health infrastructure. With the increase in vaccination, it is expected that deaths due to Covid-19 will decrease even more all over the world.

Keywords: "Covid-19, Health Services, OECD country Statistics"

1. Giriş

Covid-19 ile birlikte bazı devletler etkili önlemlerle salgını sınırları içerisinde kontrol edebiliyorken, bazıları da bu alanda başarısız olmuştur. Pandemi ilerledikçe, hükümetler sağlık, imalat, ithalat, ticaret ve turizm gibi sektörlerde salgının etkilerini hissetmeye başlamış ve bu etkilerden korunmak ya da krizi fırsata dönüştürebilmek için birçok alanda değişik yönelimler göstermişlerdir (Yorulmaz vd., 2021: 164).

Covid-19 süreci ile dünyayı hızlı bir şekilde etkileyen salgınların idare edilmesinde DSÖ gibi global ya da çok uluslu kuruluşların kuvvetlendirilmesinin önemi ve sağlığın sadece sağlık sektörünün işi olmadığı anlaşılmıştır (Gölbaşı ve Metintaş, 2020: 204).

Pandemi süresince hükümetler vatandaşlarını kriz durumlarında beraber hareket etmeli ve bilimsel kuruluşlar da halk için kanıtla dayalı güvenilir kaynaklar haline gelen yayın organları oluşturulmalıdır (Timmis ve Brüssow, 2020: 1989). Aşılama sürecini yaşayan ülke, aile, toplum, sağlık çalışanları vb. pek çok etmen etkilediği için karşılıklı diyaloglarla toplum geneline yayarak aşılamanın geliştirilmesi ve devamının gerçekleştirilmesi gerekmektedir (Erkekoğlu vd., 2020: 213). Ayrıca nüfuslar önümüzdeki aylarda kademeli olarak aşılandıkça, politika yapıcılar aşılananlar ile aşılanmayanlar arasında bir ayrım yaratma riskine ve bunun eşitsizliği daha da kötüleştirme üzerindeki etkisine karşı dikkatli olmalıdır (Gooch, 2020). Öncelikle sağlık hizmetlerinin yeniden düzenlenmesi gerektiği çok iyi anlaşılmıştır. Aile hekimliği sistemi ve merkezlerinin altyapısı ve fiziki alanı güçlendirilmeli, ilgili nüfusa dayalı iyileştirmeler yapılmalı ve hastanelere kabulün kontrol edilmesi için hastanelere sevk sistemi uygulanmalıdır. Öte yandan kronik hastalıkların takibi, evde bakım hizmetleri, evde yaşlı bakımı hizmetleri ve sağlık eğitimi hizmetleri, çevrimiçi

¹ Sorumlu Yazar. Tel.: 0505 489 40 54
E-posta adresi: umitars@hotmail.com

sistemler ve teletıp hizmetlerinin ülke genelinde yaygınlaştırılması gerekmektedir. Sağlık çalışanları ve bireylerin teması en aza indirilmeli, etkin ve hızlı bir şekilde yürütülmelidir (Tengilimoğlu vd.,2021: 7).

Dünya Sağlık Örgütü'ne (WHO) göre, bugüne kadar ki şüpheli vakalar için hem epidemiyolojik ve klinik kriterler bulunmaktadır (Galván-Tejada, 2020: 1). Hastalığın öncelikle sosyal aktivite düzeyine bağlı olan etkileşimler, sosyal ortamlar ile buluşma, restoranlarda yemek yemek, perakende mağazalarda alışveriş yapmak ve seyahat etmek gibi sebeplerle bulaştığı gözlemlenmiştir (Farboodi vd., 2020: 1). Covid-19'un klinik özellikleri belirlenmiş olup çoğu insan hafif semptomlar gösterir veya hiç göstermez iken ölümler esas olarak yaşlılarda ve kronik hastalığı olan hastalarda meydana gelmektedir (Watkins, 2020: 2).

1.1. Literatür Araştırması

Türkiye Covid-19 Pandemi Süreci

Türkiye de diğer ülkelerde olduğu gibi pandemiden ciddi şekilde etkilenmiş ve etkilenmeye devam etmektedir. Filyasyon çalışmaları, sosyal izolasyon, kişisel koruyucu ekipman kullanımları Türkiye'nin Covid-19 pandemisindeki sağlık politikasını oluşturmaktadır (Eser vd., 2021: 32). Türkiye'de 11 Mart 2020 tarihinden bu yana bütün kamu ve özel hastaneleri, pandemi hastaneleri olarak deklare edilmiş ayrıca Covid-19'a enfekte olan bütün bireyler için ihtiyaç duyulan tıbbi tedaviler de ücretsiz olmuştur (Erol, 2020: 148). 2 Nisan 2020 tarihinde "Aşı ve İlaç Geliştirme Sanal Konferansı" gerçekleştirilmiş olup Türkiye Sanayi ve Teknoloji Bakanı konferansın açılış konuşmasında; Covid-19 Platformu kapsamında hem kimyasal hem de biyoteknolojik yöntemlerin uygulanacağı yedi farklı aşı ve 7 farklı ilaç geliştirme projesinin mevcudiyetinden bahsetmiştir (Akarsu vd., 2021: 2).

OECD Ülkeleri ve Pandemi Süreci

Salgın ile mücadeleyi birçok yönden incelemek gerekmektedir. Çünkü salgınlar bireylerin sağlık sistemlerine doğrudan müdahalesiyle birlikte, yaşanan doğal ve sosyal çevreyi de etkilemektedir (Eroğlu, 2020:565). Şu anda yaşadığımız mevcut pandemi, birçok ülkede sağlık sisteminin zayıf noktalarını göstermiştir. Tesisat kapasitesi, sağlık çalışanlarının dağılımı, ekipman ve malzeme sorunları yaşanan sağlık sistemlerine yeni bakış açıları getirmiştir. Bulaşma riski nedeniyle hastaneye kabulün ertelenmesi, sokağa çıkma yasağı, poliklinik başvuru sayısının azaltılması gibi durumlar göz önüne alındığında, hastanelerde sağlık hizmeti talebinin artması kaçınılmazdır ve sağlık çalışanlarının normal şartlarda çalışması beklenirdi. hızlı bir oran. Riski en aza indirmek için iş gücü planlarının önceden hazırlanması ve zorunlu sevk zincirinin sağlık hizmetlerine dahil edilmesi önerilebilir. Sevk zinciri aile hekimliği sisteminin ayrılmaz bir parçası olduğu için bireylerde davranış değişikliği avantajlı bir duruma dönüştürülebilir (Tengilimoğlu vd.,2021: 7). Covid-19 ile birlikte bazı devletler etkili önlemlerle salgını sınırları içerisinde kontrol edebiliyorken, bazıları da bu alanda başarısız olmuştur. Bu devletlerde salgının bırakacağı siyasal, toplumsal ve iktisadi etkilerin neler olabileceği konusunda tartışmalar devam etmektedir (İmga ve Ayhan, 2020:7). Pandemi ilerledikçe, hükümetler sağlık, imalat, ithalat, ticaret ve turizm gibi sektörlerde salgının etkilerini hissetmeye başlamış ve bu etkilerden korunmak ya da krizi fırsata dönüştürebilmek için birçok alanda değişik yönelimler göstermişlerdir (Yorulmaz vd., 2021: 164). Covid-19 ile birlikte ortaya çıkan bir diğer önemli sonuç ise; ekonomik, sosyal ve askeri imkânlarla sahip olma açısından dünyanın en güçlüleri arasında yer alan ülkelerin, herhangi bir salgın karşısında güçlerinin ne kadar kırılgan olduğu gerçeği olmuştur. Özellikle sağlık temelli yapılan araştırmalara göre; sağlık sistemlerine çokça güvenen ve bundan dolayı iyi performans sergilemesi beklenen birçok ülkenin (İngiltere, Amerika, İtalya, İspanya vb.), bu pandemi ile birlikte mevcut sağlık sistemlerinin ne kadar güvenilir olduğu da sorgulanır hale gelmiştir. Muhtemeldir ki pandemi sonrası süreçte, dünya üzerindeki bütün ülkeler, sağlık sistemlerini yeniden tasarlamak ve planlamalarını, bu süreçteki tecrübelerine dayandırarak yenilemek zorunda kalacaktır Budak ve Korkmaz, 2020:75).

OECD ülkeleri Covid-19 pandemisine karşı yetersiz kalmaktadır. Bunun sebepleri arasında 1. basamak sağlık hizmetlerinin hastaları zamanında teşhis edememesi sebebiyle enfekte olan hastaların çok fazla talepte bulunması, virüse karşı koruma sağlayan maske ve önlüğün sınırlı olması, nüfusa karşı hastane yoğun bakım ve hasta yataklarının kısıtlı olması yer almaktadır (Yiğit, 2020: 411). Yapılan araştırmalar genel popülasyonda yüksek oranda maske kullanımının virüs bulaşmasını ve SARS-COV-2 damlacıklarının havada asılı kalması nedeniyle yayılımını azaltabileceğini göstermektedir (Yan vd., 2021: 2). Ek olarak, toplumda maske kullanımı, ancak çoğu insan maske takarsa etkili üreme sayısında anlamlı bir azalma sağlayacaktır (Cheng vd., 2020: 2). Amerika'da yapılan bir araştırmaya göre kolektivist kültürlerin karşılıklı bağımlılığa ve ortak hedeflere vurgusu nedeniyle, bu tür kültürlerdeki birçok insan maske takmayı yalnızca bir sorumluluk olarak değil, aynı zamanda pandemi ile mücadelede bir dayanışma sembolü olarak görmektedir (Lu, Jin, & English, 2021:1).Ülkeler de maske kullanımına ilişkin yönergeler açıklamış olup Virüsün yayılmasını en aza indirmek için vatandaşlarının halka açık alanlarda maske takmasını zorunlu tutmaktadır. Bu nedenle, halka açık alanlarda maske takmak, virüsün yayılmasını durdurmanın en etkili yollarından biri olarak görülmektedir (Rab vd., 2020: 1617).

İngiltere pandemi ile mücadelede en geç harekete geçen ülkelerin başındadır. Salgının ilk dönemlerinde "sürü bağışıklığı" stratejisini benimseyen İngiltere'de vakaların ve ölüm sayılarının giderek artış göstermesi hükümeti önlemler almaya sevk etmiştir (Munis ve Aydın, 2021: 70). Buna karşılık olarak Almanya pandemi süresince İtalya ve İspanya'dan sonra Avrupa'da en çok vakanın görüldüğü ülkeler arasındadır. Ancak hayatını kaybeden hastaların sayısının diğer ülkelere kıyasla çok daha düşük olması tüm dünyada dikkatleri Almanya'nın izlediği politikaya ve aldığı önlemlere çevirmiştir. Bunun cevabını hükümet danışmanı

Christian Drosten, "Bizde ölüm oranı çok düşük çünkü biz oldukça fazla oranda laboratuvar testi yöntemi uyguluyoruz." şeklinde cevap vermiştir (Keskin, 2020). Covid-19 pandemisi yıkımını artırırken, dünyanın dört bir yanındaki doktorlar, hayat kurtaran kaynaklarını paylaşırma gibi göz korkutucu bir görevle karşı karşıyadır. Acil servislerde veya yoğun bakım ünitelerinde "ilk gelen ilk hizmet alır" yöntemi uygulanmamaktadır. Ayrıca İtalya'da doktorlar vantilatörleri 60 yaşın altındakilerle sınırladığını bildirmiştir (Iserson, 2020:5).

Covid 19 pandemi sürecinden en fazla etkilenen ülkelerin başında ABD gelmektedir. Sağlık hizmetlerini özel sektör tarafından karşılayan ABD vatandaşları, bireysel sağlık sigortaları olmadığı takdirde acil servis harici bir hizmet alamamaktadır. ABD hastaneleri kar amacı güden hastaneler olması sebebiyle bu süreçte yoğun hizmet vermesine karşılık yeterli düzeyde kar elde edemediği için büyük sıkıntılar yaşamaktadır. Kısaca ABD'de sağlık teknoloji altyapısı gelişmiş olmasına rağmen, toplum içindeki dağılımı başka gelişmiş ülkelerdeki birçok ulusal sağlık sisteminin oldukça gerisinde kalmaktadır (Yıldızoğlu, 2020).

Amerika Birleşik Devletleri'nde yapılan ve 30.529 kişinin katıldığı bir çalışmada katılımcıların en yaygın olarak gösterdiği semptomlar; baş ağrısı, titreme veya terleme, nefes almada zorluk, tat ve koku almada azalma ve öksürük olarak tespit edilmiştir (Quer, 2021: 75). Yine bir İtalyan çalışmasında taburcu olduktan 7 hafta sonra 143 birey izlenmiş ve %53'ünün yorgunluk, %43'ünün nefes darlığı ve %27'sinin eklem ağrısı bildirdiği belirlenmiştir (Halpin vd., 2021: 1014). Birleşik Krallık ve ABD'de yoğun bakım ünitelerinden elde edilen verilerde gözlemlenen demografik eğilim ise, ölen bireyler daha fazla oranda Siyah, Asyalı ve Azınlık Etnik hastalardır (Chakravorty vd., 2020: 2). Biyolojik risk faktörlerinden şeker hastalığı ve akciğer hastalığı gibi tıbbi risk faktörlerine, sosyoekonomik durum, kalabalık hane halkı ve toplu taşıma kullanımı gibi sosyal risk faktörlerine kadar sayısız faktör öne sürülmüştür (Karmakar vd., 2021: 2).

Bir diğer yandan enfeksiyon riski en yüksek olanlar, enfekte olan bireyler ile temas halinde olanlardır, yani ön saflardaki doktorlar ve hemşireler olmak üzere sağlık çalışanlarıdır. Yüksek stresli bir çalışma ortamı, sağlık çalışanlarının bağışıklığını daha da zayıflatmış ve hastalara uzun süre maruz kalınması, enfeksiyon riskini hızla artırmıştır (Du vd., 2021: 4). İşyerleri ve bireyler Covid-19 için subklinik ve asemptomatik taşıyıcılar olarak potansiyel bir enfeksiyon kaynağıdır ve bu durum hastanelerde sağlık personelleri için önemli bir tehdit oluşturmaktadır (Kumar vd., 2021: 2). Bununla birlikte, sağlık çalışanları sağlık çalışanları olmayanlara göre daha erken bakım alabilmekte, bu da tanı, hastaneye yatış ve hayatta kalma oranlarını diğer bireylere karşı daha fazla etkileyebilmektedir (Shepard vd., 2021: 545).

Mevcut tahminlere göre, gelişmiş ekonomilerdeki yetişkin nüfusun büyük bölümü 2022'nin ortalarında aşılanmış olacak, orta gelirli ülkeler için ise 2022'nin sonlarına ya da 2023'ün başlarına kadar uzayabilirken, daha yoksul ülkeler için toplu bağışıklama 2024'e kadar uzayacaktır (Elgar vd., 2021: 2). Canlı atenüe, inaktif, mRNA ve DNA içeren ve vektör aşılardan olmak üzere dört çeşit aşı tipi bulunmaktadır. Farklı gelişmiş aşı teknolojileri, Covid-19'u önlemedeki potansiyellerini zaten göstermiştir ve mRNA ve adenoviral vektör aşılardan da dahil olmak üzere bu tür birkaç aşı, klinik deneyleri başarıyla tamamladıktan sonra dünya çapında kullanım için yetkilendirilmiştir (Kozlovskaya vd., 2021: 1791).

Mevcut aşılardan varlığı, yeni enfeksiyonları en aza indirmek için kilit unsur olduğundan insanları ve özellikle sağlık çalışanlarını aşılardan çok önemlidir (Troiano ve Nardi, 2021: 246). Bunun yanı sıra bulaşıcı bir hastalığa maruz kalmak kişiyi riske attığından ve aşılanmazlarsa bireylerin hastalığı başkalarına bulaştırma olasılıkları çok daha yüksek olduğundan, aşı tereddütü hem birey hem de toplum için tehlike arz etmektedir (Coustasse vd., 2020: 72). Luyten ve arkadaşları tarafından 1402 İngiliz vatandaşıyla yapılan aşı tereddütü araştırmasında katılımcıların %90'ında en az bir boyutta aşı tereddütü bulunduğu ve bu tereddütün aşı ile ilgili risk algısından kaynaklandığı tespit edilmiştir (Yalçın-Balçık ve Demir, 2021: 379). Büyük ölçüde yüksek gelirli ülkelerde yürütülen yayınlanmış araştırmalar, tereddütün başlıca nedenlerinden biri olarak, aşı geliştirme sürecinin hızlı temposu da dahil olmak üzere, Covid-19'a karşı aşılardan güvenliğine ilişkin endişelerini belirtmektedir (Machingaidze ve Wiysonge, 2021: 1338).

2. Analiz

2.1. Gereç ve Yöntem

Çalışmada OECD ülkelerinin sağlık istatistikleri Covid-19 ve genel sağlık istatistikleri yönünden karşılaştırılmış ve yorumlanmıştır.

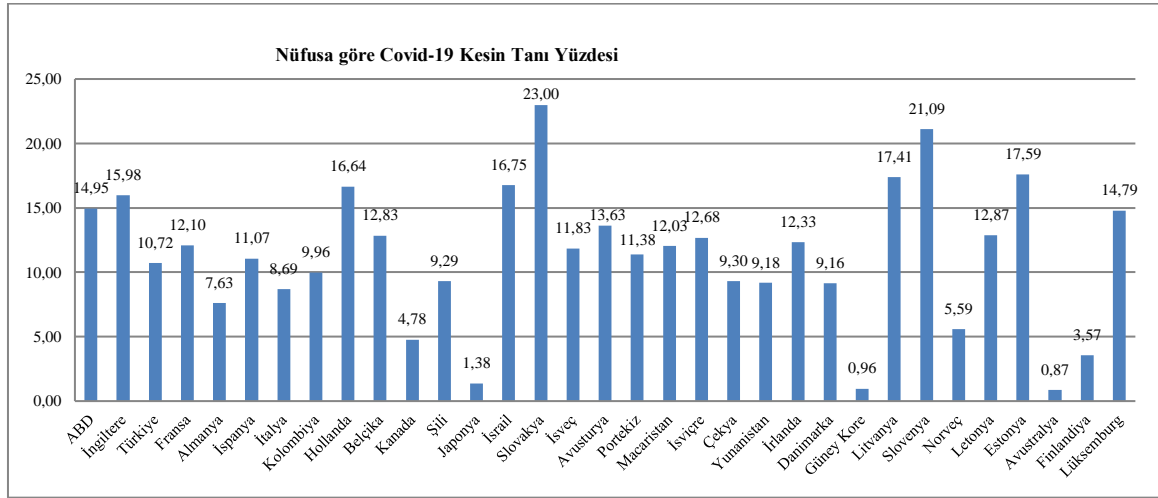
2.2. Bulgular

OECD 2020,2021 yılı sağlık istatistiklerinden, Dünya Sağlık Örgütü Covid-19 istatistiklerinden ve Sağlık Bakanlığı 2019 yılı sağlık istatistiklerinden yararlanılarak aşağıdaki veriler oluşturulmuştur. Bulgular, OECD ülkelerinin Covid-19 istatistikleri, Covid-19 aşı uygulama durumları, yatak kapasiteleri, ortalama yatış süreleri, personel sayıları ve sağlık harcamaları yönünden başlıklar halinde incelenmiştir.

2.2.1. OECD ülkelerinin Covid-19 Verilerinin Karşılaştırılması

Sağlıkta hizmetlerinde istatistik; kurum kaynaklarının daha aktif bir grafikte yönetilebilmesi, ülkeler ve sağlık hizmetleri sunucularının faaliyetlerini gerçekleştirirken ya da geleceğe yönelik karar verme aşamalarında yol gösterici olması, sağlık personeli

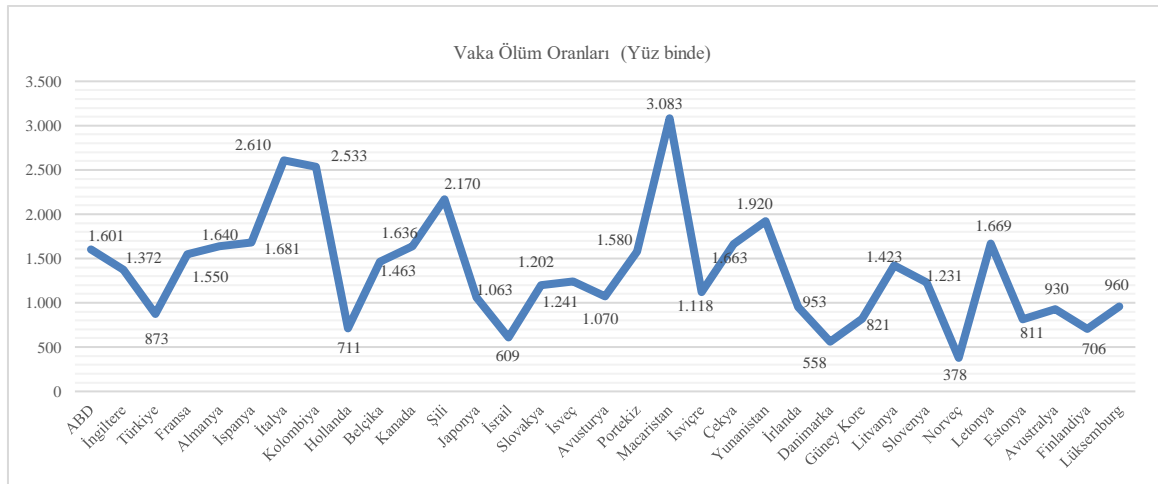
ve sağlık kuruluşlarının takip edilmesi, güvenilir ve güncel verilere ulaşılabilme ve ulaşılan verilerin veri kaynağından alınması bakımından önemli katkılar sağlamaktadır. Böylece bu veriler veri işleme ile bir dizi analiz süreci sonucunda amaçlanan araştırma konusu üzerinde daha hızlı ve doğru karar verme imkanı sağlamaktadır. Bu nedenle çalışmanın daha iyi anlaşılabilmesi için OECD ülkelerinin sağlık hizmeti performansları ve Covid-19 pandemi dönemine ait bazı istatistikler aşağıda verilmektedir.



Grafik.1 OECD Ülke Nüfuslarına göre Doğrulanmış Covid-19 Vaka Oranları

Kaynak: <https://corona.cbddo.gov.tr/>

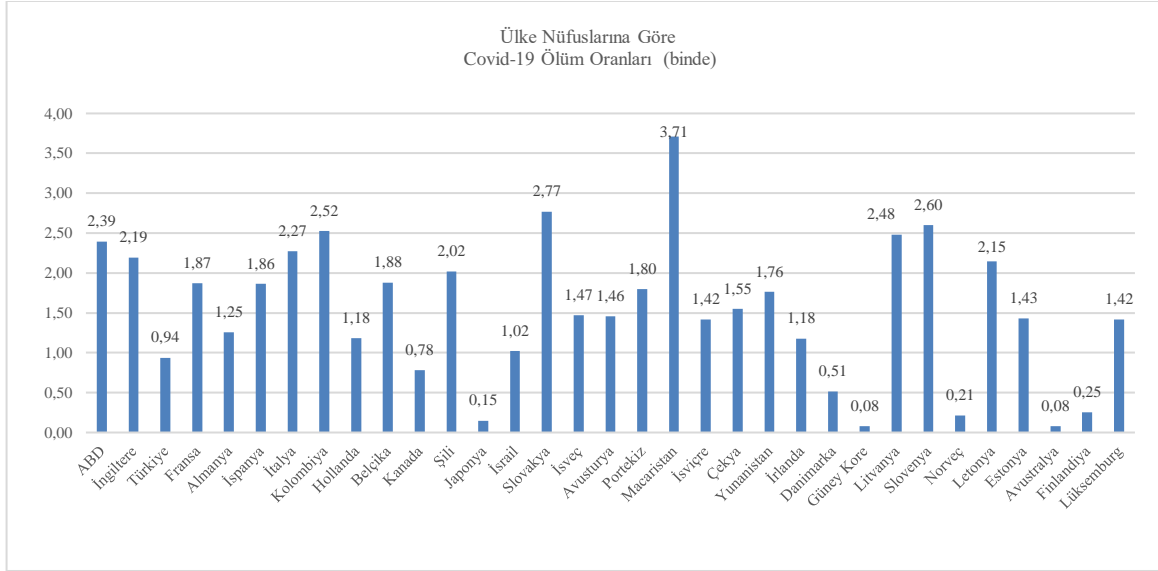
Grafik 1’de, 06 Aralık 2021 tarihi itibarı ile OECD ülkelerinin nüfusuna oranla Covid-19 kesin tanı yüzdesi verilmiştir. Buna göre ülke nüfuslarına oranla en fazla kesin tanı oranı Slovenya, Slovakya, Estonya, İsrail ve Hollanda’da konulmuştur. Nüfuslarına göre en az kesin tanı konulan ülkeler Avusturalya, Güney Kore, Japonya, Finlandiya ve Kanada’dır.



Grafik.2 OECD ülkeleri Covid-19 Vaka ölüm oranları

Kaynak: <https://corona.cbddo.gov.tr/>

Grafik 2’de, 06 Aralık 2021 tarihi itibarı ile OECD ülkelerinde doğrulanmış kesin tanılarda meydana gelen ölümlerin oranı verilmiştir. Buna göre bildirilen doğrulanmış vakalara göre en yüksek ölüm oranı sırası ile yüz binde 3.083 ile Macaristan, yüz binde 2.610 ile İtalya’da, yüz binde 2.533 ile Kolombiya’da, yüz binde 2.170 ile Şili’de ve yüz binde 1.920 ile Yunanistan’dadır. En düşük ölüm oranları ise sırası ile yüz binde 378 Norveç, 558 Danimarka, 609 İsrail, 706, Finlandiya, 711 Hollanda ve yüz binde 873 ile Türkiye’dedir.

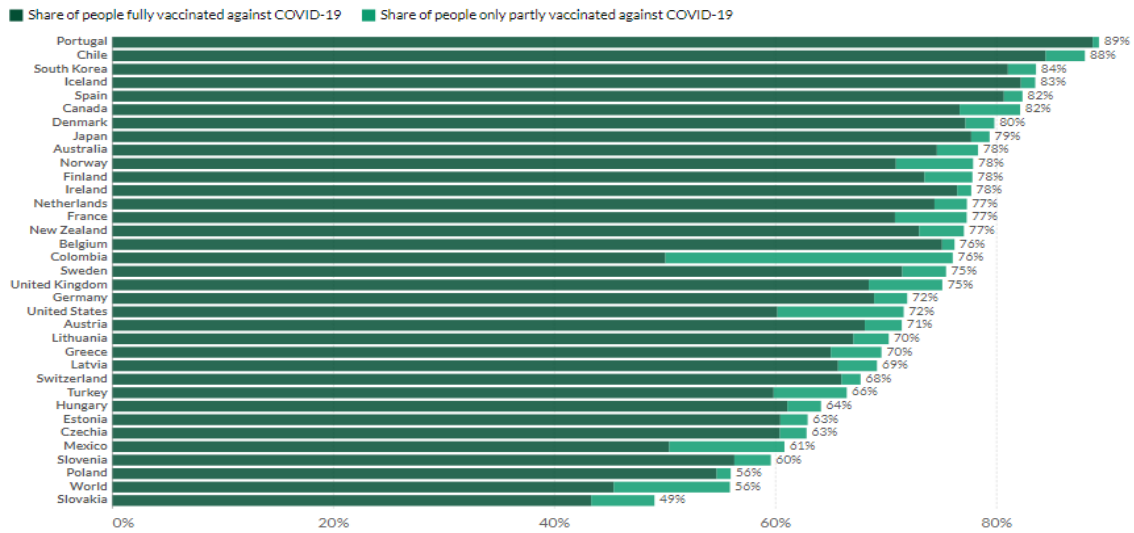


Grafik 3. Ülke Nüfuslarına Göre Covid-19 Ölüm Oranları

Kaynak: <https://corona.cbddo.gov.tr/>

Grafik 3'te, 06 Aralık 2021 tarihi itibari ile OECD ülkeleri nüfuslarına göre Covid-19'dan ölüm oranları verilmiştir. Buna göre en yüksek ölüm oranları binde 3.71 ile Macaristan, 2,60 Slovenya, 2.77 Slovakya, 2.52 Kolombiya, 2.39 ile ABD, 2.27 ile İtalya'da görülmüştür. Nüfusa göre en düşük ölümler ise Güney Kore (%0.08), Avustralya (%0.08), Japonya (%0.15), Norveç (%0.21), Finlandiya (%0.25), Danimarka (%0.51), Kanada (%0.78) ve Türkiye'de (%0.94) görülmüştür.

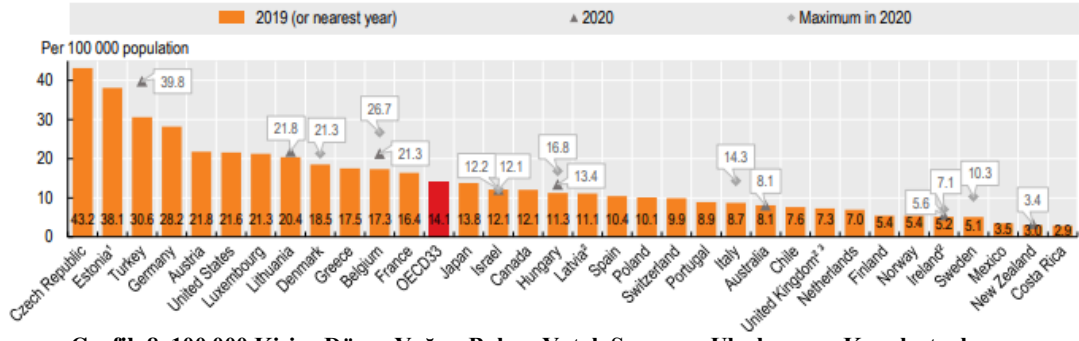
2.2.2. Covid-19 Aşılama İstatistikleri



Grafik 4. OECD Ülkelerinin Aşılama Oranları

Kaynak: Our World in Data

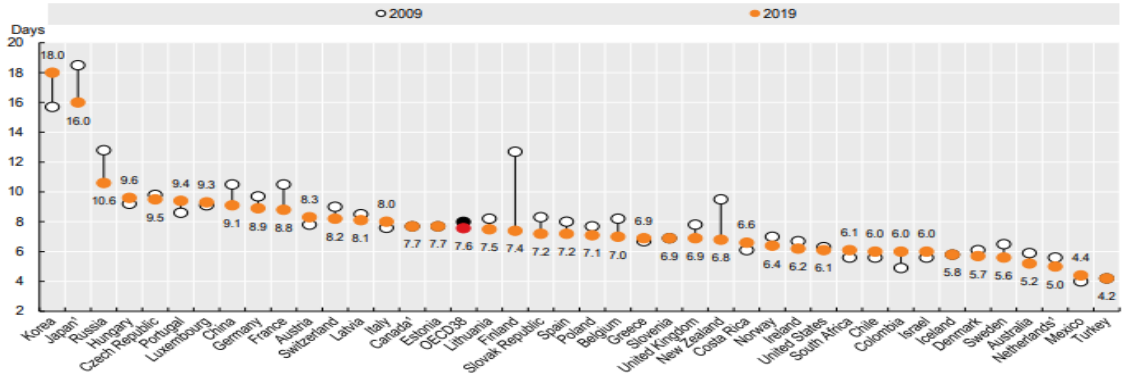
Grafik 4'te OECD ülkelerinin tamamen veya kısmen aşılanma oranları belirtilmektedir. 10 Aralık 2021 tarihli şekle göre en fazla aşılanma oranına sahip ülkeler Portekiz (%89), Şili (%88) ve %84 ile Güney Kore'dir. En az aşılanma oranına sahip ülkeler ise Slovakya (%49), Polonya (%56) ve %61 ile Meksika'dır. Türkiye ise %66 ile OECD ülkeleri arasında alt sıralarda yer almaktadır. Ancak bu sıralamada ülkemiz nüfusunun tamamına (83 milyon) oranlama yapıldığından oran bu Grafiktedir. Normalde 18 yaş üstü nüfusta aşılanma oranı %82'dir.



Grafik 8. 100.000 Kişiyeye Düşen Yoğun Bakım Yatak Sayısının Uluslararası Karşılaştırılması

Kaynak: OECD Sağlık İstatistikleri 2021

Grafik 8’de OECD ülkelerinin 2019 ve 2020 yıllarındaki 100.000 kişiye düşen yoğun bakım yatak sayısını görmektedir. Şekle göre en çok yoğun bakım yatak sayısı oranına sahip ülkeler Çekya, Türkiye ve Estonya’dır. Türkiye’yi Almanya ve Avusturya takip etmekte, en düşük orana sahip OECD ülkeleri ise, Kosta Rika, Yeni Zelanda, Meksika ve İsveç’tir. Pandemi döneminde yoğun bakım yatak sayısı önemli bir ihtiyaç olmuş olup Türkiye bu konuda yeterli sayıda yoğun bakım yatağına sahip olup, gerekli bakım ve tedavi hizmetini en şekilde yapmıştır. Bunun sonucu olarak Türkiye’de Covid-19 nedeni ile meydana gelen ölümler bir çok gelişmiş ülkeden düşüktür.

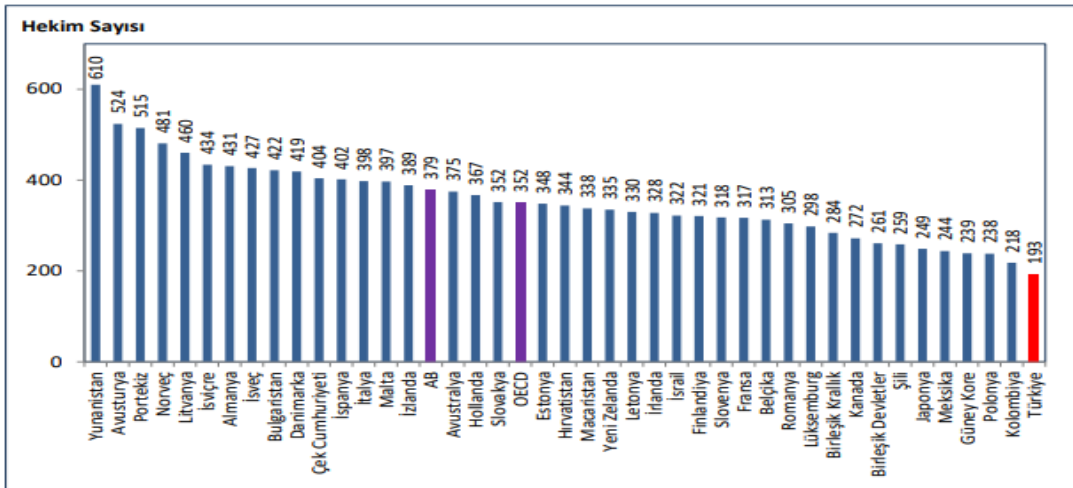


Grafik 9. Hastanede ortalama yatış süresi

Kaynak: OECD Sağlık İstatistikleri 2021

Grafik 9’da OECD ülkeleri ve diğer ülkeler arasında hastanede ortalama yatış süreleri verilmiştir. Buna göre en fazla hastanede yatma süresi Güney Kore (18 gün), Japonya (16 gün), ve Macaristan’dadır (9.6 gün). Hastanede en az yatış süresi ise Türkiye (4.2 gün), Meksika (4.4 gün), ve Hollanda’dadır (5.2 gün).

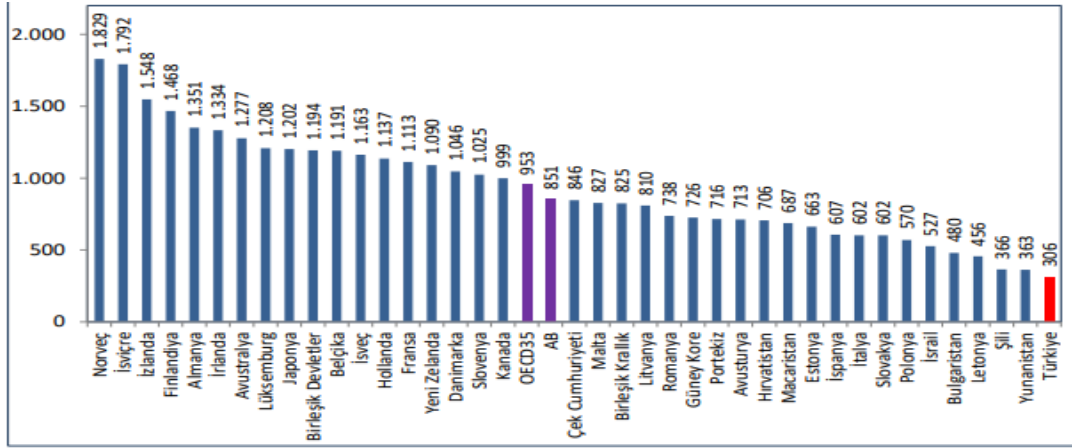
2.2.4. Sağlık Personeli Sayılarının Karşılaştırılması



Grafik 10. 100.000 Kişiyeye Düşen Hekim Sayısı

Kaynak: Sağlık Bakanlığı Sağlık İstatistikleri Yıllığı 2019.

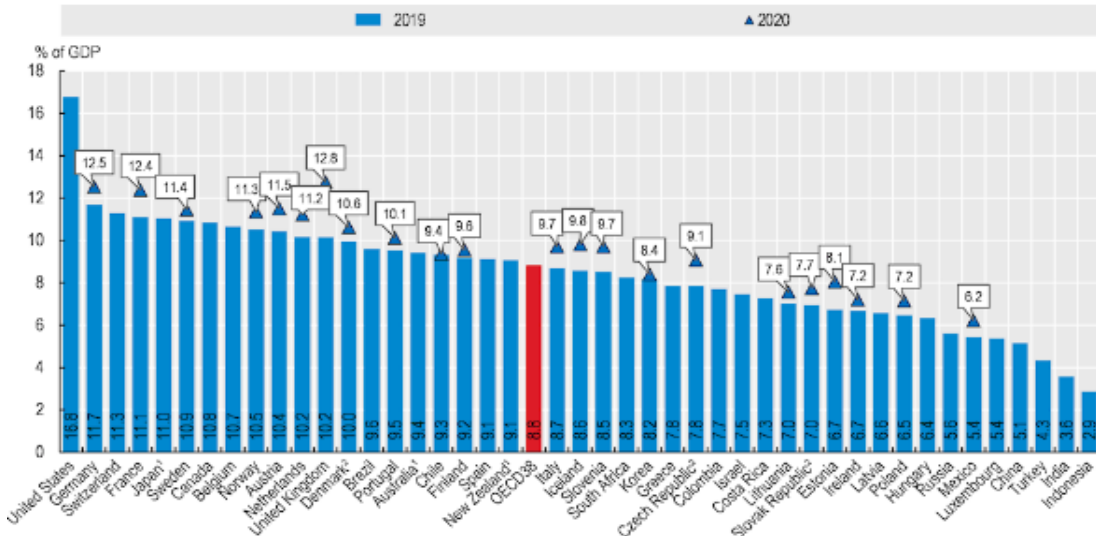
Grafik 10'da, OECD ülkelerinin 100.000 kişiye düşen hekim sayısını göstermektedir. Buna göre, en fazla hekim sayısına sahip ülkeler; Yunanistan, Avusturya ve Portekiz, en az hekim sayısına sahip ülkeler ise Türkiye Güney Kore ve Polonya'dır.



Grafik 11. 100.000 Kişi Başına Düşen Hemşire ve Ebe Sayısı

Kaynak: Sağlık Bakanlığı Sağlık İstatistikleri Yıllığı 2019.

Grafik 11 OECD ülkelerinin 100.000 kişiye düşen hemşire ve ebe sayısını göstermektedir. Şekle göre, en fazla hemşire ve ebe sayısı oranına sahip ülkeler, Norveç, İsviçre ve İzlanda, en düşük orana sahip ülkeler ise Türkiye, Yunanistan ve Şili'dir. Türkiye OECD ülkeleri arasında 1000 kişi başına düşen en düşük hekim ve hemşire sayısına sahiptir. Bu sebeple; Türkiye birçok ülkeyle kıyaslandığında nüfusa göre hekim ve hemşire sayısını artırması yararlı olacaktır.



1. OECD estimates for 2019. 2. OECD estimates for 2020.

Source: OECD Health Statistics 2021, WHO Global Health Expenditure Database.

Grafik 12. Sağlık Harcamalarının Gayri Safi Hasıla İçindeki Payı

Grafik 12'de ülkelerinin gayri safi yurt içi hasılaya göre sağlık harcamaları verilmiştir. Ülkelerin sağlık harcaması dinamiklerini analiz ederken, sağlık harcamalarının GSYİH'ya oranını dikkate almak önemlidir (OECD & AB, 2020:160). Grafığe göre; en fazla sağlık harcaması yapan ülkeler sıralaması; ABD, Almanya, İsviçre ve Fransa'dır. Sağlığa ayrılan bütçe OECD ülkelerine oranla Türkiye'de daha düşük seviyelerdedir. OECD ortalaması % 8.8 iken ülkemizde sağlık harcamalarının gayri safi hasılaya oranı %4.3'tür.

Ayrıca Türkiye OECD ülkeleri arasında kişi başı en az sağlık harcaması yapan ülkeler arasında 2. sıradadır ve ülkelerin GSYİH'dan sağlık giderleri için ayrılan pay ortalamasında %8,8 ile düşük seviyededir. En fazla pay ayıran ülkeler; İsviçre, Fransa ve Almanya'dır (Özer ve Çetinkaya, 2020: 122).

2.3. Tartışma

Çalışmada OECD ülkeleri arasındaki Covid-19 verileri, aşılama oranları, yatak doluluk ve yatak işgal oranları ve sağlık personeli sayıları karşılaştırılmıştır.

Buna göre ülke nüfuslarına oranla Covid-19 en fazla kesin tanı (Grafik 1) Slovenya, Slovakya, Estonya, İsrail ve Hollanda'da konulmuştur. Nüfuslarına göre en az kesin tanı konulan ülkeler Avusturalya, Güney Kore, Japonya, Finlandiya ve Kanada'dır. Tanı konulma oranı bir çok faktöre bağlıdır. Görüldüğü üzere nüfusu az olan Slovenya, Slovakya, Estonya, İsrail ve Hollanda gibi ülkelerde tanı oranı nüfusa oranla yüksektir. Bu durum bu gibi ülkelerde tanı araçlarının nüfusun çoğuna ulaşılabilir olması ile açıklanabilir. Bu oran ülkemizde 10.72'dir.

Dünya Sağlık Örgütü'ne bildirilen doğrulanmış Covid-19 vakalarına göre en yüksek ölüm oranı (Grafik 2) sırası ile yüz binde 3.083 ile Macaristan, yüz binde 2.610 ile İtalya'da, yüz binde 2.533 ile Kolombiya'da, yüz binde 2.170 ile Şili'de ve yüz binde 1.920 ile Yunanistan'dadır. En düşük ölüm oranları ise sırası ile yüz binde 378 Norveç, 558 Danimarka, 609 İsrail, 706, Finlandiya, 711 Hollanda ve yüz binde 873 ile Türkiye'dedir.

Grafik 3'te OECD ülkeleri nüfuslarına göre Covid-19'dan ölüm oranları verilmiştir. Buna göre en yüksek ölüm oranları binde 3.71 ile Macaristan, 2,60 Slovenya, 2,77 Slovakya, 2,52 Kolombiya, 2,39 ile ABD binde 2,27 ile İtalya'da görülmüştür. Nüfusa göre en düşük ölümler ise Güney Kore (%0.08), Avustralya (%0.08), Japonya (%0.15), Norveç (%0.21), Finlandiya (%0.25), Danimarka (%0.51), Kanada (%0.78) ve Türkiye'de (%0.94) görülmüştür.

Covid-19'a bağlı ölüm oranlarının düşük olduğu ülkelerde, Covid-19' karşı erken yanıt, yeterli sağlık altyapısı, korunma tedbirlerinin etkililiği, bakım ve tedavi süreçlerinin kalitesi gibi pek çok faktörün Covid-19'a bağlı ölüm oranlarının bu ülkelerde düşük olmasına etki ettiği söylenebilir. Türkiye'de Covid-19'a bağlı ölümlerin nüfusuna ve kesin tanı almış vakalara göre düşük olduğu ülkeler arasındadır. Bunda yıllardır sağlığa yapılan yatırımların etkisinin büyük olduğunu söyleyebiliriz. Son yıllarda yapılan şehir hastaneleri ve modern yoğun bakımlar, tıbbi cihaz ve donanımlar ile Covid-19'a hızlı yanıt verilmiş olması ve tedavi süreçlerinin başarısının göstergesi olarak Covid-19'a bağlı ölümler düşük sayıdadır.

En fazla aşılama oranına sahip ülkeler Portekiz (%89), Şili (% 88) ve %84 ile Güney Kore'dir. En az aşılama oranına sahip ülkeler ise Slovakya (%49), Polonya (%56) ve % 61 ile Meksika'dır. Türkiyede 18 yaş üstü aşılama oranı % 82'dir (Grafik 5).

AB, OECD ülkeleri ve diğer ülkeler arasında 1.000 kişiye düşen hastane yatağı sayısında en yüksek orana sahip ülkeler: Japonya, Güney Kore, Rusya ve Almanya'dır. En düşük orana sahip ülkeler ise Hindistan, Meksika, Kolombiya ve Endonezya'dır. Türkiye'de ise bin kişide kişi başına 2.9 hasta yatağı düşmektedir (Grafik 6). OECD ülkelerinde ortalama yatak doluluk oranı %76,2 iken bu oran Türkiye'de %65,5'tir. En düşük yatak doluluk oranına sahip ülkeler Hollanda, Macaristan, ABD ve Türkiye'dir. Ülkemiz diğer ülkelere göre yatak sayısı bakımından OECD ülke ortalamasının altında olmasına rağmen yatak doluluk oranları OECD ortalamasından ve çoğu ülkeden düşük durumdadır.

OECD ülkeleri arasında en çok yoğun bakım yatak sayısı oranına sahip ülkeler Çekya, Türkiye ve Estonya'dır. Türkiye'yi Almanya ve Avusturya takip etmekte, en düşük orana sahip OECD ülkeleri ise, Yeni Zelanda, Meksika ve İsveç'tir (Grafik 8). Covid-19 başlangıcında birçok ülkede hastalar için yoğun bakım yeri ve tıbbi cihaz artan talebe bağlı olarak bulunamamıştır. Türkiye hem yoğun bakım kapasitesi hem de hastane ve tıbbi malzeme kapasitesi bakımından kendi kendine yetebilen ülkelerin başında yer almıştır. OECD yoğun bakım ortalaması yüz bin kişide 14.1 iken Türkiye'de bu oran 2020 yılında 39.8 olmuştur.

Grafik 9'da OECD ülkeleri ve diğer ülkeler arasında hastanede ortalama yatış süreleri verilmiştir. Buna göre en fazla hastanede yatma süresi ortalama Güney Kore (18 gün), Japonya (16 gün), ve Macaristan'dadır (9.6 gün). Hastanede en az yatış süresi ise Türkiye (4.2 gün), Meksika (4.4 gün), ve Hollanda'da (5.2 gün)'dür. OECD ülkeleri arasında en az hastanede kalış süresi Türkiye'dedir. Bu durumun ülkenin nüfus yapısı, tedavi ve bakım süreçlerinin kalitesi, sağlık altyapısının hızlı cevap verebilirliği gibi pek çok faktörle açıklamak mümkündür. Bu konunun nedenlerine yönelik detaylı araştırma yapılması gerekmektedir. Ülkemiz açısından bu oldukça olumlu bir durumdur. Sağlık harcamalarının yükünün az olmasının bir nedeni bu veri ile ilişkilendirilebilir.

OECD ülkelerinin 100.000 kişiye düşen hekim sayısına bakıldığında (Grafik 10) en fazla hekim sayısına sahip ülkeler; Yunanistan, Avusturya ve Portekiz, en az hekim sayısına sahip ülkeler ise Türkiye, Güney Kore ve Polonya'dır. Bununla birlikte yatak doluluk oranları en düşük ve Covid-19'dan ölümlerin az olduğu ülkeler arasında yine Türkiye ve Güney Kore yer almaktadır. Doktor sayısının fazla olduğu Yunanistan ve Portekiz'de ise Covid-19 nedeni ile ölümler daha yüksek düzeydedir.

Yüz bin kişi başına en fazla hemşire oranına sahip ülkeler (Grafik 11), Norveç, İsviçre ve İzlanda, en düşük orana sahip ülkeler ise Türkiye, Yunanistan ve Şili'dir. Türkiye OECD ülkeleri arasında 1000 kişi başına düşen en düşük hekim ve hemşire sayısına sahiptir. Bu sebeple; Türkiye birçok ülkeyle kıyaslandığında nüfusa göre hekim ve hemşire sayısını artırması yararlı olacaktır.

Ülkelerinin gayri safi yurt içi hasılaya göre sağlık harcamalarına (Grafik 12) baktığımızda, en fazla sağlık harcaması yapan ülkeler sıralaması; ABD, Almanya, İsviçre ve Fransa'dır. Sağlığa ayrılan bütçe OECD ülkelerine oranla Türkiye'de daha düşük seviyelerdedir. Sağlık harcamalarının gayri safi yurt içi hasılaya oranı OECD ortalaması % 8.8 iken ülkemizde sağlık harcamalarının gayri safi hasılaya oranı %4.3'tür. Aslında bu olumlu bir göstergedir. Ülkemizde hem yatak doluluk oranı hem de ortalama yatış süresi diğer ülkelere göre düşük durumdadır. Bu durumun nüfus yaş aralığı yönünden de incelenmesi gerekmektedir. Ülkemiz kısmen daha genç nüfusa sahiptir. Bununla birlikte sağlık hizmetlerine erişim daha kolay durumdadır. Ülkemizin sağlık harcamalarının düşük düzeyde olması yukarıda belirtilen ve daha başka birçok faktörle açıklanabilir.

3. Sonuç

OECD ülkelerinin sağlık istatistikleri, Covid-19 verileri, yatak kapasitesi, aşılama oranları, sağlık personeli sayıları ve sağlık harcamaları yönünden karşılaştırılmıştır. Açıklanan kesin vakalarda Covid-19'dan en yüksek ölüm oranı sırası Macaristan, İtalya, Kolombiya, Şili ve Yunanistan'da meydana gelmiştir. En düşük ölüm oranları ise Norveç, Danimarka, İsrail, Finlandiya, Hollanda ve Türkiye'dedir.

En fazla aşılama oranına sahip ülkeler Portekiz, Şili ve Güney Kore'dir. En az aşılama oranına sahip ülkeler ise Slovakya, Polonya ve Meksika'dır. Ülkelerin yoğun bakım kapasiteleri Covid-19 hastalığında önemli ihtiyaç haline gelmiştir. Yoğun bakım kapasitesi ve tıbbi cihaz kapasitesi yetersiz olan çoğu ülke Covid-19'un başlangıcında hastalara hızlı müdahalede bulunamadı. Bu durum Covid-19'dan ölümlerin ilk dönemlerde daha hızlı ve yüksek olmasına neden oldu.

OECD ülkeleri arasında en çok yoğun bakım yatak sayısı oranına sahip ülkeler Çekya, Türkiye ve Estonya'dır. Türkiye'yi Almanya ve Avusturya takip etmekte, en düşük orana sahip OECD ülkeleri ise, Yeni Zelanda, Meksika ve İsveç'tir. Türkiye yoğun bakım kapasitesi olarak en iyi ülkelerden birisidir.

Türkiye sağlık personeli sayısı bakımından OECD ülkeleri arasında düşük durumdadır. Sağlık personeli sayısının artırılması gerekmektedir. Genel olarak ülkemiz sağlık istatistiklerine bakıldığında diğer ülkelerle Covid-19 verileri (ölüm oranları, yatak doluluk oranları vb) karşılaştırıldığında ülkemizin Covid-19 ile mücadelede başarılı olduğunu söyleyebiliriz. Aşılamanın artması ile Covid-19'a bağlı ölümlerin tüm dünyada daha da azalacağı beklenmektedir.

Referanslar

- Akarsu vd., B. (2021). While Studies on Covid-19 Vaccine is Ongoing, the Public's Thoughts and Attitudes to the Future Covid-19 Vaccine. *The International Journal of Clinical Practice*, 1-10.
- Budak, F., & Korkmaz, Ş. (2020). COVID-19 pandemi sürecine yönelik genel bir değerlendirme: Türkiye örneği. *Sosyal Araştırmalar ve Yönetim Dergisi*, (1), 62-79.
- Chakravorty vd., I. (2020). An Online Survey of Healthcare Professionals in the COVID-19 Pandemic in the UK: Perceptions of Risk Factors. *Journal of Health Policy & Opinions*, 1-16.
- Cheng, K., Hing Lam, T., & Leung, C. (2020). Wearing Face Masks in the Community During the COVID-19 Pandemic: Altruism and Solidarity. *The Lancet*, 1-2.
- Coustasse vd., A. (2020). Letter to the Editor: COVID-19 and Vaccine Hesitancy. *Journal of Ambulatory Care Management*, 71-75.
- Du, Q., Zhang, D., Hu, W., Li, X., Xia, Q., Wen, T., & Jia, H. (2021). Nosocomial infection of COVID-19: A new challenge for healthcare professionals. *International Journal of Molecular Medicine*, 47(4), 1-1.
- Elgar, K., Lopert, L., Carey, E., & Wenzl, M. (2021). Coronavirus (COVID-19)vaccines for developing countries: An equal shot at recovery. *Tackling Coronavirus(Covid-19)- Browse OECD Contributions*, 1-22.
- Erkekoğlu, P., Erdemli-Köse, S. B., Balcı, A., & Yirün, A. (2020). Aşı Kararsızlığı ve COVID-19'un Etkileri. *Literatür Eczacılık Bilimleri Dergisi*, 208-220.
- Eroğlu, G. (2020). Covid-19'la Mücadele Sürecinde Türkiye'deki Yardım Hizmetleri ve Uygulamalarına Genel Bir Bakış. *Şehir ve Medeniyet*, 527-703.
- Erol, S. I. (2020). Basic Provisions of International Labor Norms Intended for the Covid-19 Outbreak: Japan, China, USA & Turkey Samples. *Journal of Economics, Business & Political Studies*, 142-159.
- Eser, B., Özer, M., & Çiçek, T. E. (2021). Türkiye'deki COVID-19 Salgını Yönetimi ve Sonuçları. *Şehir Sağlığı Dergisi*, 26-34.
- Farboodi, M., Jarosch, G., & Shimer, R. (2020). Internal and External Effects of Social Distancing in a Pandemic. *NBER Working Paper Series*, 1-65.
- Galván-Tejada, C. (2020). Persistence of COVID-19 Symptoms after Recovery in Mexican Population. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 1-12.
- Gooch, A. (2020). Co-operating on Vaccines: What We Must Do Next. Covid-19 ile Mücadele. OECD: The Forum Network.

- Gölbaşı, S. D., & Metintaş, S. (2020). Dünya Sağlık Örgütü'nün Covid-19 Pandemisinde Küresel Sürveyans Çalışmaları. *ESTÜDAM Halk Sağlığı Dergisi*, 184-213.
- Halpin vd., S. (2021). Postdischarge Symptoms and Rehabilitation Needs in Survivors of COVID 19 Infection: A Cross Sectional Evaluation. *Journal of Medical Virology*, 93, 1013-1022.
- Iseron, K. (2020). Healthcare Ethics During a Pandemic. *Western Journal of Emergency Medicine*, 1-7.
- İmga, O., & Ayhan, U. (2020). Covid-19 Salgını ve Sonrası: Toplum, Devlet ve Küresel Sistem. *Polis Akademisi Yayınları*, 1-171.
- Karmakar, M., Lantz, P., & Tipirneni, R. (2021). Association of Social and Demographic Factors With COVID-19 Incidence and Death Rates in the US. *JAMA Network Open*, Vol.4, No.1, 1-12.
- Keskin, B. Y. (2020). Almanya Corona virüsü salgınıyla nasıl mücadele ediyor? Erişim Adresi: <https://www.milliyet.com.tr/almanya-corona-virusu-salginiyla-nasil-mucadele-ediyor--molatik-14718/>
- Kozlovskaya vd., L. (2021). Long-term Humoral Immunogenicity, Safety and protective Efficacy of Inactivated Vaccine Against COVID-19 (CoviVac) in Preclinical Studies. *Emerging Microbes & Infections*, 1790-1806.
- Kumar, R., Singh, V., Mohanty, A., Bahurupi, Y., & Kumar-Gupta, P. (2021). Corona Health Care Warriors in India: Knowledge, Attitude, and Practices During COVID 19 oOutbreak. *Journal of Education and Health Promotion*, Vol.10, DOI:10.4103/jehp.jehp_524_20, 1-10.
- Machingaidze, S., & Wiysonge, C. (2021). Understanding COVID-19 Vaccine Hesitancy. *news & views*, 1338-1344.
- Munis, R., & Aydın, M. S. (2021). Pandemi ile Mücadelede Maliye Politikası Uygulamaları: Türkiye ve G7 Ülkeleri Karşılaştırılması. *Anadolu University Journal of Faculty of Economics*, 55-81.
- OECD, & AB. (2020). State of Health in the EU Cycle. *Health At A Glance: Europe 2020* © OECD/European Union, 1-233.
- OECD, (2021). OECD health Glance, Erişim Adresi: <https://www.oecd.org/health/health-at-a-glance/> https://www.oecd-ilibrary.org/sites/ae3016b9-en/1/3/8/index.html?itemId=/content/publication/ae3016b9-en&_csp_=ca413da5d44587bc56446341952c275e&itemIGO=oecd&itemContentType=book
- Özer, A., & Çetinkaya, F. (2020). Sağlık Hizmetleri ve Postpandemik Dönemde Sağlık Hizmetlerinin Dönüşümü. *Türkiye Bilimler Akademisi*, 113-130.
- Quer, G. (2021). Wearable Sensor Data and Self-Reported Symptoms for COVID-19 Detection. *Nature Medicine*, vol.27, 73-77.
- Rab vd., S. (2020). Face Masks are New Normal After COVID-19 Pandemic. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*, 1617-1619.
- Shepard vd., J. (2021). The Prevalence of Covid-19 in Healthcare Personnel in an Adult and Pediatric Academic Medical Center. *American Journal of Infection Control*, 49, 542-546.
- T.C. Sağlık Bakanlığı (2021) Covid-19 ile Mücadele ve Covid-19 Aşısı Bilgilendirme Platformu Erişim Adresi: <https://covid19asi.saglik.gov.tr/>
- Tengilimoğlu, D., Zekioğlu, A., Tosun, N., Işık, O., & Tengilimoğlu, O. (2021). Impacts of COVID-19 pandemic period on depression, anxiety and stress levels of the healthcare employees in Turkey. *Legal Medicine*, 48, 101811.
- Timmis, K., & Brüssow, H. (2020). The COVID-19 Pandemic: Some Lessons Learned about Crisis Preparedness and Management, and the Need for International Benchmarking to Reduce Deficits. *Environmental Microbiology*, 1986-1996.
- Troiano, G., & Nardi, A. (2021). Vaccine Hesitancy in the Era of COVID-19. *Public Health*, 245-251.
- Watkins, J. (2020). Preventing a Covid-19 Pandemic - We need to think beyond containment. *thebmj*, *BMJ* 2020;368:m810 doi: 10.1136/bmj.m810 (Published 28 February 2020) 1-2.
- Yalçın-Balçık, P., & Demir, H. (2021). Aşı Karşıtlığı ve Ekonomisi. *Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi*, Vol.24, No.2, 375-398.

Yan vd., Y. (2021). Risk Compensation and Face Mask Mandates During the COVID 19 Pandemic. *Scientific Reports*, 1-11.

Yıldızoğlu, E. (2020). Koronavirüs: ABD'de salgın krizi nasıl büyüdü? Erişim Adresi: <https://www.bbc.com/turkce/haberler-dunya-52200598>

Yiğit, A. (2020). OECD Ülkelerinin Covid 19 Pandemisi ile Mücadele Performansı: Kesitsel Bir Araştırma. *Journal of Current Researches on Social Sciences*, 400-416.

Yorulmaz, M., Kıraç, R., & Aydođdu, A. (2021). Covid-19'a Karşı Alınan Ekonomik Önlemlerin Büyüklüklerinin Belirlenmesi: Amerika, Almanya, İngiltere, İtalya ve Türkiye Örneği. *International Anatolia Academic Online Journal*, 161-175.

The Effects of Space Radiation on Small Satellites-General Structure of Cubesat and Internet of Space Things

Merve ALTUNAY^{a,1}, Mustafa Alper AKKAŞ^a, Özge GÖY^a

^aBolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Bolu, Türkiye

ORCID ID: 0000-0002-5227-7699

ORCID ID: 0000-0003-0185-0464

ORCID ID: 0000-0003-0259-1652

Abstract

Small satellites have started to be produced as a solution to the volume, weight and cost problems of traditional satellites. CubeSat as a small nano satellite whose production is gaining speed today, has contributed to research in space and satellite with the Internet of Things. CubeSat networks that can communicate each other in space are created with the development of the Internet of Things. The performance of satellites is attempted to be maximized with small satellites. Small electronic components of these satellites increase the sensitivity to space radiation. At the same time, the performance of the satellite is affected. More durable materials are being developed to minimize these impacts. In addition, satellites are tested for their durability by irradiating the satellite to be sent with close amounts of space radiation before it is sent into space. Signals that are important in satellite communication are affected by atmospheric conditions. In this context, the effect of the ionosphere which is the layer of the atmosphere on signals is mentioned. A compilation article about CubeSat networks that bring the concept of the Internet of Space Things to the fore, the effects of space radiation on small satellites, the materials that can be used on small satellites to reduce this effect and the radiation tests conducted has been written to address the lack of local resources.

Keywords: “Cubesat, Graphene, Small Satellite, Nanocomposite, Radiation Test, Space Radiation”

1. Giriş

Nanoteknolojinin ilerlemesi kullandığımız birçok teknolojik aletin de küçülmesini sağlamıştır. Bu teknolojinin önemini, 1959 yılında Nobel ödüllü fizikçi Richard Feynman “Altta Çok Yer Var” adlı konuşmasında vurgulamıştır. Bu konuşmasında nano boyutlarda üretim yapılmasının teknolojiye ilerleme kaydedileceğini de söylemiştir. Bu ilerleme uydular ve uzay gelişmelerini etkilemiştir [1]. Geleneksel uydular önceleri çok büyük boyutlara sahipken günümüzde uyduların teknolojilerinin gelişmesiyle birlikte bu uyduların boyutları küçültülmüştür. Bu küçük uyduların en çok tercih edildiği nanoteknolojiyle donatılmış olan CubeSat uydularının üretimi hız kazanmıştır. Bu uydular sayesinde uzay araştırmaları daha hızlı ve daha kolay olabilmektedir. İlk başlarda eğitim alanında araştırma yapmak için üretilse de şu an uzayda daha az maliyetli test yapma olanağı ve uydulara yerleştirilen güneş hücrelerinden enerji sağlama gibi çok farklı alanlarda kullanılabilir. Ayrıca uzayda ağ oluşturarak Dünya’daki yer istasyonu ile direkt olarak bağlantı kurulabilmektedir.

CubeSat gibi küçük uyduların hem ülkemizde hem de dünyada daha az maliyetli olmasının da etkisiyle üretimi artmıştır. Hint Lisesi öğrenci ekibi tarafından tasarlanan KalamSat, 64 gr ağırlığında, karbon fiberden yapılan dünyanın en küçük uydusudur. Bu uydunun üzerinde yeni bir bilgisayar ve dünyanın magnetosferini ölçecek sekiz alıcı bulunmaktadır. Haziran 2017’de bir NASA tesisi tarafından uzaya fırlatılmıştır. Eylül 2011’de ESA (European Space Agency) tarafından yürütülen bir proje kapsamında Clyde Space Ltd, Mars Space Ltd ve Southampton Üniversitesi tarafından CubeSat’ın ömrünü 600 km’lik bir yörüngede iki katına çıkarabilecek bir Pulsed Plasma Thruster tasarlanmıştır [2]. Dünyada küçük uydular alanındaki çalışmalara paralel olarak ülkemizde küp uydular şeklinde TÜRKSAT için geliştirilmiş olan TÜRKSAT-3USAT ile haberleşme uydularında ilerleme kaydedilmiştir [3]. Ayrıca uzaya başarı ile gönderilen ilk küp uydumuz İTÜpSAT1, İTÜ Uzay Mühendisliği Bölümü’nde yapılmıştır [4].

Uzay ortamındaki olumsuz koşullara dayanıklı bir uydular üretmek yapılan çalışmaların zorlayıcı kısmı olmaktadır. CubeSat’ların uzay koşullarına karşı daha hassas olması nedeniyle üretimi sırasında ek olarak olumsuzlukları en aza indirmek için çalışmalar yapıldığı görülmektedir. Bunlardan birisi ekranlama yöntemidir. Bu yöntemde ekranlama etkinliği için elektrik iletkenliği yüksek olan grafen kullanılmaktadır. Bu nedenle uydunun daha dayanıklı olabilmesi için grafen temelli malzemeler seçilmektedir. Ayrıca uzaya gönderilmeden önce uydular üzerinde belirli testler yapmak son derece önemlidir.

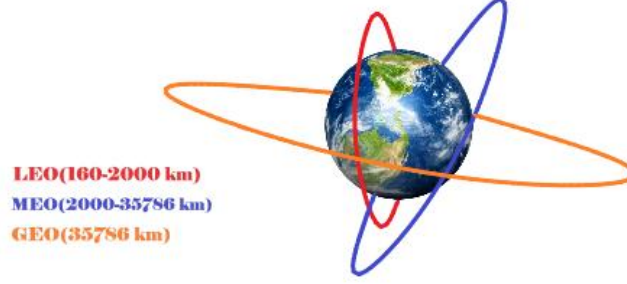
¹ Sorumlu Yazar. Tel: +0374 254 10 00

E-posta adresi: altunaymerve97@gmail.com

2. Uydular ve Yörüngeleri

Uydular dünyanın etrafında yörünge üzerinde birbirine çarpışmadan dönmektedirler. Dünya'ya olan uzaklıklarına ve kullanım amaçlarına göre farklı yörünge tiplerine sahiptirler [5].

2.1. Dünya'ya Uzaklıklarına Göre Uydu Yörüngeleri



Şekil 1. Uydu Yörüngeleri

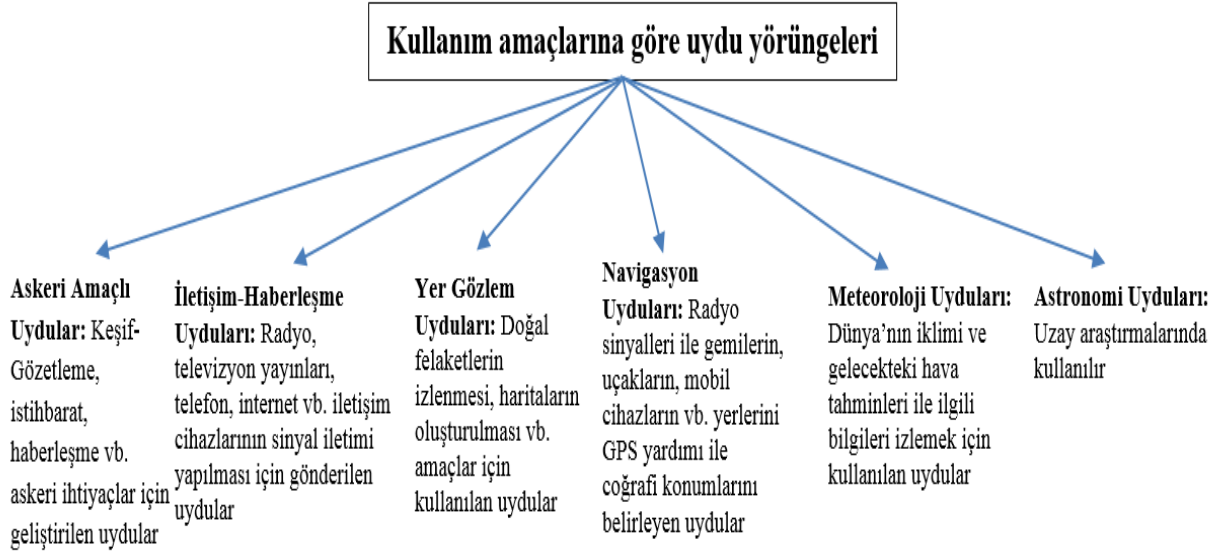
Tablo 1'de görüldüğü üzere uydu yörüngelerinden LEO, Dünya'ya yakın olduğundan görüş açısı en az olandır. Görüş açısını arttırmak için diğer yörüngelere göre daha fazla uyduya ihtiyaç duyulmaktadır. Bunun yanı sıra bu uyduların yörüngede kalabilmesi için gereken hız artmaktadır. Buna bağlı olarak da diğer yörüngelere göre daha fazla enerji harcanmaktadır. Bu nedenle Dünyaya yaklaştıkça uyduların ticari ömürleri azalmaktadır.

Uydu haberleşmesinde gönderilen sinyallerin uyduya ulaşma süresi mesafe uzamasına bağlı olarak artmaktadır. Bundan dolayı GEO yörüngesinin gecikme süresi diğerlerine göre daha fazladır. Uydular yörüngesine yerleştirildikten sonra uydunun konumunun bozulması yerçekimi kuvvetindeki bir değişikliğe, az bir oranda da olsa atmosferik sürtünme ve radyasyon etkileri gibi dış etkenlere bağlıdır [6].

Tablo 1. Uydu yörüngeleri özellikleri [6]

Uydu Yörüngeleri/ Özellikleri	Dünya'ya Olan Uzaklığı	Görüş Açısı için Uydu Miktarı	Gecikme Süresi	Uydu Ticari Ömürleri	Kullanım Alanı
LEO	160-2000 km	40 ve üzeri	0.05 saniye	4-7 yıl	Yer gözlem uyduları ve uydu telefon sistemleri
MEO	2000-35786 km	10-15	0.10 saniye	15 yıl	Yer gözlem ve GPS uyduları
GEO	35786 km	3-4	0.25 saniye	10-15 yıl	Televizyon ve radyo yayıncılığı, hava durumu izleme, GPS, VSAT, SCPC vb. sistem uyduları

2.2. Kullanım Amaçlarına Göre Uydu Yörüngeleri



Şekil 2. Kullanım Amaçlarına Göre Uydu Yörüngeleri [5]

3. Uzay Ortamında Uydulara Etkiyen Olumsuz Koşullar

Küçük uyduların uzay araştırma alanındaki uygulamalar için kullanımındaki artışla uyduları etkileyen olumsuz nedenlere yönelik birçok çalışma yapılmaktadır. Bir uyduyu uzaya gönderdikten sonra dayanıklılığını korumak, uzay ortamının zorlayıcı koşullarından dolayı kolay değildir. Uzayda havanın bulunmaması, sıcaklık değerleri, radyasyon vb. etkenler uydular için ciddi boyutlarda tehdit oluştururlar. Küçük uydular küçük elektronik malzemelere sahip olması ile bu etkenlerden diğer uydulara göre daha fazla etkilendiği gözlemlenmiştir [7].

Elektromanyetik dalgalarının zararlı etkilerinin azaltılması için ekranlama sıklıkla kullanılan yöntemlerden biridir. Ekranlamanın ölçüsü olan ekranlama etkinliğinin yüksek olması uydu içerisinde kullanılan elektronik malzemenin elektrik iletkenliğinin iyi olmasına bağlıdır. İki boyutlu bir karbon dizilimi ve atomları altıgen şeklinde olan grafen, bilinen en dayanıklı, hafif ve en süper iletkenlerden biridir. Bu üstün özelliklerinden dolayı küçük uydularda grafen malzemesinin kullanılması öngörülmektedir. Ayrıca günümüzde gelişmiş ülkelerdeki endüstriyel firmalar grafeni farklı alanlarda kullanabilmek üzere birçok araştırma yapmaktadır. Uzaydaki olumsuz koşulların küçük uydulardaki etkisini azaltmaya yönelik yapılan çalışmalardan biri de uyduların üzerinde yapılan radyasyon testleridir. Bu testlere ek olarak uydu güç sisteminin performansını artırmak için güneş hücreleri üzerine uzay kalifikasyon testleri de yapılmaktadır [8].

3.1. Radyasyon ve Çeşitleri

Radyasyona basitçe basitçe ortamda taşınan enerji diyebiliriz. Aynı zamanda birçok zararlı etkilerle sonuçlanan bir enerji olan radyasyon günlük hayat, uzay vb. hemen hemen her yerde karşımıza çıkmaktadır. Radyasyon çeşitleri iyonlaştırıcı ve iyonlaştırıcı olmayan şeklinde iki ana grupta incelenmektedir. İyonlaştırıcı radyasyon atomlardan elektron koparan radyasyon olarak tanımlanmaktadır. Genellikle kullandığımız teknolojik aletlerden yayılan elektromanyetik dalgalar da iyonlaştırıcı olmayan radyasyon türü olarak bilinmektedir. Bu iki grubun örnekleri Tablo 2'de verilmiştir [9].

3.2. Uzay Radyasyonu ve Etkileri

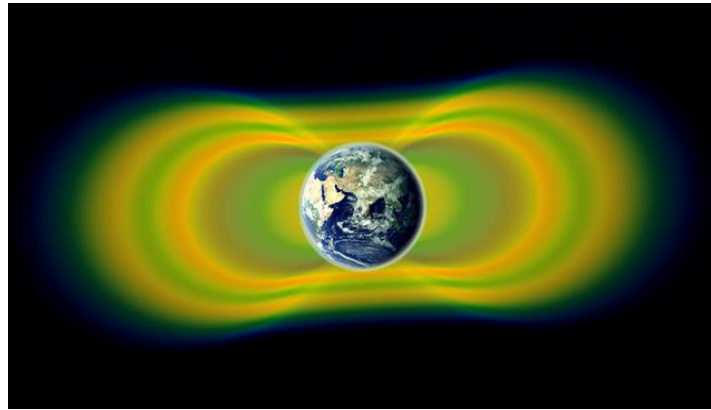
Uzay ortamında bulunan radyasyonun doğal kaynakları Van Allen radyasyon kuşağı, galaktik kozmik ışınlar ve güneş sisteminden kaynaklanan parçacık olaylarını içermektedir. Dünya'yı halka şeklinde saran radyasyon alanı olarak bilinen Van Allen radyasyon kuşakları 1958 yılında Dr. Van Allen tarafından Amerika'nın ilk uydusu olan Explorer 1 fırlatıldıktan sonra keşfedilmiştir. Galaktik kozmik ışınlar güneş sisteminin dışından Gama ve X ışını radyasyonu ile birlikte gelen yıldız patlamalarından oluşan parçacıklardır. Güneş parçacıkları güneşten aralıklı olarak atılan protonlar, alfa parçacıkları ve ağır yüklü iyonları içermektedir.

Tablo 2. İyonlaştırıcı olan ve iyonlaştırıcı olmayan radyasyon çeşitleri [9]

	Radyasyon Çeşitleri	
	İyonlaştırıcı Radyasyon	İyonlaştırıcı olmayan Radyasyon
Dalga Tipi	<ul style="list-style-type: none"> Gama ışınları X ışınları 	<ul style="list-style-type: none"> Radyo dalgaları Mikrodalgalar Görünür ışık Kızılötesi, morötesi dalgalar
Parçacık Tipi	<ul style="list-style-type: none"> Alfa ışınları Beta ışınları Hızlı elektronlar 	-

Şekil 3’de görüldüğü üzere Van Allen kuşakları çok yüksek enerjili elektron parçacıklarından oluşan iç ve dış radyasyon kuşaklarını içermektedir [9-10]. Bu kuşaklar manyetik alanın güçlü olmasından dolayı Dünya’nın etrafında kalabilmektedir. Ayrıca çok fazla radyasyona sahip oldukları için uyduların ömrünü kısaltmaktadır.

Küçük uyduların geleneksel uydulardan daha hassas olması, radyasyondan daha çok etkilendiklerini göstermektedir. Bu etkilerin elektromanyetik ve parçacık radyasyonu olduğu görülmektedir. Elektromanyetik radyasyon mor ötesi, X ışınları ve gama ışınlarından oluşmaktadır. Mor ötesi ışınlar uydu yüzeylerindeki malzemelerin yapısının bozulmasına neden olmaktadır. Hatta malzeme özelliklerini bile değiştirebilmektedir. X ve gama ışınları da uyduların içerisindeki hassas elektroniklere zarar vermektedir. Parçacık radyasyonu elektromanyetik radyasyon vb. yüksek enerjili protonlar, mor ötesi ışınlar ile uydu yüzeylerine etki etmektedir. Radyasyon elektronik malzemelere önemli boyutlarda zarar verdiği için parça seçiminde elektromanyetik radyasyona karşı güçlendirilmiş veya yüksek güvenilirlikli malzemeler seçilmesi gerekmektedir [10].



Şekil 3. Van Allen Radyasyon Kuşakları

Elektromanyetik dalgalar hem uzayda hem de madde içinde yayılmaktadır. Uzayda bu dalgalar ışık hızıyla gerçekleşmektedir. Kalkanlama teorisi elektromanyetik dalgaların zararlı etkilerinin azaltılması için ortaya atılmıştır. Bir elektromanyetik dalga küçük bir uydunun yüzeyine çarptığı zaman bu dalganın etkisi üç şekilde azaltılabilir. Birincisi uydunun yüzeyine gelen dalganın yansmasıyla, ikincisi uydu içerisinde kullanılan malzemenin yansımaya dalgayı yutmasıyla ve üçüncüsü uydudaki boşluklardan sızan dalgalarla olan azalmalardır. Kalkanlamanın diğer bir adıyla ekranlamanın ölçüsü ekranlama etkinliği (SE, Shielding effectiveness) olarak kullanılmaktadır. SE, bir ekrana gelen manyetik alanın büyüklüğünün, ekrandan çıktıktan sonraki manyetik alanın büyüklüğüne dB olarak oranıdır. Ekranlamanın iyi olabilmesi ekranlama etkinliğinin yüksek olmasına bağlıdır [11-12].

Ekranlama için kullanılan metal nanokompozit malzemelerde esnekliğin az, ağır olması, paslanması vb. olumsuzlukları görülmektedir. Ekranlama malzemelerinin olumsuzluklarından dolayı ekranlamada daha esnek, hafif, az maliyetli vb. olan ve elektromanyetik radyasyonu ekranlama amaçlı geliştirilen yeni nesil iletken nanokompozit malzemeler seçilmektedir. Bir elektromanyetik dalga küçük bir uydunun yüzeyine çarptığında bu dalganın etkisi uydu içerisinde kullanılan malzemenin bu dalgayı yutmasıyla azaltılabilmektedir. Bu malzemelerin elektromanyetik kalkanlama özelliğine sahip yani elektrik iletkenliği iyi ve manyetik geçirgenliği yüksek olmalıdır [12].

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi'nde yapılan bir çalışmada grafen maddesinin iyi bir elektromanyetik kalkanlama malzemesi olduğu görülmüştür. Bundan dolayı farklı oranlarda grafen katkılı odun-plastik (OPG) nanokompozitlerin OPG-1, OPG-2, OPG-3 ve OPG-4 gibi çeşitleri üretilmiştir. Bu nanokompozitlerin 8-9 GHz frekans aralığında elektromanyetik özelliği test edilmiştir. Bu test sonuçları Tablo 3'te verilmektedir [13].

Tablo 3'te görüldüğü üzere, OPG nanokompozitlerinin grafen oranı arttıkça yansıma güç parametre değerleri azalmaktadır. Bu durum yansıma kayıplarının artması demektir ve bu artışla birlikte ekranlama etkinliği de artacaktır. En yüksek emilme güç parametre değeri en düşük grafen oranı içeren OPG-1 nanokompozitinde görülmektedir. En düşük emilme güç parametre değeri ise en yüksek grafen oranı içeren OPG-4 nanokompozitinde görülmektedir. . Bu durumda yansıma güç parametre ve emilme güç parametre değerleri azaldıkça toplam elektromanyetik ekranlama etkinliği değeri artacağından nanokompozitler içerisinde en yüksek ekranlama performansı OPG-4 nanokompozitinde görülecektir.

Tablo 3. Grafen katkılı odun-plastik nanokompozitlerin elektromanyetik özellikleri [13]

	Elektromanyetik Değerler			
	Grafen Oranı	Yansıma Güç Parametre Değerleri	Emilme Güç Parametre Değerleri	Toplam Elektromanyetik Ekranlama Etkinliği Değerleri (dB)
OPG-1	%0	-0,2989	0,6571	3,6463
OPG-2	%1,5	-0,3395	0,1565	16,1045
OPG-3	%3	-0,3655	0,1212	18,3277
OPG-4	%6	-0,3961	0,0692	23,1942

Nanokompozitteki grafen oranı arttıkça ekranlama değeri de artarak OPG nanokompozitlerinin elektromanyetik radyasyonun önlenmesi için iyi bir ekranlama malzemesi olduğu görülmüştür. Hatta bu nanokompozitlerden en yüksek performans gösteren OPG-4 nanokompoziti olmuştur [13]. Bu konu üzerine yapılan diğer bir çalışmada nanokompozitin elektromanyetik ekranlama etkinliği 8.2-12.4 GHz frekans aralığında test edilerek nanokompozit modellerinin kalınlığının nasıl etki ettiği incelenmiştir. Değiştirilmemiş nanokompozitler elektromanyetik radyasyona karşı hassas olup grafen eklendikten sonra nanokompozitlerin toplam elektromanyetik ekranlama etkinliği önemli ölçüde arttığı görülmüştür. Daha kalın nanokompozit malzemelere gerek duymadan grafen sayesinde yüksek ekranlama etkinliği sağlanmıştır [14]. Yapılan bu çalışmalar doğrultusunda uydu içerisindeki malzemeler de iletken nanokompozit malzemelerden seçilerek elektromanyetik radyasyondan etkilenmesini azaltılabileceği sonucuna ulaşabiliriz.

Son yıllarda COTS (Commercial Off The Shelf) parçaların uzay projelerinde, düşük maliyetli ve teknolojik gelişmelere açık olduklarından dolayı daha fazla kullanıldığı görülmüştür. Ayrıca tasarımdaki parçaların değerleri ve tiplerinin uydunun performansını kötü etkilemeyecek şekilde seçilmekte ve radyasyona dayanıklılığını ölçmek için test çalışmaları yürütülmektedir [15].

3.3. Uzay Radyasyonu Testleri

Uydular uzaya gönderilmeden önce radyasyon testlerinden geçirilmesi uydu sistemlerinin güvenilirliğini artırmak veya gönderildikten sonra düzeltilmeyecek hatalar olmasını engellemek için çalışmalar yapılmakta ve geliştirilmektedir. Bu testlerin laboratuvar ortamlarında yapılmasının yanı sıra ülkelerin teknolojik gelişmelerine bağlı olarak uydular üzerinde uzaya gönderilerek test edilen uzay kalifikasyon testleri de yapılabilmektedir.

Ülkemizde Ağustos 2015'te Kalkınma Bakanlığı'ndan İMECE kapsamında alınan destek ile ODTÜ Saçılmalı Demet Hattı Projesi geliştirilmeye başlanmıştır. Uzay radyasyonuna karşı dayanıklılığı test etmek için Parçacık Radyasyonu Test Altyapısı kurulmuştur. Bu proje ile uyduların uzay ömürlerinin kısalmaması için uzay ortamına uygun testler yapılmaktadır. Ayrıca elektronik devrelerin uzay radyasyonuna karşı dayanıklılıkları da test edilmektedir. Uydularda kullanılacak malzemeler için ASELSAN'a ait mikrodalga modülleri test malzemesi olarak seçilmiştir. Bu kapsamda Havacılık ve Uzay Teknolojileri Genel Müdürlüğü ile ASELSAN ve Japonya Havacılık ve Uzay Keşif Ajansı arasında 2016'da iş birliği protokolü imzalanmıştır [16].

Tablo 4. Uyduların üretim yeri, kütlesi ve yük kapasitesi güç değerleri [17]

Uydular	Uyduların Kütle ve Güç Değerleri		
	Üretici Firma/Ülke	Kütlesi	Yük Kapasitesi Güç Değerleri
Demeter	CNES/Fransa	50 kg	70 W
Iridium NEXT	Iridium Communications/ABD	50 kg	50 W
Beosat	Braunschweig Teknik Üniversitesi/Almanya	40 kg	100 W
TerraSAR-X	Astrium/Fransa	1230 kg	800 W
CubeSTAR	Oslo Üniversitesi/Norveç	2 kg	4 W
Kompsat-6	KARI/Kore	1750 kg	2250 W
EnviSat	Astrium/Fransa	8211 kg	6500 W
UKube-1	UKSA/İngiltere	4 kg	1.2 W

Uyduların güç sisteminin performansını artırmak radyasyondan daha az etkilenmelerini sağlayacaktır. Güç sisteminin enerji kaynağı da Şekil 4’de verilen güneş hücreleri olduğu için bu hücrelerin performansı ayrı olarak test edilmektedir. Güneş ışınları güneş hücrelerinden yansımaya uğrayarak performans düşüklüğüne sebep olur. Bunun önüne geçebilmek için yansımaları engelleyen yüzeyde yansıma önleyici kaplamalar kullanılmaktadır. Aynı zamanda performansı artırmak için radyasyona dayanıklı çok eklemlili güneş hücreleri de kullanılmaktadır.

Bir uydudan maksimum verim elde edebilmek için güç değerlerinin yüksek ve uydunun kütlesinin düşük olması istenmektedir. Tablo 4’de verilen uydu örneklerinde aynı kütleyle sahip Demeter ve Iridium Next uydularının güç değerleri karşılaştırıldığında Demeter uydusunun daha verimli olabileceğini söyleyebiliriz. EveSat uydusu 5 kg’lık kütle ile 20 W güç, Iridium Next uydusu 50 kg’lık kütle ile 50 W güç sağlamıştır. EveSat’ın az kütleli olmasına rağmen kaç kat daha fazla verimli olduğu sonucuna varılabilir. Tablodaki küçük uyduları ele aldığımızda birbirine yakın kütleli olup fakat güç değeri diğerlerine göre fazla olan uydu EveSat uydusu olarak görülmektedir. Bu uydunun, enerji kaynağı güneş hücreleri olan güç performansındaki değerine bakıldığında uzay radyasyonundan az etkilenebileceği durumu ortaya çıkmaktadır.

Yapılan literatür çalışmalarında Amerika Uzay ve Havacılık Enstitüsü’nün belirlediği AIAA S-111A-2014 standartlarına göre, güneş hücrelerinin uzay ortamındaki radyasyondan etkilenmesini önleyecek uzay kalifikasyon testleri yapıldığı görülmüştür [18].



Şekil 4. Uydulardaki Güneş Hücreleri

3.4. İyonosferin Uydu Sinyallerine Etkileri

Termosfer tabakasının bir bölümü olan iyonosfer, yeryüzünden yaklaşık 60 km ile 1100 km arasında yüksekliktedir. Bu tabaka elektromanyetik dalgaların iletilmesi için gerekli olan iyonlardan oluşmaktadır. Ayrıca serbest elektron bulunduran iyonosfer radyo dalgalarının yayılmasında bir etkiye sahiptir. Bu nedenle radyo iletişimindeki uyduların ilettiği sinyaller de iyonosfer tabakasından etkilenmektedir [19].

Sinyal uydudan çıktıktan sonra ilk olarak iyonosfer katmanı ile karşılaşmaktadır. Bu katmandan geçerken alıcıya ulaşmasında bir gecikmeye sebep olacak şekilde sinyalin hızı ve yönü değişebilmektedir. Sinyal üzerindeki etki Tablo 5'te verilen iyonosfer bölgelerinin her birinde farklılık göstermektedir. Bunun nedeni bölgelerdeki iyonlaşmanın aynı olmamasından kaynaklanmaktadır. Yüksekliğin artması iyonlaşmayı da artırmaktadır. Buna bağlı olarak F bölgesi en fazla iyonlaşmanın olduğu bölge olması sebebiyle uydu sinyalini daha çok etkilemektedir. Gündüz ve gece, iyonosferin farklı olması güneş yönüne göre değişmektedir. F bölgesi gündüz F1 ve F2 olarak ikiye bölünmekte ve geceleri ise tekrar birleşmektedir [20].

Tablo 5. İyonosfer bölgelerinin sinyal üzerindeki etkisi [20]

	İyonosferin Bölgeleri		
	D Bölgesi	E Bölgesi	F Bölgesi
Bulunduğu Dilim	Yaklaşık 50-90 km	Yaklaşık 90-120 km	Yaklaşık 120-1000 km
Sinyal Üzerindeki Etkisi	Hiçbir etkisi yok	Hafif etkisi var ancak sinyalin parlamasına neden olabilir	En çok etkisi olan bölge

Uydu haberleşmesinde gönderilen sinyalin alıcıya doğru bir şekilde ulaşabilmesi önemlidir. Ayrıca uyduların birbirleriyle olan iletişimde performans yüksek olmalıdır. İyonosferden etkilenen GPS uydu sinyallerinin faz ve genliklerinde bozulmalar meydana gelmektedir. Bu nedenle de GPS verileri doğru bir şekilde alınamamaktadır. Bu bozulmalar sinyal parlaması olarak görülmektedir. Çok ciddi bir parlama yaşandığında GPS verisinden gelecek mesajları çözerken kod hatalarına ve GPS uydularındaki tahmin edilen aralıklarında bozulmasına neden olmaktadır [21].

4. Cubesat

Uzay ve uydu teknolojisindeki gelişmelerle birlikte bu alandaki uygulamaların artışı hız kazanmıştır. Bu uygulamalar üzerinde çalışan araştırmacılar düşük maliyet ve üretim sürecinin kısa olması nedeniyle küçük uydu sınıfına giren CubeSat'ları tercih etmektedir. Bu uydular ilk olarak 1999 yılında Stanford Üniversitesi'nde başlatılmıştır. 2003 yılında da ilk küp uydu Rusya'dan gönderilmiştir [22].

Cubesat'lar, geleneksel uyduların hacim, ağırlık ve maliyet sorunlarına çözüm olarak üretilmiştir. Tablo 6'da verilen CubeSat özelliklerine bakıldığında boyutları arttıkça kütlelerinde de artış olduğu görülmektedir. Bu uyduların temel boyutları 10x10x10 cm olup kütlesi en fazla 1,33 kg'dır. Ağırlıklarının az olmasından dolayı fırlatma için gerekli yakıt miktarı da az olmaktadır. Bu da fırlatma maliyetini düşürmektedir. Ayrıca çok fazla uydu gönderilerek maliyet en aza indirilmektedir. Aynı zamanda düşük dünya yörüngesinde (LEO) konumlandırılmaktadır. Bu yüzden genellikle düşük gecikme süresi gerektiren uzay araştırmalarında, uzaktan algılama ve görüntüleme sistemlerinde ve iletişim uygulamalarında kullanılmaktadır [22-23].

Tablo 6. Cubesat uyduları ve özellikleri [24]

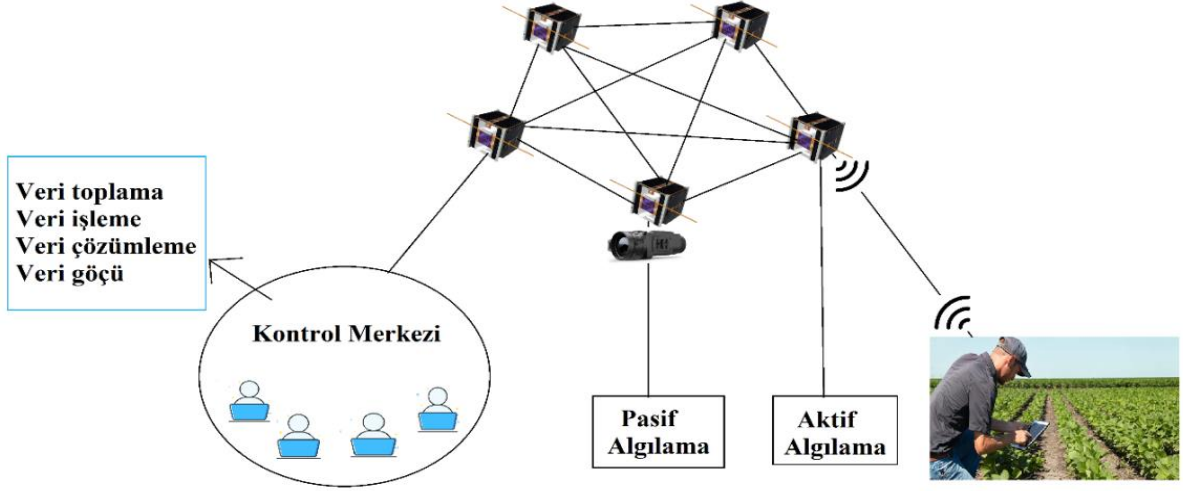
CUBESAT	CUBESAT ÖZELLİKLERİ						
	Ülke	Tip	İşletici	Boyut	Güç	Kütle	Yörünge
SNAPS	ABD	Teknoloji	Standford Üniversitesi	0.25 U	Piller ve Güneş Pilleri	0.5 kg	400 km x 400 km,51.6°(tipik)
AEROCUBE 6	ABD	Teknoloji	Havacılık Şirketi	0.5 U	Piller ve Güneş Pilleri	0.5 kg	613 km x 700 km,97.9°
XI 4	Japonya	Teknoloji	Tokyo Üniversitesi	1 U	Piller ve Güneş Pilleri	1 kg	822 km x 828 km,98.73°
ANTELSAT	Uruguay	Teknoloji	Republic Üniversitesi	2 U	Piller ve Güneş Pilleri	2 kg	606 km x 621 km,97.9°
CANX-2	Kanada	Teknoloji	Toronto Üniversitesi	3 U	Piller ve Güneş Pilleri	3.5 kg	614 km x 633 km,97.99°
EcAMSAT	ABD	Yaşam Bilimleri	Standford Üniversitesi	6 U	Piller ve Güneş Pilleri	10.4 kg	399 km x 407 km,51.64°
ALTAIR PATHFINDER	ABD	Teknoloji	Millennium Uzay Sistemleri	1 x 6 U	4 Konuşlandırılabilir Güneş Dizileri, Piller ve Güneş Pilleri	4 kg	401 km x 404 km,51.64°
AOXIANG ZHIXING	Çin	Teknoloji	Shaanxi Mühendislik Laboratuvarı	12 U	Piller ve Güneş Pilleri	18 kg	200 km x 379 km,40.80°

Yapılan literatür çalışmalarında, CubeSat'ların öğrenciler tarafından araştırma projeleri için geliştirdikleri ve uzaya gönderdikleri görülmüştür. Bu kapsamda ABD'nin Stanford ve California Polytechnic üniversiteleri bir proje başlatmıştır. Bu projeye dahil olan kişiler kendi uydularını üreterek uzaya gönderebilmektedir. Üreten kişiye bağlı olarak da uyduların görevleri

değişmektedir. Ülkemizde de İstanbul Teknik Üniversitesi'nde yürütücülüğünü Prof. Dr. Alim Rüstem Aslan'ın gerçekleştirdiği "Nano Uydu Çalışma Grubu" bulunmaktadır. Bu grupta CubeSat eğitimleri verilerek bu alanda uluslararası yarışmalara katılmışlardır.

Düşük dünya yörüngesinde olan CubeSat'ları daha uzaklara göndermek için yapılan çalışmalar vardır. Bu çalışmaların bir örneği olarak Mayıs 2018'de Mars Cube One (MarCO) uydusu NASA'nın InSight aracı ile gönderilmiştir. Bu uydunun hem kendisi hem de yedeği olmak üzere iki küp uydu uzaya fırlatılarak ayrı ayrı Mars'a yolculuk yapmıştır. InSight'tan verileri Dünya'ya aktarmada başarılı olmuştur.

4.1. Uzak Nesnelerinin İnterneti (Internet of Space Things/IoST) ve Cubesat



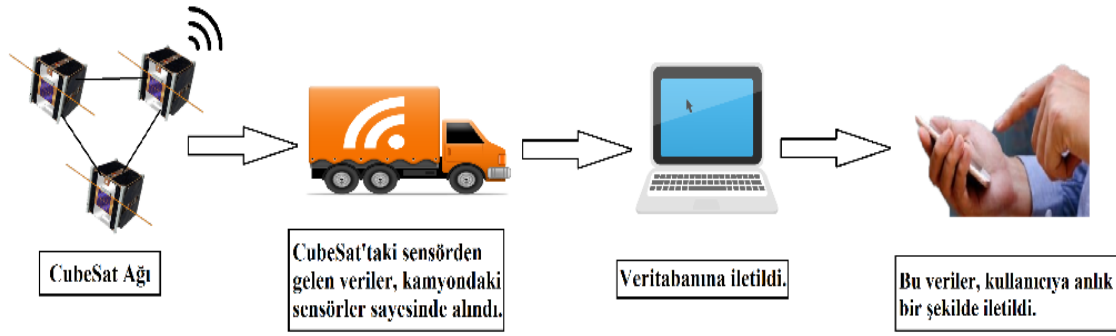
Şekil 5. IoST Genel Yapısı

Ağların ağı olarak tanımladığımız internet, günümüzde her alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. İlk olarak 1999 yılında Kevin Ashton "Nesnelerin İnterneti" kavramını ortaya çıkarmıştır. Giderek artan hızı ve teknolojileri ile milyonlarca nesne internete bağlanarak birbirleri ile iletişim kurmaktadır. Bu sayede veri iletişimi yaparak bilgi toplayabilmekte ve bu bilgileri karar vermekte kullanılmaktadırlar. Kısaca bir iletişim ağı oluşmaktadır. Bu durum birçok alanda insanların yaşamını da kolaylaştırmaktadır [25].

Nesnelerin internetiyle cihazlar arası kablosuz bağlantı yapılması uzay ve uydu alanındaki araştırmalara da katkı sağlamaktadır. Bu katkıların başında tasarım sürecinin kısa olması ve düşük maliyet sunması ile küçük uydu olarak CubeSat'lar gelmektedir. Ayrıca geniş uygulama örnekleri barındırmaktadır. Bunların başında uzaktan algılama uygulamaları gelmektedir [22]. Uydudan verileri verimli şekilde almak ve iletmek için uzayda CubeSat ağları oluşmaktadır. Bu ağlar Şekil 5'te görüldüğü üzere uzay nesnelerinin interneti (IoST) kavramını ortaya çıkarmıştır. CubeSat ağları ile uzayda nesnelerin interneti için bağlantılar oluşturmak daha avantajlıdır. Çünkü bu bağlantılar toprak altyapısına gerek duymazlar. Böylece maliyetin düşürülmesi sağlanır. Aynı zamanda doğal peyzajda korunmuş olur.

Oluşturulan bu ağdan verileri alırken görüntüleme sensörü kullanılarak pasif algılama ve CubeSat ile doğrudan iletişim kurarak aktif bir algılama sağlanmaktadır. Kullanılan görüntüleme sensörleri çoklu çözünürlüklü kameralar olabilmektedir. Böylece kızılötesi görüntüler alınarak arazi izleme olanağı sunmaktadır. Önceden depreme maruz kalan binalar ve köprülerin izlenmesinde yani doğal afet gibi felaketleri önleme uygulamalarında büyük önem arz etmektedir [26].

Ağdaki CubeSat direkt olarak bir kontrol merkeziyle iletişim kurabilmekte ve kontrol merkezi üzerinden komut gönderebilmektedir. Bu da siber fiziksel sistemin temelini oluşturmaktadır. Günümüzdeki birçok alanda nesnelerin interneti uygulamalarına büyük katkı sağlamaktadır. Örneğin tarım endüstrisinde akıllı tarım teknolojileri ile birlikte üreticiler tarımda toprak, hava ve suyu daha verimli kullanabilmektedir. Verimliliğin sağlanması CubeSat uydularından üreticilere gerçek zamanlı veriler göndererek detaylı bir şekilde analiz ve değerlendirme ile yapılmaktadır. Hava durumunu anlık olarak takip ederek ürünlerini pazarlarda uygun fiyatlarda tüketiciye sunabilmektedir. Şekil 6'da verilen ulaşım endüstrisinin lojistik alanında ise araç takip sistemlerinin gelişmesiyle araçların anlık hareketleri gözlemlenebilmektedir. Bu sayede araçlar verimli bir şekilde kullanılarak taşınan yükün güvenliği artırılmaktadır. Yine aynı şekilde CubeSat uydularındaki sensörler sayesinde hava koşulları ile ilgili bilgiler aktararak ulaşımında çıkabilecek herhangi bir soruna karşı önlem alınmaktadır.



Şekil 6. Lojistik Alanda Araç Takibi

5. Sonuç

Bu makalede günümüzde ön planda olan nano uydu çeşidi CubeSat ve uzay gelişmelerine nasıl katkı sağladığı anlatılmıştır. Günümüze kadar üretilmiş olan boyutları ve kütleleri birbirinden farklı CubeSat'lar incelenmiştir. Ayrıca uzayda ağ oluşturarak yer istasyonları ile nasıl iletişime geçtiği hakkında bilgi verilmiştir. Bu ağların uzayda nesnelerin internetindeki (IoST) konumu araştırılarak genel yapısından bahsedilmiştir.

Küçük uydulara uzay ortamında etki eden radyasyonun nasıl oluştuğundan bahsedilmiştir. Uydulara etkiyen radyasyon çeşitleri, yapılan radyasyon testleri ve uydu güç sistemi hakkında genel bilgilendirme yapılmıştır. Elektromanyetik dalgaların azaltılması için ekranlama teorisi geliştirilen bir çalışma incelenmiştir. Bu çalışmada grafen katkılı nanokompozitlerin iyi bir elektromanyetik ekranlama malzemesi olarak üretildiği ortaya konmuştur. Bu nanokompozitler de uygun formlara getirilerek küçük uydular içerisindeki malzemelerde kullanılarak uyduların radyasyondan etkilenmesinin en aza indirilmesi düşünülmektedir.

Üretilen uydularda görüldüğü üzere uydularda kütle ve gücün orantılı olmadığı anlaşılmaktadır. Günümüzde üretimi artan küçük uyduların gelecekte kullanım alanlarının daha fazla olması ve bu sayede küçük kütleli uydularla daha az yer kaplayıp yüksek güç sağlanması beklenmektedir. Uyduların verimli çalışması için yüksek güç düşük kütle istenmesiyle ilgili Türkçe kaynak çok fazla bulunmamaktadır. Buna bağlı olarak da üretilmiş olan uyduların güneş hücrelerinden sağladığı güç değeri ve kütle bilgileriyle uyduların çalışma verimliliği hakkında mukayese yapılmıştır.

Referanslar

- [1] Akkaş, M. A., "Nano iletişim teknolojilerinin biyomedikale katkısı", Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 22(2), 516-528, 2018. DOI: 10.16984/saufenbilder.290340.
- [2] Guarducci, F., Coletti M. and Gabriel, S. B., "Design and Testing of a Micro Pulsed Plasma Thruster for CubeSat Application", Presented at the 32nd International Electric Propulsion Conference, Wiesbaden/Germany, IEPC-2011-239.
- [3] Ümit, M. E., Baş, M. E., Akyol, İ. E., Uludağ, M. Ş., Ecevit, A. B. ve Aslan, A. R., "Türksat 3USAT Küp Uydusu İçin Elektrik Güç Sistemi Tasarlanması", IV.Ulusal Havacılık ve Uzay Konferansı, 2012.
- [4] Sarı, Ö., "İTÜpSAT1 Uydusunun Entegrasyonu ve Testleri", İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2010.
- [5] Türkiye Cumhuriyeti Milli Savunma Bakanlığı Hava Kuvvetleri Komutanlığı, "Uydular Ve Yörüngeleri", 27 Aralık 2019, Available: <https://www.hvkk.tsk.tr/Custom/Hvkk/243>
- [6] Elektronik Haberleşme, "Uydu Yörüngeleri", 2017, Available: <https://www.elektronikhaberlesme.org/uydu-yorungeleri/>
- [7] THINKTECH, "Küçük Uydular ve Başarı Potansiyelleri", STM Teknolojik Düşünce Merkezi, Araştırma Raporu, 2019.
- [8] Kılıç, G., Örtlek, H. G., ve Saraçoğlu, Ö. G., "Elektromanyetik Radyasyona Karşı Koruyucu Tekstillerin Ekranlama Etkinliği(SE) Ölçüm Yöntemleri", Erciyes Üniversitesi, The Journal Of Textiles and Engineers, Sayı 72, 2015.

- [9] TAMSAT-Amatör Uydu Teknolojileri Derneği, “Uzay Radyasyonunun Elektronik Devreler Ve Uydu Sistemleri Üzerine Etkileri, Radyasyona Karşı Güçlendirme-1”, 31 Mayıs 2012, Available: <https://www.tamsat.org.tr/uzay-radyasyonunun-elektronik-devreler-ve-uydu-sistemleri-uzerine-etkileri-radyasyona-karsi-guclendirme-1/>
- [10] Menteş, E., “Kompozit 3U Küp Uyduların Yapısal Analiz ve Tasarımları”, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2015.
- [11] Türksoy, E. S., Üstündağ, S., Sarıtaş, Ö. ve Saraçoğlu, Ö. G., “Tekstil Malzemelerinin Elektromanyetik Kalkanlama Etkinliği Ölçümünde Yenilikçi Bir Test Aparatı”, Erciyes Üniversitesi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Araştırma Makalesi, Cilt 22, Sayı 99, 2015.
- [12] Yılmaz, R., “Elektromanyetik Kalkanlama Özelliği Olan Malzemeler”, Kırklareli Üniversitesi, Elektronik Journal of Vocational Colleges, 2014.
- [13] Altun, M., Karteri, İ., Güneş, M. ve Alma, M. H., “Grafen Katkılı Odun-Plastik Nanokompozitlerinin Elektromanyetik Özellikleri ve Elektromanyetik Kalkanlama Etkinliği Karşılaştırmalı Çalışması”, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi. 20(1), 2017. DOI: 10.17780/ksujes.304082.
- [14] Kashi, S., Perumal, V. and Varley, R., “EMI Shielding Effectiveness of Graphene Nanocomposites: Effects of Filler Loading and Thickness”, 18th European Conference on Composite Materials Athens, Greece, 2018.
- [15] Özkaptan, C. ve Tekinalp, O., “Uzay Uygulamalarında Küçük Uyduların Yeri ve Maliyet Etkenleri”, Tübitak/Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Pivolka, Yıl:2, Sayı:6, 2003.
- [16] Tübitak Bilim Genç, “Uzaydaki radyasyonu Yeryüzünde Test Edebileceğiz”, 9 Aralık 2019, Available: <http://bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/uzaydaki-radyasyonu-yeryuzunde-test-edebilecegiz>
- [17] eoPortal Directory, “Satellite Missions Database”, 2021, Available: <https://eoportal.org/web/eoportal/satellite-missions>
- [18] Keser, Ö.F., Yenisoy, A. ve İdare, B., “Uydu güç sistemlerindeki güneş hücrelerine yönelik uzay kalifiye mikro lens dizilerinin geliştirilmesi”, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 2017. DOI: 10.16984/saufenbilder.294872.
- [19] IONOLAB, “İyonosfer”, 2011, Available: <http://www.ionolab.org/index.php?page=ionosphere>
- [20] PennState College of Earth and Mineral Sciences, “The Ionospheric Effect”, 2020, Available: <https://www.e-education.psu.edu/geog862/node/1715>
- [21] Carrano, C.S. and Groves, K.M., “Temporal Decorrelation of GPS Satellite Signals due to Multiple Scattering from Ionospheric Irregularities”, 23rd International Technical Meeting of the Satellite Division of The Institute of Navigation, Portland, OR, September 21-24, 2010.
- [22] Saeed, N., Elzanaty, A., Almorad, H., Dahrouj, H., Al-Naffouri, T.Y. and Alouini, M., “CubeSat Communications: Recent Advances and Future Challenges”, 2019. DOI: 10.1109/COMST.2020.2990499.
- [23] Haber Ekspres, “Küp Uydular (KÜPSAT)”, 13 Ekim 2016, Available: <https://www.haberekspres.com.tr/kup-uydular-kupsat-makale,5003.html>
- [24] Gunter’s Space Page, “CubeSat”, 2020, Available: https://space.skyrocket.de/doc_sat/cubesat.htm
- [25] Gündüz, M.Z. and Daş, R., “Nesnelerin İnterneti: Gelişimi, bileşenleri ve uygulama alanları”, Bingöl Üniversitesi, Fırat Üniversitesi. 24(2), 327-335, 2018. DOI: 10.5505/pajes.2017.89106.
- [26] Akyıldız, I.F. and Kak, A., “The Internet of Space Things/CubeSats:A ubiquitous cyber-physical system for the connected world”, Broadband Wireless Networking Laboratory, School of Electrical and Computer Engineering, Georgia Institute of Technology, Atlanta, GA 30332, United States, 2019. DOI: 10.1016/j.comnet.2018.12.017.

An Optimization Focused Machine Learning Approach in Analysing Arts Participative Behavior with Fine Arts Education Considerations

Özerk Yavuz^{a,1}

^{a,1}Haliç University, İstanbul 34445, Turkey
ORCID ID: 0000-0002-1371-688X

Abstract

Fine arts education constitutes an important value for the development of nations, countries and geographies. In literature it is seen that societies and nations that give importance to fine arts, other art forms with respective education programs and agendas seem to be more developed in the fierce competitive environments. It is a known fact that art forms enhance the creativity of individuals as well as developing questioning skills and empathy. Therefore cultural plans, programs and agendas handled in the cultural ministry or similar levels should always be considered as a chance for investments made for the development of individuals and society at large. Therefore enough budgets for cultural programs should be maintained. Academic and pre-university degree art programs should be designed and formed in response to the changes and developments in the contemporary art world. Graduates should also be prepared in these programs to the career paths that they want to follow in these areas. Understanding the domain of art marketing as well as implementing marketing strategies, plans, programs in every level in this context can be helpful in enlarging the arts market which means creating more jobs and employment opportunities for more actors and actresses. Qualification of these talents should also be supported with academical or nonacademical artistic education forms. In this study theatres located in Istanbul Municipality and theatre participation behavior has been analyzed with recent machine learning trends and approaches available in data mining literature with the aim of enhancing exploratory and confirmatory understanding in such domains as theater, entertainment and art marketing with the aim of providing some insights and ideas to the arts community, leaders and society at large.

Keywords: “Fine Arts, Fine Arts Marketing, Fine Arts Education, Entertainment, Entertainment Marketing, Theater Marketing, Art Marketing, Clustering, Classification, Data Mining, Machine Learning, Quantitative Analysis, Supervised Learning, Unsupervised Learning”

1. Introduction

Fine arts education constitutes an important value for the development of nations, countries and geographies. In literature it is seen that societies and nations that give importance to fine arts, other art forms with respective education programs and agendas seem to be more developed in the fierce competitive environments. It is a known fact that art forms enhance the creativity of individuals as well as developing questioning skills and empathy. Therefore cultural plans, programs and agendas handled in the cultural ministry or similar levels should always be considered as a chance for investments made for the development of individuals and society at large. Therefore enough budgets for cultural programs should be maintained. Academic and pre-university degree art programs should be designed and formed in response to the changes and developments in the contemporary art world. Graduates should also be prepared in these programs to the career paths that they want to follow in these areas. Understanding the domain of art marketing as well as implementing marketing strategies, plans, programs in every level in this context can be helpful in enlarging the arts market which means creating more jobs and employment opportunities for more actors and actresses. Qualification of these talents should also be supported with academical or nonacademical artistic education forms. In this study theatres located in Istanbul Municipality and theatre participation behavior has been analyzed with recent machine learning trends and approaches available in data mining literature with the aim of enhancing exploratory and confirmatory understanding in such domains as theater, entertainment and art marketing with the aim of providing some insights and ideas to the arts community, leaders and society at large.

Marketing science has been in the focus of many businesses, industries and sectors for many decades. In this context, marketing scholars and practioners have long worked on building good relationships with the customers applying contemporary, state of the art customer centric marketing approaches. As a result marketing found place and gained popularity in many areas as in goods marketing, services marketing, political marketing, celebrity marketing, entertainment and art marketing. In this study some of the factors associated with the theaters which has known to be one of the most influential forms of arts in human history. In this context theatres located in Istanbul Municipality and theatre participation behavior has been analyzed with recent machine learning trends

¹ Sorumlu Yazar. Tel.: +90-212-924-2444.
E-posta adresi: ozerkyavuz@halic.edu.tr

and approaches available in data mining literature with the aim of enhancing exploratory and confirmatory understanding in such domains as theater, entertainment and art marketing [1,2,6,11,12,13,14,15,16, 19,20].

As many marketers would know or imagine, success of a business highly linked to the successful relationships that a business build with your customer. Therefore understanding the consumer, his/her needs, expectations, requirements and functionalities expected from the goods and services constitutes an important value. Therefore permanent qualitative and quantitative research approaches should be formulated and conducted to gain insights and knowledge about the targeted markets, market segments and consumers. As in many relational forms and relational marketing approaches in order to build a good relationship with the consumer a trust associated with the goods, services provided and the organizations which provides these. Then a relationship is built with the commitment of the two parties when the expectations match from such relationship. In this context analyzing and understanding the consumer and providing the goods and services expected with the right marketing mixes composed of good product or service functionalities with the expected quality, with an appropriate pricing strategy targeting the related market segments based on their purchasing power, effective use of logistical, sales, service channels and points with a good promotion strategy composed of successful advertisement and public relation approaches would provide the customer satisfaction which would lead to a long term profitable relationship with the customer. Organizations who successfully form these marketing mixes would make a positive impact in increasing market share, enhancing their customer portfolio, customer acquisition, customer retention and customer lifetime value. From this point forward, quantitative data mining techniques can be used to analyze the consumers, organizations, markets and several consumer behaviors. This way of an aristothelen approach of positivist research paradigm can be used to formulate more targeted segmentation, targeting and positioning in the market place. By conventional and new forms of communication approaches and tools right messages highlighting different facets of the brand equity and brand would be helpful in building a good image in the minds of the consumer. Therefore leveraging strong brand associations and a strong brand equity in the mind of the consumers would make a positive influence to be clustered in the consideration set in consumer decision making process which can lead to a purchase behavior of the consumer momentarily [45, 52, 53].

As seen in many behavioral forms and several behavioral theorists, scholars indicate there are several elements and many antecedents that lead to a behavior to occur. Consumer decision making, theatre participation and art participation behaviors are not much different in this scope. As indicated in literature by several notable scholars in literature, individuals are in a tendency to engage in behaviors that are likely to provide rewards and positive outcomes whereas they do not engage in behaviors where it would lead to negative outcomes or consequences. There may be several influential factors which can lead to a behavior to be formed as, subjective norms, group norms, behavioral intention, past experiences, positive anticipated emotions, negative anticipated emotions, perceived behavioral control, group influence, environment, trust, social identity with several characteristics of the individuals in this context. In this study a quantitative research methodology has been followed by applying contemporary clustering and classification approaches available in literature. In this way it is aimed to gain an in depth understanding of theatre participation behavior with such phenomena in the city of Istanbul [45, 52, 53].

When the history of theater and development of theater era investigated it is seen that early forms of theatres found place in Ancient Greeks which dates back to 6th century BC. Later different forms of theaters with other entertainment forms as cinema and art found place in several business settings and geographies. Greek Theatre, Roman Theatre, English Elizabethan theatre, Spanish Golden age theatre, French Classical theatre, American Theatre, Turkish Theatre, Neoclassical theatre, African theatre, Asian Theatre, 19th Century Theatre, 20th century theatre, 21st century theatre have been some of theatrical forms and ages found place in different geographies in history. If the history of the democracies and theatres are analyzed it seen that in some autocracies and undemocratic regimes theatre and artists were subjected to pressure, plays have been forbidden or censored whereas with the development of democracies, the emphasis on freedom of thought and speeches artists and theatre found the place they deserved mostly in western, civilized democracies and many parts of the world in different geographies [6,8,9]. Many notable theatrical plays took place all over the world in different geographies and locations as Hamlet, Long Day's Journey Into Night, Who's Afraid of Virginia Woolf?, Death of a Salesman, Oedipus Rex, Look Back in Anger, Waiting for Godot, Uncle Vanya, Tartuffe, Candida, Twelfth Night, Playboy of the Western World, The Importance of Being Earnest. Shakespeare, William Shakespeare, Henrik Ibsen, Oscar Wilde, Sophocles, Tennessee Williams, Arthur Miller, Anton Chekhov, Molière, Euripides, Aristophanes, Samuel Beckett, Victor Hugo, Voltaire have been some of these notable playwrights whose plays have been played by countless valuable, theatres, artists and art lovers. Some have been transformed to distinguished and original works in cinema archives [1,2,6,11,12,13,14,15,16, 19,20].

When the scientific body of knowledge is investigated it is seen that several research methodologies, research techniques evolved which base on different research paradigms and designs over time. Among them data mining and applying machine learning techniques have gained momentum and interest in understanding different phenomena by applying several techniques. Data mining approach can be considered as a systematical, structured research process which focuses on situation analysis, data gathering, model formation and testing of the model. Later findings and knowledge discovered from these analyses can be used as a decision support point for leaders, science community and society at large. Machine learning technique which is a famous approach in data mining based quantitative research methodologies is a form of learning in machine forms. This learning process is usually triggered and activated by forward feeding approaches which is later followed with backpropagation processes which are stochastic in nature. With the help of mapping functions input layers in the model are mapped to the output layer considering the independent, dependent values. Functions and equations involved in this mapping are calculated. Later in many forms rules generated with the least error rate and which provides the most proximity to actual results are selected and presented as the

distinctive association rules. In the evaluation of this a stochastic backpropagation technique is used in many cases [46,47,48,49,50,51].

Supervised learning and unsupervised learning are two forms of machine learning in data mining. Supervised learning is a form of classification approach where input and output layer mappings are done with the transformation functions, with the aim of rule discovery and insights discovery. A stochastic backpropagation technique is used in this type of machine learning in general. In the mapping process independent multivariate variables are assigned to the respective class labels which are considered as the dependent variables in the output layer. Since the initial labeling of the dependent values in the form of nominal values technique, this type of machine learning is named supervised machine learning. On the other hand in unsupervised machine learning several attributes of different instances are assigned to respective clusters with respective values without the requirement of an initial class label declaration. In this form of machine learning several mathematical and statistical functions utilizing heuristics in many cases are applied. In most of the clustering analysis which is also known as unsupervised machine learning centroid values for each independent cluster is calculated and related attribute values for several instances in the data set are assigned to the cluster with the focus on similarity and convergence maximization in one cluster and divergence, difference maximization with other cluster members having other centroid values. Instances with the respective parameter values are assigned to the clusters based on the centroid value similarity. Following these assignments centroid values for each cluster is updated once new instances with respective attributes are assigned to the associated cluster. J48, JRip, Part, OneR Method, Multilayer Perceptron, Bayesian Networks, Hoeffding Tree, Random Tree, Kmeans have been some of the mostly cited supervised and unsupervised machine learning techniques which utilizes different classification and clustering approaches in literature [46,47,48,49,50,51].

In general in machine learning approaches, mainly the ones employing a tree/graph structure, an entropy value is calculated based on different probabilities and combinations of the variables then from the parent nodes to the child nodes paths with the low entropy values are followed. Paths with the minimum entropy value is chosen and respective boundary conditions are assigned to each node (decision nodes) in the tree/graph structures with the aim of reducing the chaos perceived from unpredictability. In this way the unpredictability, disorder randomness or uncertainty with selected paths are minimized. This way of assignment and tree/graph formations are managed in feedforwarding type of feeding and employing activation or mapping/transformation functions. Later with the backpropagation approach most optimum paths and functions are tried to be formed with the customization of the functions and function weights. This is known as a form of gradient descent learning rule or delta rule which aims to calculate most optimum weights for the input output mappings in the mapping/transformation functions. In this rule learning approach the weights which generates the most optimum solution are assigned as the slopes in the function [62, 63, 64, 65, 66, 67, 68]. A gradient in this context shows the slope which is the derivative of cost at the respective cost point. This slope can also be calculated by finding the tangent of that point which can be calculated by dividing edge looking to the angle(opposing edge) to adjacent edge in a triangular form. By employing a gradient descent rule learner as in stochastic processes as backpropagation the shortest and steepest route which indicates the local or global low with a slope zero. Weights at this point giving the minimum cost are used as the slopes of the function. In this way the total loss associated with the input layer variable weights are customized and updated. While the gradient descents, the total cost decreases and reaches to the minimum at t_1 which is the optimum weight for the minimum cost. In this process gradient descents iteratively and approximates to the minimum cost with the respected weight of the independent variable. Derivative of cost find its minimum in the reverse parabol's minimum vertex (local minimum or global minimum) which gives the minimum cost and associated weight providing this minimum cost for the function. This point is reached in an iterative manner moving in the opposite direction of the gradient since it will approximate to the steepest and shortest point (descent). This is the point giving the most optimal weight when the slope is zero in local minimum or global minimum. Alternatively moving in the direction of the gradient would approximate the point to the local or global maximum which is the gradient ascent [62, 63, 64, 65, 66, 67, 68].

The rule with the lowest entropy value and lowest cost which is an indication of an optimal solution is presented and listed as the association rule which maps the input layers (spaces) to the output layers (spaces). In each of these mappings a cost or lost function is calculated which assigns an intuitive cost associated with the mapping function. Cost function is formulated as the average of loss functions whereas loss function is involved in finding the error rate for a single training example. It calculates the difference between actual and predicted values. Optimization approaches are mainly involved in minimizing this cost and try to find the best fitting parameters with techniques as gradient descent, delta rule learning or backpropagation. On the other hand an error function indicates the deviation of an actual value from its prediction for the instance

In this context employing the combination of supervised and unsupervised machine learning techniques can be used as an effective and efficient approach in understanding some of the macro and micro variables associated with theatre and art participation in different geographies. Understanding these factors would also be helpful in formulating influential marketing strategies, plans, programs which may have a positive impact on brand equity, brand image, customer sales, customer retention customer satisfaction, customer lifetime value and building long term profitable relationships with the customer. Also in the governmental level results of such studies can be used as a decision support point in making legislative actions and reforms which would provide a legislative framework formed based on the expectations and needs of the art and theatre lovers. With the help of effective and state of the art legislative reforms and actions freedoms of the artists, art lovers and art community can be preserved while preventing barriers for art lovers, art and theatre participation behavior [46,47,48,49,50,51].

2. Research Method

In this study a quantitative research paradigm has been employed. Quantitative research paradigms aim to explore the phenomena in applying deductive techniques. They have a positivistic and objectivist orientation of epistemology and ontology. Quantitative data is a type of structured knowledge which can be collected by several approaches in the form of primary data sources and secondary data sources. Conventional and unconventional forms of data gathering techniques can be applied as, sensor, user, service driven data collection or gathering, internet of things, paper administered surveys, online surveys etc. [46,47,48,49,50,51,61,69].

Data mining is defined as a methodological approach in quantitative data analysis as indicated in literature. Data mining process is composed of some set of structured steps that makes the data mining research process and methodology. Initially understanding and analysis of the situation and business problem is completed which is followed with the examination and pre-processing of data. Later a conceptual framework or model is devised following the literature review and analysis approaches. Testing of the model with supervised and unsupervised versions of machine learning approaches takes place. Finally predicted analysis results are evaluated and assessed [46,47,48,49,50,51,61,69].

Data mining approach can be considered as a systematical, structured research process which focuses on situation analysis, data gathering, model formation and testing of the model. Later findings and knowledge discovered from these analyses can be used as a decision support point for leaders, science community and society at large. Machine learning technique which is a famous approach in data mining based quantitative research methodologies is a form of learning in machine forms. This learning process is usually triggered and activated by forward feeding approaches which is later followed with backpropagation processes which are stochastic in nature. With the help of mapping functions input layers in the model are mapped to the output layer considering the independent, dependent values. Functions and equations involved in this mapping are calculated. Later in many forms rules generated with the least error rate and which provides the most proximity to actual results are selected and presented as the distinctive association rules. In the evaluation of this a stochastic backpropagation technique is used in many cases. Supervised learning and unsupervised learning are two forms of machine learning in data mining. Supervised learning is a form of classification approach where input and output layer mappings are done with the transformation functions, with the aim of rule discovery and insights discovery. A stochastic backpropagation technique is used in this type of machine learning in general. In the mapping process independent multivariate variables are assigned to the respective class labels which are considered as the dependent variables in the output layer. Since the initial labeling of the dependent values in the form of nominal values technique, this type of machine learning is named supervised machine learning. On the other hand in unsupervised machine learning several attributes of different instances are assigned to respective clusters with respective values without the requirement of an initial class label declaration. In this form of machine learning several mathematical and statistical functions utilizing heuristics in many cases are applied. In most of the clustering analysis which is also known as unsupervised machine learning centroid values for each independent cluster is calculated and related attribute values for several instances in the data set are assigned to the cluster with the focus on similarity and convergence maximization in one cluster and divergence, difference maximization with other cluster members having other centroid values. , J48, JRip, Part, OneR Method, Multilayer Perceptron, Bayesian Networks, Hoeffding Tree, Random Tree, Kmeans have been some of the mostly cited supervised and unsupervised machine learning techniques which utilizes different classification and clustering approaches in literature . Machine learning utilization of data mining can provide exploratory and confirmatory understanding in the phenomena in question and may provide insights and in-depth understanding with knowledge discovery, prediction or forecasting option it provides. In this context a data mining approach with the publicly supplied data set of Istanbul Municipality to understand art and theatre participation behavior has been employed. Such analysis may provide an in-depth understanding of the topic of interest for the individuals, researchers, leaders, managers and different stakeholder of the community and society at large. These type of approaches can be used and adapted to different projects, works and research designs for knowledge discovery, prediction or forecasting purposes for such domains [46,47,48,49,50,51,61,69].

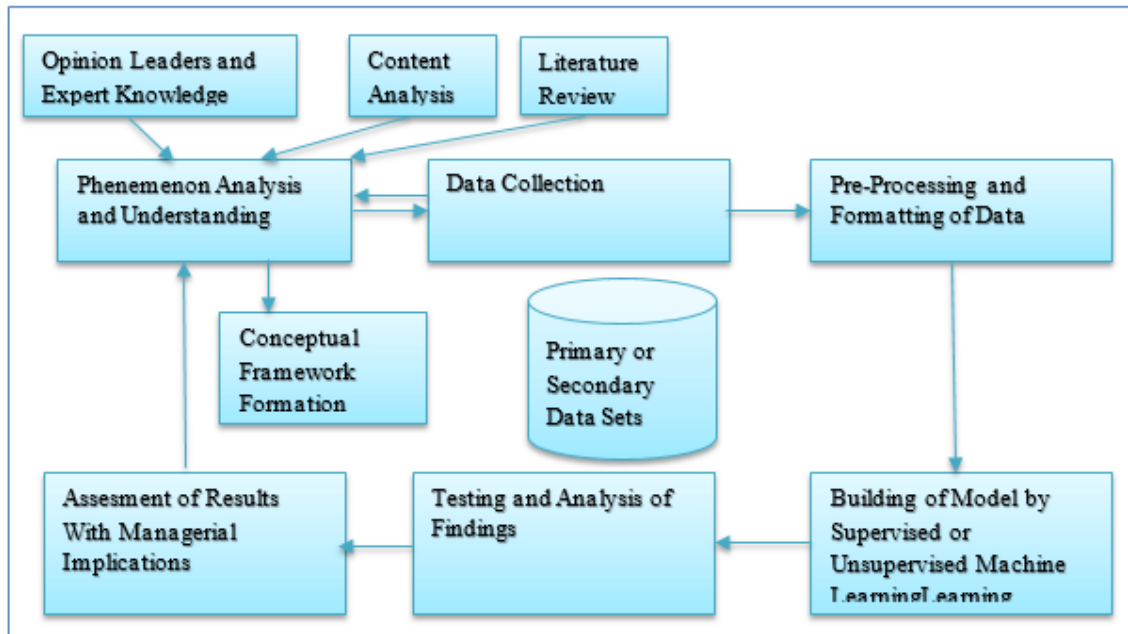


Figure 1. Data Mining Process (Prepared by the Researcher)

Data Mining methodology followed can be seen in Figure 1. In the analysis section, JRip, PART, OneR, Multilayer Perceptron, Bayesian Network, Kmeans have been used for the machine learning techniques. Unsupervised machine learning algorithms here assesses the instance values and assigns these independent values to the respective segment clusters whereas supervised machine learning algorithms mainly focuses on mapping the multivariate variables in input layers to class labels in output layers with transformation and mapping functions, later applying stochastic backpropogation techniques in many cases. Additionally class based metrics are evaluated. Performances of several machin learning approaches have been compared. Rules with rule functions have been generated in an reinforced fashion some applying forward feeding and backpropagation approaches based on the algorithmic designs and architectures they have [46,47,48,49,50,51,61,69]. Based on several factors as algorithmic design, algorithmic architecture, complexity of the algorithms these algorithms can generate different results for similar, same or distinct problem sets and domains [46,47,48,49,50,51,61,69]. By using the same data set with the same parameter values, performance indicators of the algorithms have been assessed and evaluated. The top scorer algorithm for this problem domain with respective data set and parameters has been discovered with the analysis conducted. Knowledge patterns and rules found out have been interpreted and listed. Unsupervised and supervised machine learning methodologies followed is seen in Figure 2 and Figure 3.

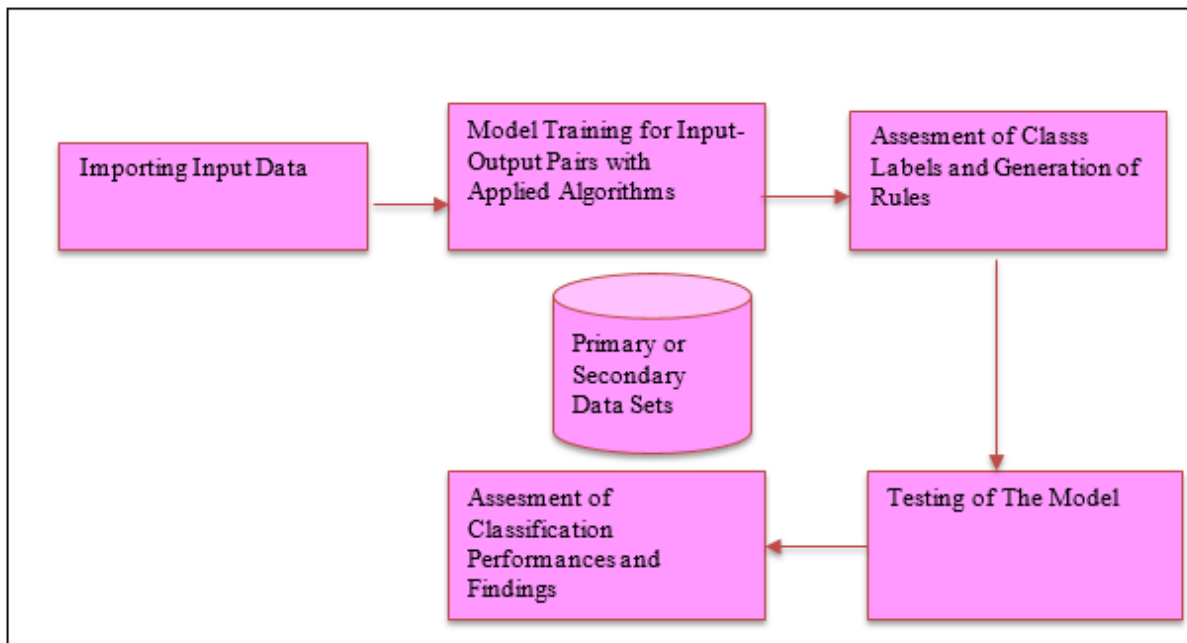


Figure 2. Supervised Machine Learning Process (Prepared by the Researcher)

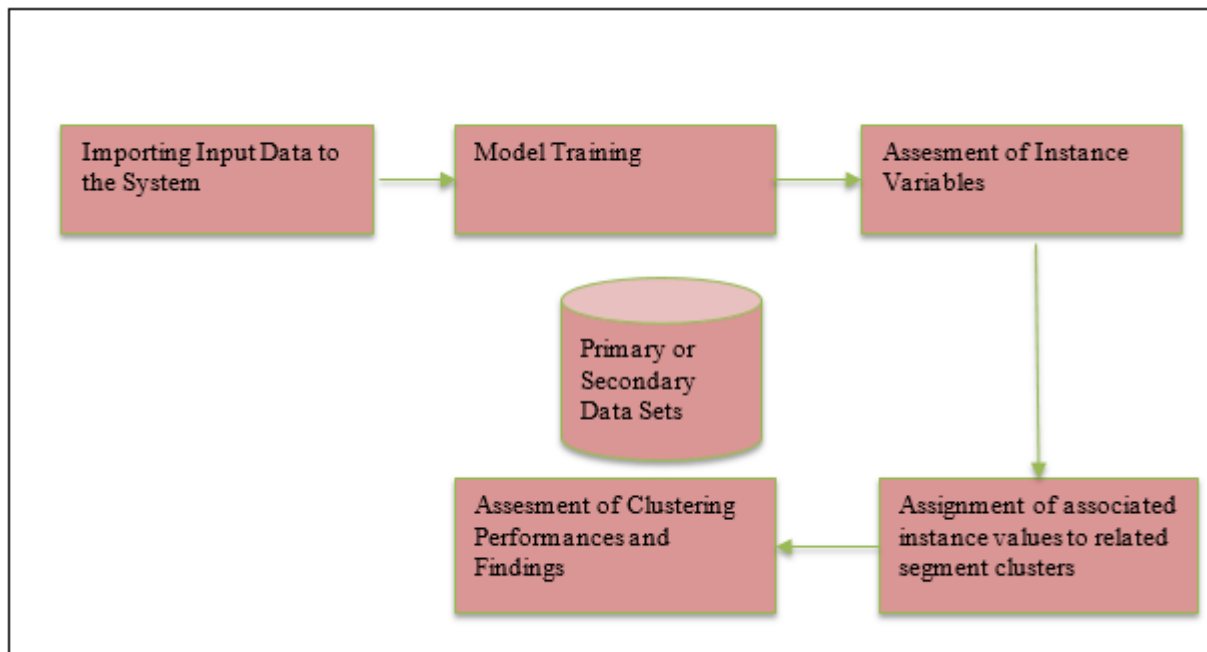


Figure 3. Unsupervised Machine Learning Process Composed of Model Building and Testing (Prepared by the Researcher)

In the data analysis which is composed of a supervised and unsupervised form of machine learning, public secondary data of Istanbul Municipality has been used. After the pre-processing of the data and the literature review, classification and clustering methodologies have been followed.

Table 1. List of Attributes

Play Date	Nominal
Play Category	Nominal
Guest Player Number	Numeric
Play Type	Nominal
Number of Audience	Numeric
Interest Status Indicator	Nominal
Theater Name	Nominal
Play Name	Nominal

In data mining analysis, association rules, knowledge and understandings are discovered with the help of classification and clustering algorithms for the relevant problem set and domain. In these approaches, input-output mapping functions are used to create association rules that map the outer layer to the inner layer. In some, feed forward and back propagation techniques have been applied. The relevant rules with the least error rate are presented as the main rules of the analysis [46,47,48,49,50,51,61,69].

As Özerk claims, many data mining processes today apply a technical approach in supervised learning where independent or multivariate indicators and variables are assigned to output class labels using functions of mapping. In unsupervised versions of data mining and machine learning, the core values of each cluster (centroids) are calculated, the corresponding sample and attribute values are assigned to the respective clusters so as to maximize convergence and minimize differences in the same cluster, whereas a divergence is expected with the members of different clusters. In the process of supervised and unsupervised machine learning, rules are created to improve the exploratory and confirmatory understanding of the phenomenon [46,47,48,49,50,51,61,69]. In this context, an Aristotelian research design path can bring several advantages in understanding these phenomena and can be a good decision support tool for key business leaders, political leaders and society in general.

The same input load with the same parameters was tested using machine learning algorithms, J48, JRip, Part, OneR Method, Multilayer Perceptron, Bayesian Networks, Hoeffding Tree and Random Tree. The University of Waikato's Weka data mining package, which includes supervised and unsupervised machine learning applications, was used in the analysis. Then, the performance of classification and clustering was compared and evaluated. In the analysis, 69 percent of the data was used to train the model, which was then tested with the test data set for the same variables. Based on the performance indicators associated with the data mining analysis, a high performance algorithm was chosen and can be used for such areas and sets of problems to gain additional insight and insight. For this purpose, values of mean squared error, precision, correct classification rate and

misclassification rate were used [46,47,48,49,50,51,61,69]. The analysis revealed the performance indicator values and rules as in Tables 3 and 4.

Table 2. Performance Scores of Machine Learning Algorithms

Method Applied \ Performance Indicator	Multilayer Perceptron	Bayesian Networks	J48	JRip	Part	OneR Method	Hoeffding Tree	Random Tree
RMSE	0.0737	0.0004	0	0	0	0	0.0097	0
Precision	N/A	1	1	1	1	1	1	1
Correctly Classified %	98.15	100	100	100	100	100	99.98	100
Incorrectly Classified %	1.85	0	0	0	0	0	0.02	0

Table 3. Association Rules Generated by Supervised and Unsupervised Machine Learning Algorithms

If number of audience is less than or equal to 99 then instances are classified under low interest label. If number of audience is smaller than or equal to 696 then it is medium interest group whereas it is higher than 696 then it indicates high interest
Total number of low interest group distinct play viewers are greater than total number of medium interest group distinct play viewers which is greater than total number of high interest group distinct play viewers
If number of audience is greater than 2819 then it indicates the play name "Hastalık Hastası" with the highest audience number whereas if the number of audience is less than or equal to 1 then it indicates the play "Hayal-i Temsil" with the lowest audience number.
If number of audience is greater than or equal to 3587.5 then it is adult category, If number of audience is greater than or equal to 3504 and less than 3587.5 then it is musical category whereas if If number of audience is greater than or equal to 123.5 and less than 124.5 then it is child category
The most interested category is the adult category which is later followed with musical and child categories
If number of audience is greater than or equal to 3320.5 then it is Harbiye Theatre whereas If number of audience is less than 1.5 then it is Kadiköy Theatre based on the data set used in analysis
The most crowded play took in Harbiye theatre whereas the least crowded audience took place in Kadiköy Theatre
If play category is child then number of audience is 62.85 If play category is adult then number of audience is 63.28 If play category is musical then number of audience is 100.96
In the cluster analysis Adult, Foreign play category, 21.34 audience number, low interest value, Sultangazi Theatre with "Uzlaşma" play are positioned in the first cluster, Musical, Foreign play category, 118.17 audience number, low interest value, Harbiye with "Bak Bizim Şarkımızı Çalıyorlar" play are positioned in the second cluster, Adult, Domestic play category, 62.91 audience number, low interest value, Üsküdar Theatre with "Kahvede Şenlik" play are positioned in the third cluster, Adult, Foreign play category, 154.69 audience number, low interest value, Ümraniye Theatre with "Nora Bir Bebek Evi" play are positioned in the fourth cluster.

In the cluster analysis Adult, Foreign play category, 21.34 audience number, low interest value, Sultangazi Theatre with "Uzlaşma" play are positioned in the first cluster, Musical, Foreign play category, 118.17 audience number, low interest value, Harbiye with "Bak Bizim Şarkımızı Çalıyorlar" play are positioned in the second cluster, Adult, Domestic play category, 62.91 audience number, low interest value, Üsküdar Theatre with "Kahvede Şenlik" play are positioned in the third cluster, Adult, Foreign play category, 154.69 audience number, low interest value, Ümraniye Theatre with "Nora Bir Bebek Evi" play are positioned in the fourth cluster.

Based on the analysis conducted it was found out that, if number of audience is less than or equal to 99 then instances are classified under low interest label. If number of audience is smaller than or equal to 696 then it is medium interest group whereas it is higher than 696 then it indicates high interest. Total number of low interest group distinct play viewers are greater than total number of medium interest group distinct play viewers which is greater than total number of high interest group distinct play viewers. If number of audience is greater than 2819 then it indicates the play name "Hastalık Hastası" with the highest audience number whereas if the number of audience is less than or equal to 1 then it indicates the play "Hayal-i Temsil" with the lowest audience number. If number of audience is greater than or equal to 3587.5 then it is adult category, If number of audience is greater than or equal to 3504 and less than 3587.5 then it is musical category whereas if If number of audience is greater than or equal to 123.5 and less than 124.5 then it is child category. The most interested category is the adult category which is later followed with musical and child categories. If number of audience is greater than or equal to 3320.5 then it is Harbiye Theatre whereas if number of audience is less than 1.5 then it is Kadiköy Theatre based on the data set used in analysis. The most crowded play took in Harbiye theatre whereas the least crowded audience took place in Kadiköy Theatre. If play category is child then number of audience is 62.85. If play category is adult then number of audience is 63.28. If play category is musical then number of audience is 100.96.

In the cluster analysis Adult, Foreign play category, 21.34 audience number, low interest value, Sultangazi Theatre with “Uzlaşma” play are positioned in the first cluster, Musical, Foreign play category, 118.17 audience number, low interest value, Harbiye with “Bak Bizim Şarkımızı Çalıyorlar” play are positioned in the second cluster, Adult, Domestic play category, 62.91 audience number, low interest value, Üsküdar Theatre with “Kahvede Şenlik” play are positioned in the third cluster, Adult, Foreign play category, 154.69 audience number, low interest value, Ümraniye Theatre with “Nora Bir Bebek Evi” play are positioned in the fourth cluster.

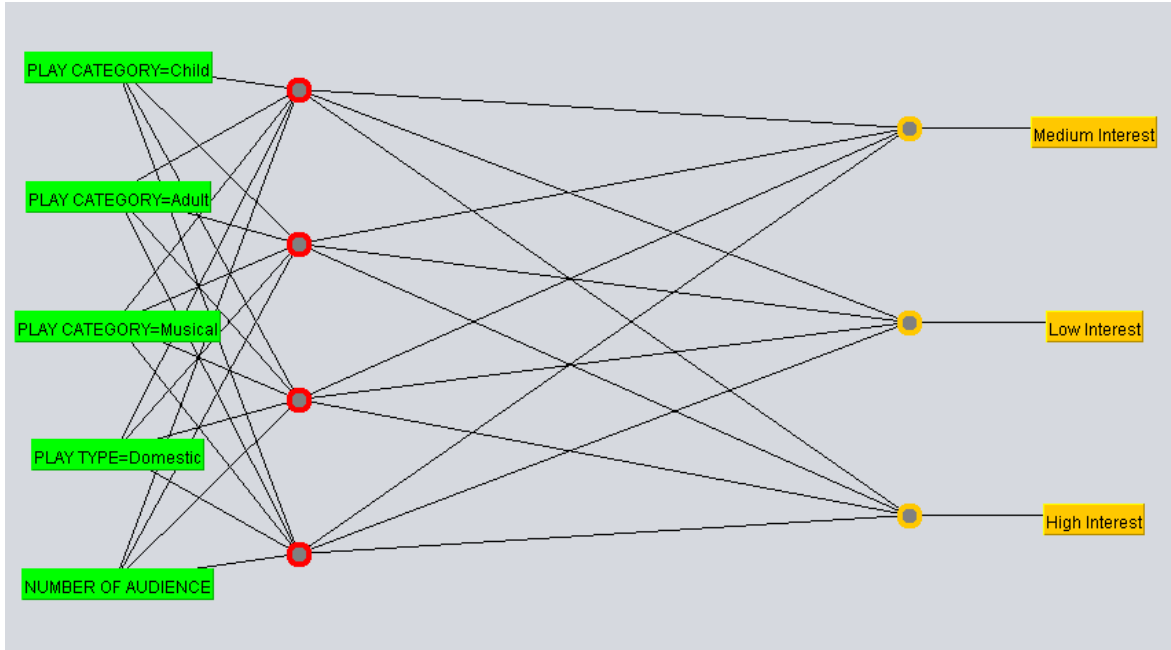


Figure 4. A Neural Network View of the Model Generated (Multi-Layer Perceptron- Interest Rate Indicator is the dependent variable)

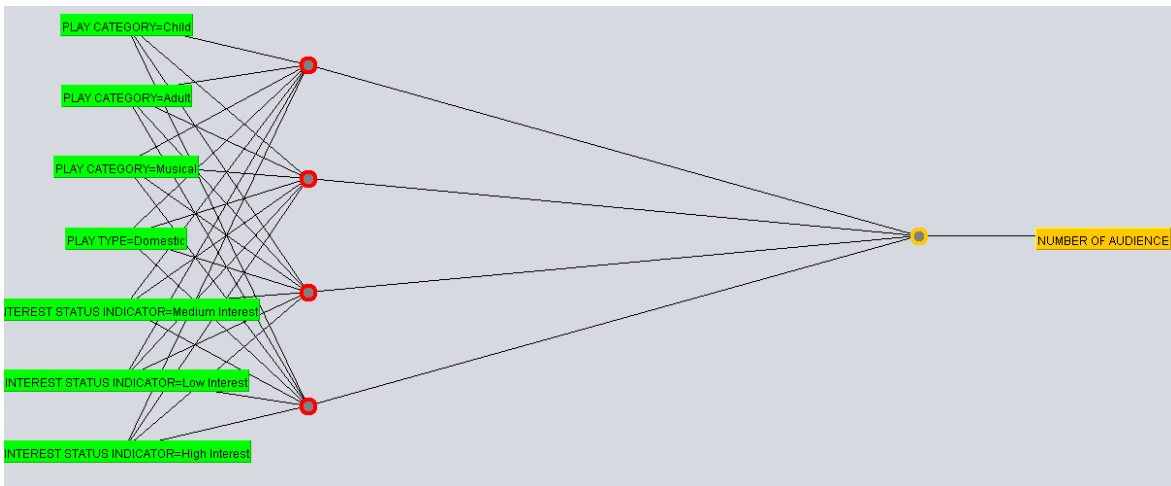


Figure 5. A Neural Network View of the Model Generated (Multi-Layer Perceptron- Number of Audience is the Dependent Variable)

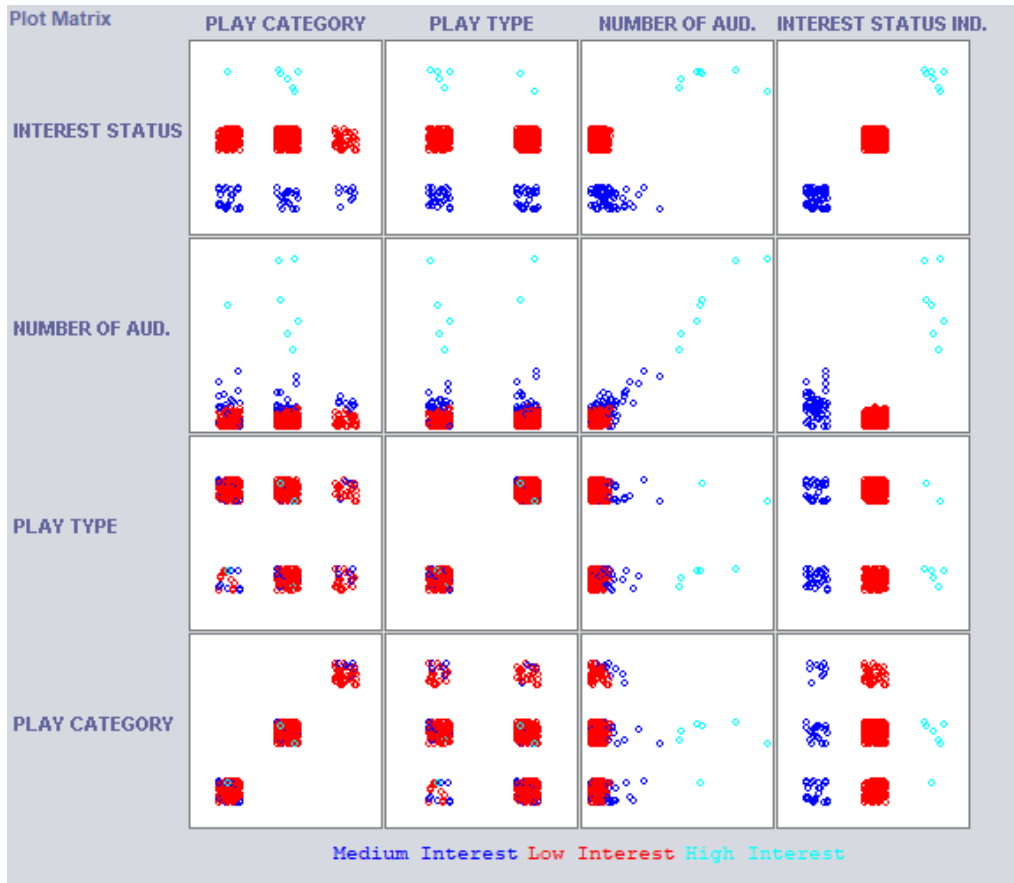


Figure 6. A Plot Matrix View of the Sampling

In the analysis J48, JRip, Part, OneR Method have been the top performing algorithms among other supervised machine learning approaches applied. All techniques generated %100 correct classification rate, 0 RMSE rate and a precision of 1 as the chosen performance metrics and indicators as suggested in literature. To sum up, supervised and unsupervised machine learning algorithms, which are also known as classification and clustering techniques in data mining literature can be used as an effective and efficient tool for knowledge discovery or confirmation in exploratory and confirmatory research designs. These insights may be considered by decision makers and society at large in such problem sets and domains. Based on the input loads, algorithmic design, architecture and performance of the algorithm which can be assessed with approximations, metrics as Big O or Big Ω which are used to assess the efficiency and the computational complexity [46,47,48,49,50,51, 70].

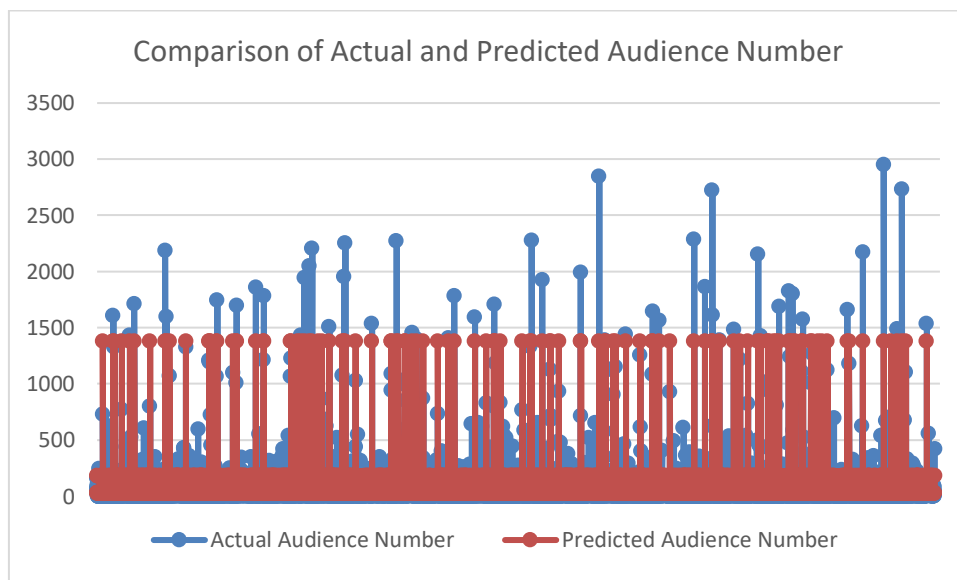


Figure 7. A Comparison of Actual and Predicted Audience Numbers for several plays

3. Discussion and Conclusion

Fine arts education constitutes an important value for the development of nations, countries and geographies. In literature it is seen that societies and nations that give importance to fine arts, other art forms with respective education programs and agendas seem to be more developed in the fierce competitive environments. It is a known fact that art forms enhance the creativity of individuals as well as developing questioning skills and empathy. Therefore cultural plans, programs and agendas handled in the cultural ministry or similar levels should always be considered as a chance for investments made for the development of individuals and society at large. Therefore enough budgets for cultural programs should be maintained. Academic and pre-university degree art programs should be designed and formed in response to the changes and developments in the contemporary art world. Graduates should also be prepared in these programs to the career paths that they want to follow in these areas. Understanding the domain of art marketing as well as implementing marketing strategies, plans, programs in every level in this context can be helpful in enlarging the arts market which means creating more jobs and employment opportunities for more actors and actresses. Qualification of these talents should also be supported with academical or nonacademical artistic education forms. In this study theatres located in Istanbul Municipality and theatre participation behavior has been analyzed with recent machine learning trends and approaches available in data mining literature with the aim of enhancing exploratory and confirmatory understanding in such domains as theater, entertainment and art marketing with the aim of providing some insights and ideas to the arts community, leaders and society at large.

Marketing science has been in the focus of many businesses, industries and sectors for many decades. In this context, marketing scholars and practioners have long worked on building good relationships with the customers applying contemporary, state of the art customer centric marketing approaches. As a result marketing found place and gained popularity in many areas as in goods marketing, services marketing, political marketing, celebrity marketing, entertainment and art marketing. In this study some of the factors associated with the theaters which has known to be one of the most influential forms of arts in human history. In this context theatres located in Istanbul Municipality and theatre participation behavior has been analyzed with recent machine learning trends and approaches available in data mining literature with the aim of enhancing exploratory and confirmatory understanding in such domains as theater, entertainment and art marketing.

Several machine learning techniques of data mining approach revealed that, if number of audience is less than or equal to 99 then instances are classified under low interest label. If number of audience is smaller than or equal to 696 then it is medium interest group whereas it is higher than 696 then it indicates high interest. Total number of low interest group distinct play viewers are greater than total number of medium interest group distinct play viewers which is greater than total number of high interest group distinct play viewers. If number of audience is greater than 2819 then it indicates the play name "Hastalık Hastası" with the highest audience number whereas if the number of audience is less than or equal to 1 then it indicates the play "Hayal-i Temsil" with the lowest audience number. If number of audience is greater than or equal to 3587.5 then it is adult category, If number of audience is greater than or equal to 3504 and less than 3587.5 then it is musical category whereas if If number of audience is greater than or equal to 123.5 and less than 124.5 then it is child category. The most interested category is the adult category which is later followed with musical and child categories. If number of audience is greater than or equal to 3320.5 then it is Harbiye Theatre whereas if number of audience is less than 1.5 then it is Kadıköy Theatre based on the data set used in analysis. The most crowded play took in Harbiye theatre whereas the least crowded audience took place in Kadıköy Theatre. If play category is child then number of audience is 62.85. If play category is adult then number of audience is 63.28. If play category is musical then number of audience is 100.96. In the cluster analysis Adult, Foreign play category, 21.34 audience number, low interest value, Sultangazi Theatre with "Uzlaşma" play are positioned in the first cluster, Musical, Foreign play category, 118.17 audience number, low interest value, Harbiye with "Bak Bizim Şarkımızı Çalıyorlar" play are positioned in the second cluster, Adult, Domestic play category, 62.91 audience number, low interest value, Üsküdar Theatre with "Kahvede Şenlik" play are positioned in the third cluster, Adult, Foreign play category, 154.69 audience number, low interest value, Ümraniye Theatre with "Nora Bir Bebek Evi" play are positioned in the fourth cluster.

In the analysis J48, JRip, Part, OneR Method have been the top performing algorithms among other supervised machine learning approaches applied. All techniques generated %100 correct classification rate, 0 RMSE rate and a precision of 1 as the chosen performance metrics and indicators as suggested in literature. To sum up, supervised and unsupervised machine learning algorithms, which are also known as classification and clustering techniques in data mining literature can be used as an effective and efficient tool for knowledge discovery or confirmation in exploratory and confirmatory research designs. These insights may be considered by decision makers and society at large in such problem sets and domains. Based on the input loads, algorithmic design, architecture and performance of the algorithm which can be assessed with approximations, metrics as Big O or Big Ω which are used to assess the efficiency and the computational complexity.

References

- [1] <https://library.harvard.edu/collections/harvard-theatre-collection>
- [2] <https://plato.stanford.edu/entries/theater/>
- [3] <https://www.gsb.stanford.edu/insights/why-does-movie-popcorn-cost-so-much>
- [4] <https://arts.stanford.edu/directory/theater-performance/>
- [5] https://en.wikipedia.org/wiki/Theatres_Act_1968
- [6] https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_theatre
- [7] <https://www.timeout.com/newyork/theater/best-plays-of-all-time>
- [8] Goldstein R.J. (1989) Political Censorship of the Theatre. In: Political Censorship of the Arts and the Press in Nineteenth-Century Europe. Palgrave Macmillan, London. https://doi.org/10.1007/978-1-349-20128-0_4
- [9] Tamarchenko A. Theatre Censorship. Index on Censorship. 1980;9(4):23-28.
- [10] Moise, Daniel & Bogdan, Georgescu & Daniel, Zgură. (2012). The Use of Event Marketing Management Strategies. Procedia - Social and Behavioral Sciences. 46. 10.1016/j.sbspro.2012.06.448.
- [11] Hackley, Chris & Hackley, Rungpaka Amy. (2006). Entertainment Marketing and Experiential Consumption. Journal of Marketing Communications. 12. 63-75. 10.1080/13527260500358608.
- [12] Foutz, Natasha. (2017). Entertainment Marketing. Foundations and Trends® in Marketing. 10. 215-333. 10.1561/17000000049.
- [13] Ulker-Demirel, Elif & Akyol, Ayşe & Şimşek, Gülhayat. (2018). Marketing and consumption of art products: The movie industry. Arts and the Market. 8. 00-00. 10.1108/AAM-06-2017-0011.
- [14] Nasir, Suphan & Öcal, Figen. (2016). Film Marketing: The Impact of Publicity Activities on Demand Generation. 10.4018/978-1-5225-0143-5.ch019.
- [15] Horvath, Adam & Gyenge, Balázs. (2020). Service Marketing Analysis Of Movies As Unique Service-Products. SocioEconomic Challenges. 4. 44-55. 10.21272/sec.4(2).44-55.2020.
- [16] Kerrigan, Finola & Fraser, Peter & Ozbilgin, Mustafa. (2007). Arts Marketing. 10.4324/9780080472058.
- [17] Lee, Jin Woo & Lee, Soo Hee. (2017). "Marketing from the Art World": A Critical Review of American Research in Arts Marketing. The Journal of Arts Management Law and Society. 47. 17-33. 10.1080/10632921.2016.1274698.
- [18] <https://hbr.org/2021/01/will-movie-theaters-survive-when-audiences-can-stream-new-releases>
- [19] <https://www.independent.co.uk/arts-entertainment/films/features/40-greatest-best-plays-ever-written-theatre-drama-scripts-shakespeare-a8778031.html>
- [20] <https://www.ranker.com/list/best-playwrights-ever/ranker-books>
- [21] <https://www.hbs.edu/faculty/research/publications/Pages/default.aspx?q=Film%20Entertainment>
- [22] <https://www.hbs.edu/faculty/research/publications/Pages/default.aspx?q=Hollywood>
- [23] <https://hbr.org/2013/03/advertising-is-an-art-and-a-science>
- [24] <https://www.hbs.edu/faculty/research/publications/Pages/default.aspx?q=Arts%20Marketing>
- [25] Blackmore, K., Bossomaier, T., 2002. Comparison of See5 and J48.PART algorithms for missing persons profiling. International Conference on Information Technology and Applications

- [26] Frank E. and Witten I.H. (1998). Generating Accurate Rule Sets Without Global Optimization. In Shavlik, J., ed., *Machine Learning: Proceedings of the Fifteenth International Conference*, Morgan Kaufmann Publishers.
- [27] Frank E. and Witten I.H. (2000). *Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques with Java Implementations*. Morgan Kaufmann Publishers: San Francisco, CA.
- [28] Lemeshow S., Hosmer D.W., Klar J. & Lwanga S.K., 1990. *Adequacy of sample size in health studies*. Chichester: John Wiley and Sons.
- [29] <https://pubs.niaaa.nih.gov/publications/aa72/aa72.htm>
- [30] Ramchoun, H. r., Idrissi, M. m., Ghanou, Y. y., & Ettaouil, M. m. (2017). New Modeling of Multilayer Perceptron Architecture Optimization with Regularization: An Application to Pattern Classification. *IAENG International Journal of Computer Science*, 44(3), 261-269.
- [31] Rosenblatt, F., & Cornell Aeronautical Laboratory. (1958). *The perceptron: A theory of statistical separability in cognitive systems (Project Para)*. Buffalo, N.Y: Cornell Aeronautical Laboratory.
- [32] Shearer, C., 2000 The CRISP-DM model: the new blueprint for data mining. *Journal of Data Warehousing*, 5, 13-22.
- [33] Simoudis, E. (1996). Reality Check for Data Mining. *IEEE EXPERT*, 11(5), pp.26-33
- [34] Cohen, W. (1995). Fast effective rule induction. In A. Prieditis and S. Russell (eds.), *Proceedings of the 12th International Conference on Machine Learning*, Lake Tahoe, CA, pp.115-123.
- [35] Saravanan, N., Gayathri V., 2018. Performance and classification evaluation of J48 algorithm and Kendall's based J48 algorithm (KNJ48). *International Journal of Computer Trends and Technology*
- [36] Sasaki M., Kita K., 1998. Rule based text categorization using hierarchical categories, *IEEE*
- [37] Edmondson, Amy C., and Tiona Zuzul. "Quantitative and Qualitative Methods in Organizational Research." In *The Palgrave Encyclopedia of Strategic Management*. Continuously updated edition, edited by Mie Augier and David J. Teece. Palgrave Macmillan, 2017. Electronic. (Pre-published, October 2013.)
- [38] Taniguchi M., Haft M., Hollm'en J., and Tresp V. (1998). Fraud detection in communications networks using neural and probabilistic methods. In *Proceedings of the 1998 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP'98)*, Volume II, pp. 1241-1244.
- [39] Venkatesan, E. V., 2015. Performance Analysis of Decision Tree Algorithms for Breast Cancer Classification. *Indian Journal of Science and Technology*.
- [40] Ławrynowicz, A., Tresp, V., 2014. *Introducing Machine Learning. Perspectives on Ontology Learning*. AKA Heidelberg /IOS Press.
- [41] Thomas, M., 2012. Root Mean Square Error Compared to, and Contrasted with, Standard Deviation. *Surveying and Land Information Science*, 72.
- [42] Ławrynowicz, A., Tresp, V., 2014. *Introducing Machine Learning. Perspectives on Ontology Learning*. AKA Heidelberg /IOS Press.
- [43] Thomas, M., 2012. Root Mean Square Error Compared to, and Contrasted with, Standard Deviation. *Surveying and Land Information Science*, 72.
- [44] <https://plato.stanford.edu/entries/aristotle-logic/>
- [45] Ajzen, I. & Fishbein, M., 1980. *Understanding attitudes and predicting social behaviour*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall
- [46] Yavuz Ö., 2019, A data mining approach for desire and intention to participate in virtual communities. *International Journal of Electrical and Computer Engineering*, 9(5).

- [47] Karahoca D., Karahoca A., Yavuz Ö., 2013. An early warning system approach for the identification of currency crises with data mining techniques. *Neural Computing and Applications*, 23(7-8)
- [48] Yavuz, Ö., 2018. *Marketing Implications Of Participative Behavior In Virtual Communities*, Bahcesehir University Graduate School of Social Sciences, Management-Marketing Program, Istanbul
- [49] Yavuz, Ö., 2009. An early warning system approach for the identification of currency crises, Bahcesehir University Graduate School of Sciences, Computer Engineering Graduate Program, Istanbul
- [50] Yavuz, Ö. (2021). A Public Perceptions Analysis With Data Mining Algorithms, 2. International “Başkent” Congress On Physical, Social and Health Sciences, Ankara
- [51] Yavuz, Ö. (2021). A Data Mining Analysis of Coronavirus Cases and Vaccinations in The City of London. Astana, Ankara.
- [52] Kotler, Philip. *Principles of Marketing*. Englewood Cliffs, N.J. :Prentice Hall, 1991.
- [53] Kotler, Philip. *Marketing Management*. Upper Saddle River, N.J. :Prentice Hall, 2000.
- [54] Halldórsdóttir, S. (2000). The Vancouver School of doing Phenomenology. In: Fridlund, B. and Hildingh, C. (eds.) *Qualitative research methods in the service of health*. Lund: Studentlitteratur, pp. 47-84.
- [55] Smith, J.D.. (2012). *Single-Case Experimental Designs: A Systematic Review of Published Research and Current Standards*. *Psychological Methods*. 10.1037/a0029312.
- [56] Olsen, Wendy. (2004). Triangulation in social research: Qualitative and quantitative methods can really be mixed. *Developments in sociology*. 20. 103–118.
- [57] Kuluchumila, Revocatus. (2018). *Researching Education leadership in Tanzanian Secondary Schools*.
- [58] Rasmussen, C. E.; Williams, C. K. I. *Gaussian Processes for Machine Learning (Adaptive Computation and Machine Learning)*; The MIT Press: 2005.
- [59] <http://old.opentox.org/dev/documentation/components/gaussianregressions>
- [60] https://en.wikipedia.org/wiki/Gaussian_process
- [61] Malhotra, Naresh K. *Marketing Research: An Applied Orientation*. Upper Saddle River, NJ: Pearson/Prentice Hall, 2007.
- [62] <https://towardsdatascience.com/entropy-how-decision-trees-make-decisions-2946b9c18c8>
- [63] https://en.wikipedia.org/wiki/Feedforward_neural_network
- [64] <https://en.wikipedia.org/wiki/Backpropagation>
- [65] <https://brilliant.org/wiki/backpropagation/>
- [66] https://en.wikipedia.org/wiki/Loss_function
- [67] https://en.wikipedia.org/wiki/Error_function
- [68] https://en.wikipedia.org/wiki/Gradient_descent
- [69] Bryman, A. (2008). *Social Research Methods*. New York: Oxford University Press.
- [70] https://cs50.harvard.edu/ap/2020/assets/pdfs/computational_complexity.pdf

A Classification and Clustering Approach Using Data Mining Techniques in Analyzing Gastrointestinal Tract

Özerk Yavuz^{a,1}

^{a,1}Haliç University, İstanbul 34445, Turkey
ORCID ID: 0000-0002-1371-688X

Abstract

In having a healthy life, right nutrition with a life style balanced with exercise constitutes and important value. This is mainly important for bodily functions that are provided by organs and systems of the body which is also valid for our digestion and excretion systems. In having a healthy life right nutrition with a life style balanced with exercise constitutes and important value. Digestion is one of the main functions of human metabolism that starts in mouth with mechanical and chemical reactions and ends with the expulsion of digestive residues from the anus, following the large intestine. Many hormones and enzymes have influence in the digestion of carbohydrates, proteins and fats in the metabolism. With the key and luck structures that enzymes have and with the hormonal homeostasis that the metabolism have processing of different monomer and polimer structures are being handles. After the absorbtion of digested food contents in duodenum and small intestine. Digestive residues are expelled from the anus, following the large intestine. If there is a malfunction in some part of the digestive system or characteristics of the food taken some digestive and excretion problems may occur. Some of these most known problems are constipation and hemorrhoids. In this phenomonological, single case study, some of the factors that have influence in defecation with development of constipation and hemorrhoids investigated with the aim of enhancing exploratory and confirmatory understanding for medical specialists and society at large.

Keywords: “Hemorrhoids, Constipation, Eating Habits, Healthy Lifestyle, Clustering, Classification, Data Mining, Machine Learning, Quantitative Analysis, Supervised Learning, Unsupervised Learning”

1. Introduction

“Benefitting from Science is important in preserving our health and live” -**Dr. Özerk Yavuz**

“Make a habit of two things: to help; or at least to do no harm.” -**Hippocrates**

“Let food be thy medicine and medicine be thy food.” - **Hippocrates**

“A healthy outside starts from the inside.” -**Robert Urich**

“Happiness depends upon ourselves.” -**Aristotle**

In having a healthy life, right nutrition with a life style balanced with exercise constitutes and important value. This is mainly important for bodily functions that are provided by organs and systems of the body which is also valid for our digestion and excretion systems. Digestion is one of the main functions of human metabolism that starts in mouth with mechanical and chemical reactions and ends with the expulsion of digestive residues from the anus, following the large intestine. Many hormones and enzymes have influence in the digestion of carbohydrates, proteins and fats in the metabolism. With the key and luck structures that enzymes have and with the hormonal homeostasis that the metabolism have processing of different monomer and polimer structures are being handles. After the absorbtion of digested food contents in duodenum and small intestine. Digestive residues are expelled from the anus, following the large intestine which is called excretion. If there is a malfunction in some part of the digestive system or characteristics of the food taken some digestive and excretion problems may occur. Some of these most known problems are constipation and hemorrhoids. There are two types of hemorrhoids which are internal and external. In some cases hemorrhagation can occur. All forms of acute constipation and hemorrhoids should be taken serious and nearest medical practioner and health facility should be visited for the right treatment to be taken. A life style change for a preventive integrated treatment is usually advised. In managing the risks constipation and hemmorrhoids management plans should be followed as suggested and in consultation with the medical practioners. In this phenomonological, single case study, some of the factors that have influence in

¹ Sorumlu Yazar. Tel.: +90-212-924-2444.

E-posta adresi: ozerkyavuz@halic.edu.tr

defecation with development of constipation and hemorrhoids investigated with the aim of enhancing exploratory and confirmatory understanding for medical specialists and society at large [1,2,3,4,5].

Digestion can be in the form of mechanical with the help of the teeth and chemical with the help of digestive enzymes as α -amylase, sucrase, maltase, lactase, α -dextrinase, pepsin, lipase, pancreatic lipase, cholesterol ester hydrolase, phospholipase A₂, HCL, Bicarbonate [1,2,3,4,5]. In the digestive process digestion refers to the breakdown of food to its monomers and elements from more complex polymer forms whereas absorption refers to the absorption of nutrients digested up to their monomers in the relevant organs and mixing into the blood. The villi capillaries on the inner surface of the small intestine are specialized in this work. The digestive residues left behind from the nutrients that are then digested and passed into the blood are thrown out of the anus by following the large intestine path. In this case, when the consistency and hardness of the stool is not in the desired form, the inner surface of the intestine can be damaged. Again, when combined with syndromes such as intestinal laziness, this may cause chronic constipation cases in patients. As cited in literature there are several factors that can be useful in preventing, controlling constipation and hemorrhoid cases. These can be counted as plenty of fluid consumption, active lifestyle balanced with sports, consumption of fibrous foods, use of appropriate amount of olive oil, avoidance of caffeine consumption, avoidance of toilet delay behavior [1,2,3,4,5]. Constipation and hemorrhoid cases can lead to severe consequences therefore preventive control measures and life style choices can be helpful in preventing such medical conditions [6,7,8,9,10]. In this research a data mining approach for the understanding of antecedents of constipation and hemorrhoids have been analysed in order to gain insights. Supervised machine learning and unsupervised machine learning types can be used in understanding different phenomena in medical sciences. Data mining is defined as a methodological approach in the analysis of quantitative data as indicated in the literature. The data mining process is formed of a set of structured steps that make up the data mining research process and methodology [51,52,53,54,55,56].

The data mining approach can be viewed as a systematic and structured investigative process that focuses on situation analysis, data collection, model building, and model testing. The ideas and insights uncovered from these analyzes can be used as a starting point for decision making by leaders, the scientific community, and society as a whole. Machine learning technique, which is a famous approach in quantitative research methodologies based on data mining, is a form of machine learning. This learning process is usually triggered and activated by anticipatory (feed forward) approaches which are then followed by backward propagation processes which aims to minimize the cost functions in a stochastic manner. Using the mapping functions, the input layers of the model are mapped to the output layer taking into account the independent dependent values. The functions and equations involved in this mapping are calculated. Subsequently, in many ways, the rules generated with the lowest error rate measured by respective entropy values are generated. As in gradient descent forms the lowest cost for the respective variable weights are searched. The equation with the slope which is zero in local minimum or global minimum, that is also the derivative of the cost in the reverse parabolic cost weight diagram is presented as the main association rule. This value can also be calculated by finding the tangent of that point which can be calculated by dividing edge looking to the angle (opposing edge) to adjacent edge in a triangular form [68,69,70,71]. In order to reach to the point with the slope zero which is the intersection of the lowest weight and respective weight value meaning lowest cost in the function at this point is steep to the weight, an iterative traversal is necessary in the opposite direction of the gradient. In this manner rules that provide the closest proximity to the actual results are selected and presented as distinctive association rules. To assess this, a stochastic backpropagation technique is used in many respects [68,69,70,71].

In machine learning two forms of learning driven by data sets are available. Supervised learning and unsupervised learning are two forms in this context. Supervised learning is a form of classification approach in which input and output layer mappings are made with transform functions, with the goal of discovering rules and information. In this type of machine learning, a general stochastic backpropagation technique is used. In the mapping process, the independent multivariate variables are assigned to the respective class labels which are considered as dependent variables in the output layer. Starting from the initial labeling of dependent values in the form of the nominal value technique, this type of machine learning is called supervised machine learning. On the other hand, in unsupervised machine learning, multiple attributes from different instances are assigned to the respective clusters with respective values without the requirement of an initial class label declaration. In this form of machine learning, various mathematical and statistical functions are applied which use heuristics in many cases. In most clustering analyzes, also known as unsupervised machine learning, centroid values are calculated for each independent group and associated attribute values are assigned to the group for multiple instances of the dataset with an emphasis on similarity and maximization of convergence in the same group on the other hand divergence, maximization of differences with other cluster members who have other centroid values are preferred for effective and efficient categorization. Multilayer Perceptron, Bayesian Networks, Hoeffding Tree, Random Tree, Kmeans, Make density based clusterer, Hierarchical Clusterer, Filtered Clusterer, Farthest First, Expectation Maximization, Cobweb, Canopy, J48, JRip, Part, OneR, ZeroR, M5Rules, Decision Table, Decision Stump, Random Forest, Random Tree Method are among the most cited supervised and unsupervised machine learning techniques using different classification and clustering approaches in the literature. The use of machine learning from data mining can provide exploratory and confirmatory understanding of the phenomena in question and can provide in-depth insight and understanding with the option of knowledge discovery, prediction or forecasting that it offers [51, 52, 53,54, 55, 56].

2. Research Method

In this research initially, the understanding and analysis of the problem domain in literature is completed, this is later followed by the review and pre-processing of the data. Subsequently, a conceptual framework and model is developed following the literature review and analysis approaches, model testing is performed with supervised and unsupervised versions of machine learning approaches. Finally, the results of the planned analysis are evaluated [46,47,48,49,50,51,61,69]. In this paper a quantitative research paradigm is used. The paradigms of quantitative research, aim to explore the phenomena in the application of deductive techniques. They have a positivist and objectivist orientation of epistemology and ontology. Quantitative data is a type of structured knowledge that can be collected using a variety of approaches in the form of primary data sources and secondary data sources. Conventional and unconventional forms of data collection techniques can be applied via sensor measurements as input, as end user data entry as input, via web services, internet of Things, paper-administered surveys, online surveys, etc. [51,52,53,54,55,56].

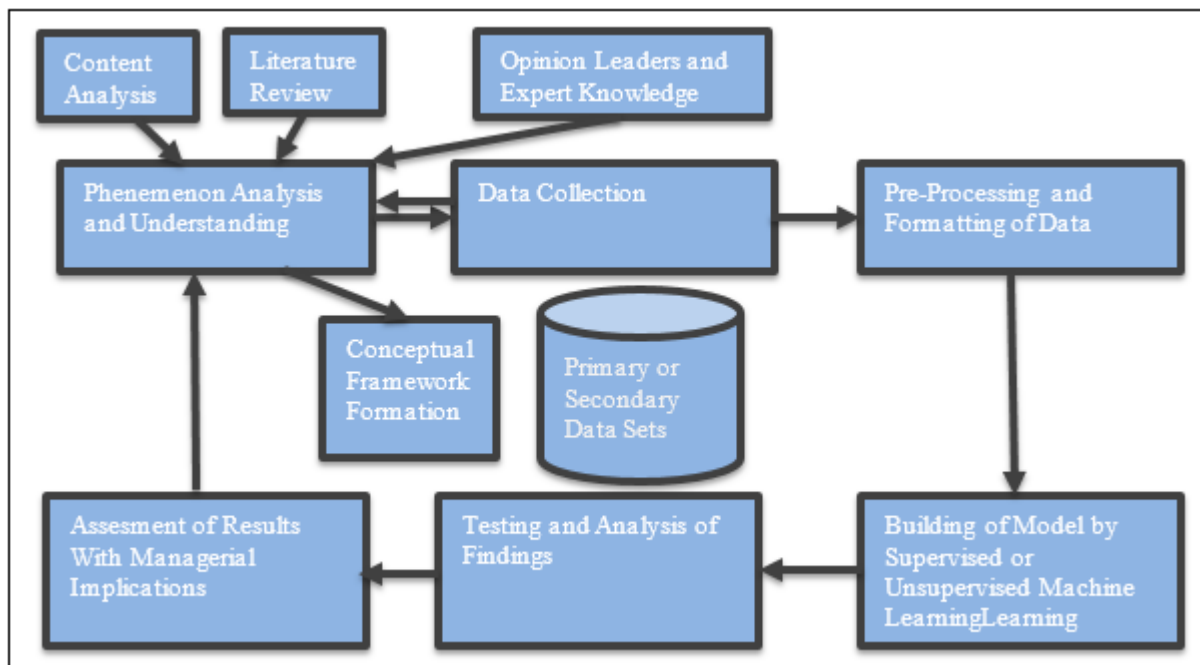


Figure 1. Athena Data Mining Model (Prepared by the Researcher)

In data mining process Athena data mining model of Özerk has been employed as seen in Figure 1. In the analysis conducted Multilayer Perceptron, Bayesian Networks, Hoeffding Tree, Random Tree, Kmeans, Make density based clusterer, Hierarchical Clusterer, Filtered Clusterer, Farthest First, Expectation Maximization, Cobweb, Canopy, J48, JRip, Part, OneR, ZeroR, M5Rules, Decision Table, Decision Stump, Random Forest, Random Tree Methods have been applied for the machine learning. Among these algorithms unsupervised machine learning algorithms here assesses the instance values and assigns these independent values to the respective segment clusters whereas supervised machine learning algorithms mainly focuses on mapping the multivariate variables in input layers to class labels in output layers with transformation and mapping functions. Additionally class based metrics are evaluated and associated rules are generated in an reinforced fashion some applying forward feeding and backpropagation approaches based on the algorithmic designs and architectures [51,52,53,54,55,56]. Also prediction focused machine learning functions are also involved in input-output transformation processes which generates the predicted values for the respective variables and attributes [51,52,53,54,55,56]. Depending on the algorithmic design, algorithmic architecture, complexity of the algorithms these algorithms can generate different results for similar, same or distinct problem sets [51,52,53,54,55,56]. For the same data set with the same parameters performance indicators of the algorithms have been assessed and evaluated. The best performing algorithm for this problem domain with respective data set and parameters has been discovered with the analysis conducted. Knowledge patterns and rules found out have been interpreted and listed. For supervised machine learning approach Niagara Falls machine learning model as in Figure 2 is followed. For unsupervised machine learning approach Manavgat Falls unsupervised machine learning model has been employed as in Figure 3.

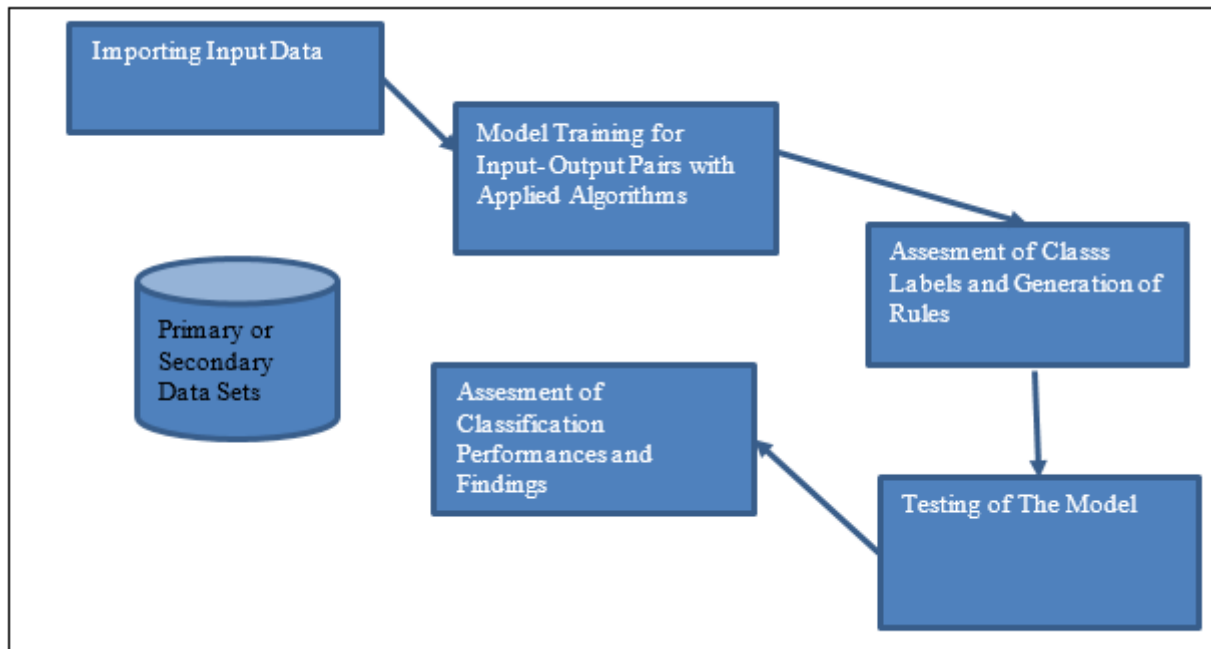


Figure 2. Niagara Falls Machine Learning Flow of Supervised Learning (Prepared by the Researcher)

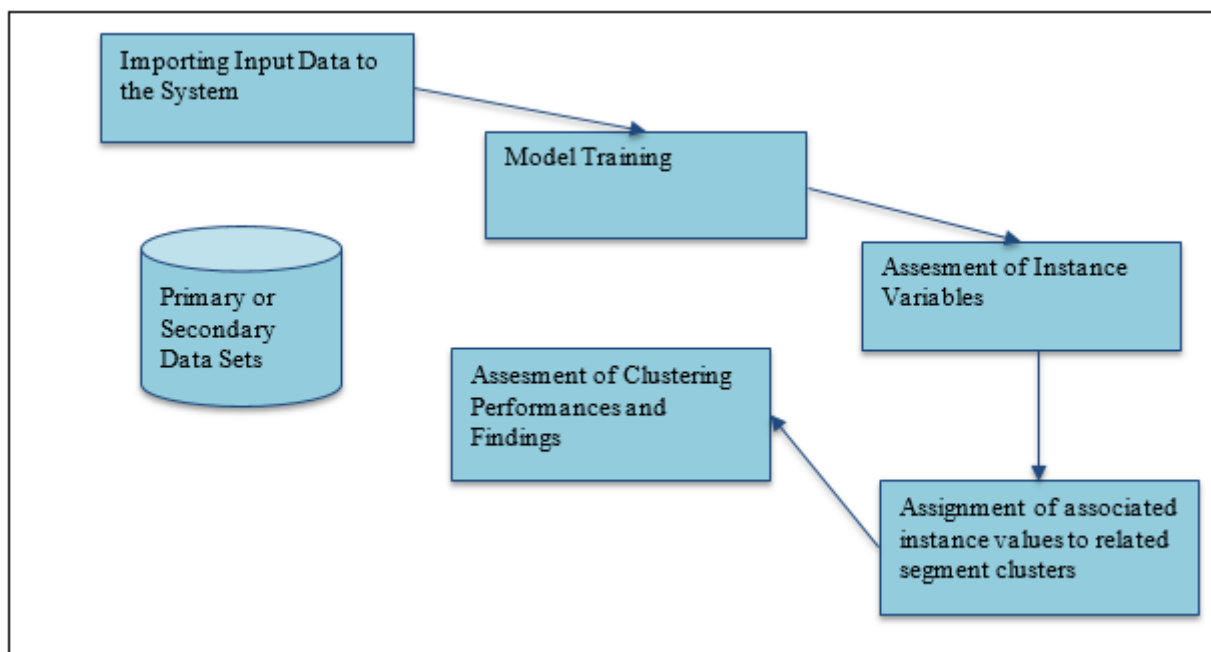


Figure 3. Manavgat Falls Unsupervised Machine Learning Algorithm Flow Composed of Model Building and Testing (Prepared by the Researcher)

In the data gathering process a quantitative data set from a paper administered survey design has been used composed of variables, Fruit-Vegetable Portion Consumed, Portions of Milk Consumed, Walking Status Indicator, Portions of Coffee Consumed, Portions of Tea Consumed, Yoghurt Consumption Indicator, Defecation Status Indicator, Hemoroid Status Indicator. As the research paradigm phenomenological single case study design has been preferred. For the data analysis a quantitative data set composed of variables listed below is used employing classification and clustering approaches of supervised, machine learning techniques available in literature.

Table 1. List of Variables Used in Analysis

Variable Name	Variable Type
Fruit-Vegetable Portion Consumed	Numeric
Portions of Milk Consumed	Numeric
Walking Status Indicator	Nominal
Portions of Coffee Consumed	Numeric
Portions of Tea Consumed	Numeric
Yoghurt Consumption Indicator	Nominal
Defecation Status Indicator	Nominal
Hemoroid Status Indicator	Nominal

In data mining analysis, the rules of association, predictive knowledge with insights have been discovered using classification and clustering algorithms for the relevant domain and problem set. In these approaches, the input-output mapping functions are used to create association rules that correspond the outer layer projection from inner layers. In some, feed forward and backward propagation techniques have been applied. The relevant rules with the lowest error rate (entropy) have been presented as the main rules discovered with the analysis conducted [51,52,53,54,55,56].

As reported by Özerk, many data mining processes today employ a technical approach to supervised learning in which independent or multivariate indicators and variables are assigned to output class labels using mapping functions. In unsupervised versions of data mining and machine learning, the fundamental values of each group (focal points, centroids) are calculated, the sample and the corresponding characteristic values are assigned to the respective groups in order to maximize convergence and minimize differences in the same group while divergence is expected among members of different groups. In the supervised and unsupervised machine learning process, rules are created to improve the exploratory and confirmatory understanding of the phenomenon [51,52,53,54,55,56]. In this context, an Aristotelian research design path can offer several advantages in understanding these phenomena and can be a good decision support tool for key business leaders, political leaders, and society as a whole.

In the applied analysis, same input load was tested with the same parameters using machine learning algorithms, Bayesian Networks, PART, J48, Multilayer Perceptron, Hoeffding Tree and Voted Perceptron. In the analysis University of Waikato's Weka data mining package, with a wide variety of supervised and unsupervised machine learning algorithms has been used. Then the key performance indicators of the classifications and clusterings were compared and evaluated. During the analysis, 10 fold cross validation method has been used in model training and testing. Based on the performance metrics associated with data mining analysis, a high-performing algorithm was selected that can be used for such areas and problem sets to gain additional information and insights. For this, the mean square of the error, accuracy (precision), coefficient of correct classification and coefficient of misclassification were used [51,52,53,54,55,56]. The rules and performance indicator values calculated are shown in Tables 2 and 3.

Table 2. Performance Estimations of machine learning algorithms

Machine Learning Method	RMSE	Key Performance Indicators		
		Precision	% Correctly Classified	% Misclassified
Bayesian networks	0.26	N/A	94.11	5.88
PART	0.25	N/A	94.11	5.88
J48	0.25	N/A	94.11	5.88
Multilayer Perceptron	0.37	0.87	76.47	23.52
Hoeffding Tree	0.34	0.88	88.23	11.76
Voted Perceptron	0.24	N/A	94.11	5.88

Table 3. Association rules generated by supervised and unsupervised machine learning algorithms

I.	Fruit-vegetable consumed with a value of 0, milk consumption value of 0.57, walking status indicator with a value of 0.71, coffee consumption with a value of 1.4, tea consumption with a value of 1.4, yoghurt consumption with a value of yes, defecation status indicator with a value of no and hemorrhoids status indicator with a value of no are grouped in first cluster whereas Fruit-vegetable consumed with a value of 2, milk Consumption value of 0.5, walking status indicator with a value of 0.6, coffee consumption with a value of 2.8, tea consumption with a value of 1, yoghurt consumption with a value of yes, defecation status indicator with a value of yes and hemorrhoids status indicator with a value of no are grouped in second cluster
II.	If Defecation Status Indicator is equal to yes then there is no hemorrhoids
III.	If there is no hemorrhoids, if Fruit Vegetable Portion Consumed is less than 1 then there is no Defecation whereas if Fruit Vegetable Portion Consumed is greater than or equal to 1 then there is healthy defecation
IV.	If Hemoroid Status Indicator is equal to yes then there is no healthy defecation
V.	If Hemoroid Status Indicator is equal to no and Milk Consumed is greater than or equal to 1 then defecation status indicator is yes
VI.	If Hemoroid Status Indicator is equal to no and Coffee Consumed is greater than or equal to 2.5 then defecation status indicator is yes
VII.	If Fruit Vegetable Portion Consumed less than or equal to 0 then defecation status indicator is no
VIII.	If Fruit Vegetable Portion Consumed is greater than 0 then defecation status indicator is yes
IX.	Moderate levels of tea and coffee consumption with 2 portions of fruit and vegetable daily did not lead to a negative influence on defecation status which may lead to a hemorrhoids if not treated
X.	Analysis results revealed that for a healthy defecation status, consumption of 2 portions of fruit-vegetable daily may make a positive impact
XI.	It was understood that when moderate levels of coffee and tea consumption is balanced with a fiber rich diet composed of fruit-vegetable portions (2 portions), healthy defecations is likely to be expected which would be prevental for an hemorrhoids to occur

Analysis revealed that, fruit-vegetable consumed with a value of 0, milk consumption value of 0.57, walking status indicator with a value of 0.71, coffee consumption with a value of 1.4, tea consumption with a value of 1.4, yoghurt consumption with a value of yes, defecation status indicator with a value of no and hemorrhoids status indicator with a value of no are grouped in first cluster whereas Fruit-vegetable consumed with a value of 2, milk Consumption value of 0.5, walking status indicator with a value of 0.6, coffee consumption with a value of 2.8, tea consumption with a value of 1, yoghurt consumption with a value of yes, defecation status indicator with a value of yes and hemorrhoids status indicator with a value of no are grouped in second cluster. If Defecation Status Indicator is equal to yes then there is no hemorrhoids. If there is no hemorrhoids, if Fruit Vegetable Portion Consumed is less than 1 then there is no Defecation whereas if Fruit Vegetable Portion Consumed is greater than or equal to 1 then there is healthy defecation. If Hemoroid Status Indicator is equal to yes then there is no healthy defecation. If Hemoroid Status Indicator is equal to no and Milk Consumed is greater than or equal to 1 then defecation status indicator is yes. If Hemoroid Status Indicator is equal to no and Coffee Consumed is greater than or equal to 2.5 then defecation status indicator is yes. If Fruit Vegetable Portion Consumed is less than or equal to 0 then defecation status indicator is no. If Fruit Vegetable Portion Consumed is greater than 0 then defecation status indicator is yes. Moderate levels of tea and coffee consumption with 2 portions of fruit and vegetable daily did not lead to a negative influence on defecation status which may lead to a hemorrhoids if not treated. In the analysis conducted it was found out that for a healthy defecation status, consumption of 2 portions of fruit-vegetable daily may make a positive impact. It was understood that when moderate levels of coffee and tea consumption is balanced with a fiber rich diet composed of fruit-vegetable portions (2 portions), healthy defecations is likely to be expected which would be prevental for an hemorrhoids to occur.

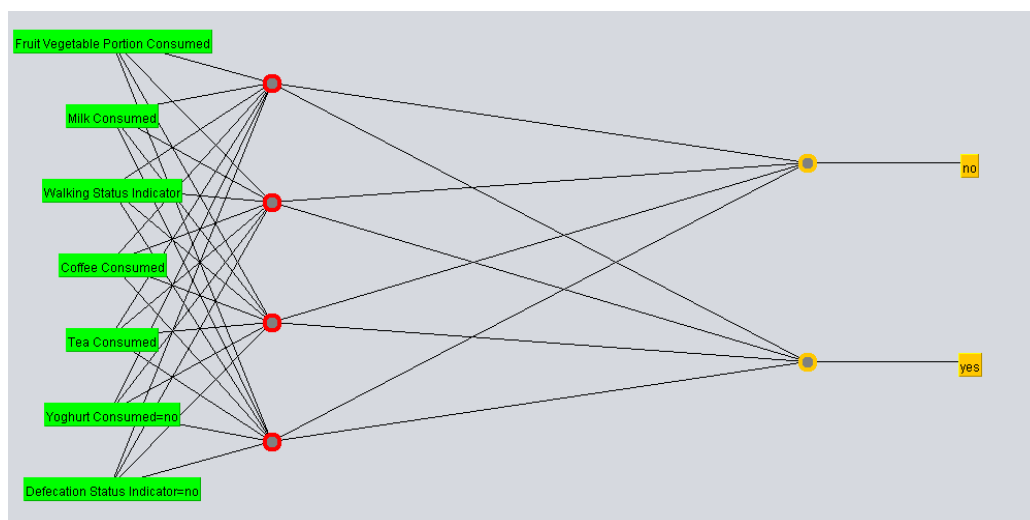


Figure 4. A neural network view of the generated model (multilayer perceptron: hemorrhoids status indicator is the dependent variable)

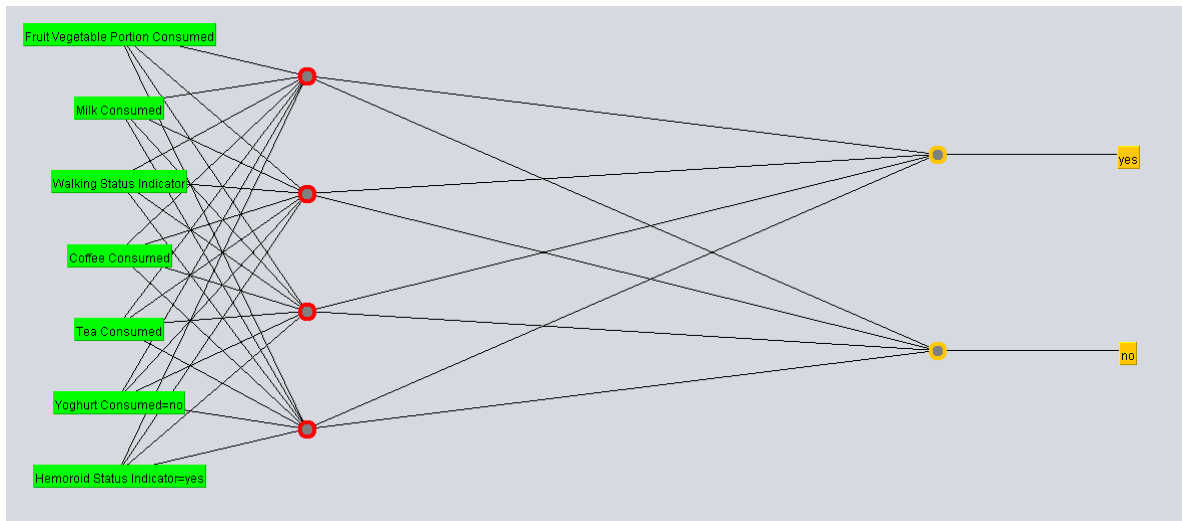


Figure 5. A neural network view of the generated model (multilayer perceptron: defecation status indicator is the dependent variable)

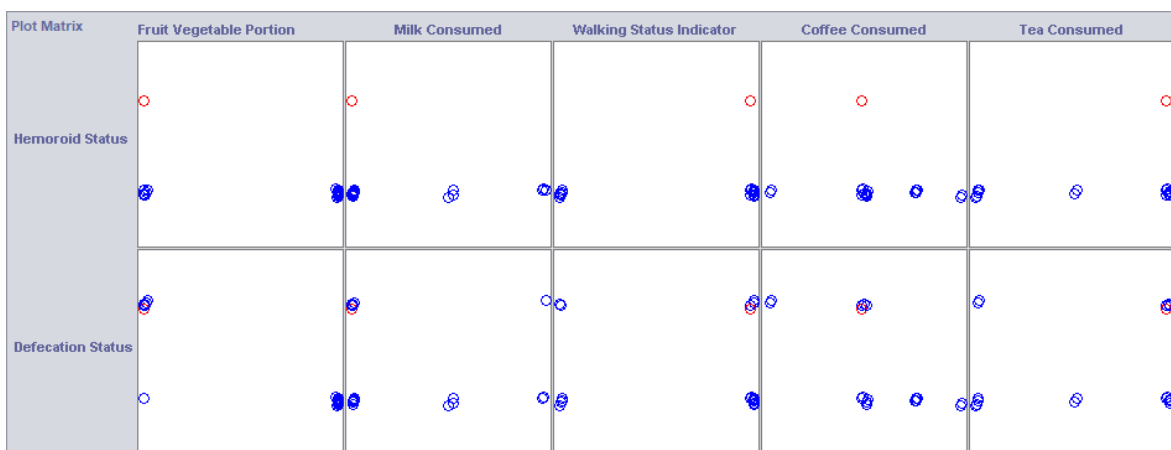


Figure 6. Plot matrix view of the sampling

Among all the algorithms applied, voted perceptron has been the top scorer for the same input load using same variables and parameters with respective correct classification rate and RMSE. It can be used as an effective and efficient tool for the analysis of such problem domains. Performance measures and indicators have been chosen as suggested in the literature. It is further concluded that, supervised and unsupervised machine learning algorithms, also known as classification and clustering techniques in the data mining literature, can be used as effective and efficient tools for discovery of meaningful knowledge and insights. Confirmation and exploration of knowledge and insights are possible with data mining flows as in Athena data mining model. These ideas can be taken into account by policy makers and society at large in such areas and in similar set of issues. Processing times can vary based on the input loads, algorithmic design, architecture and performance of the algorithm which can be evaluated with approximation approaches by using metrics such as Big O or Big Ω which can also be used to assess efficiency and the complexity of these calculations [51,52,53,54,55,56,74,75].

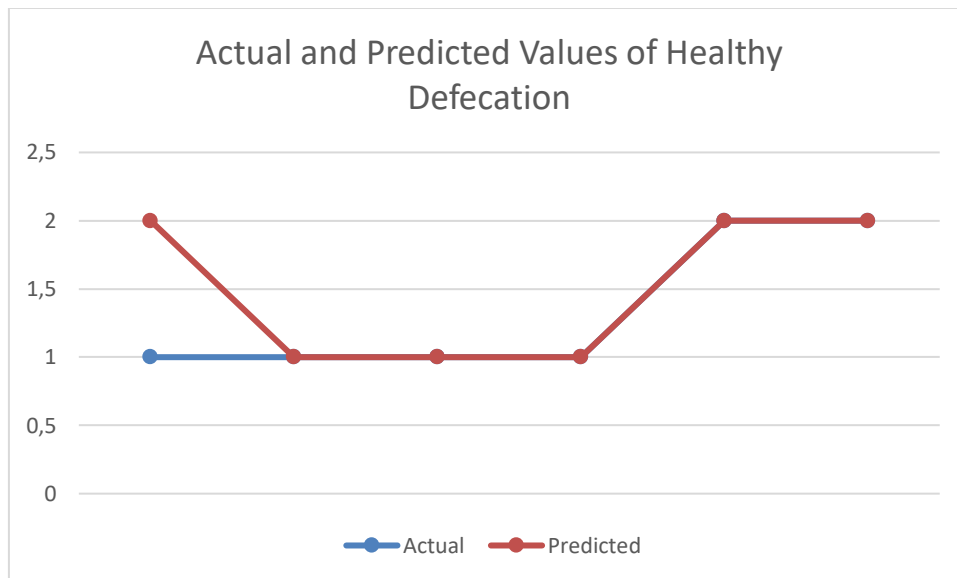


Figure 7. Actual and Predicted Values of Healthy Defecation Using Neural Networks (Multilayer Perceptron)

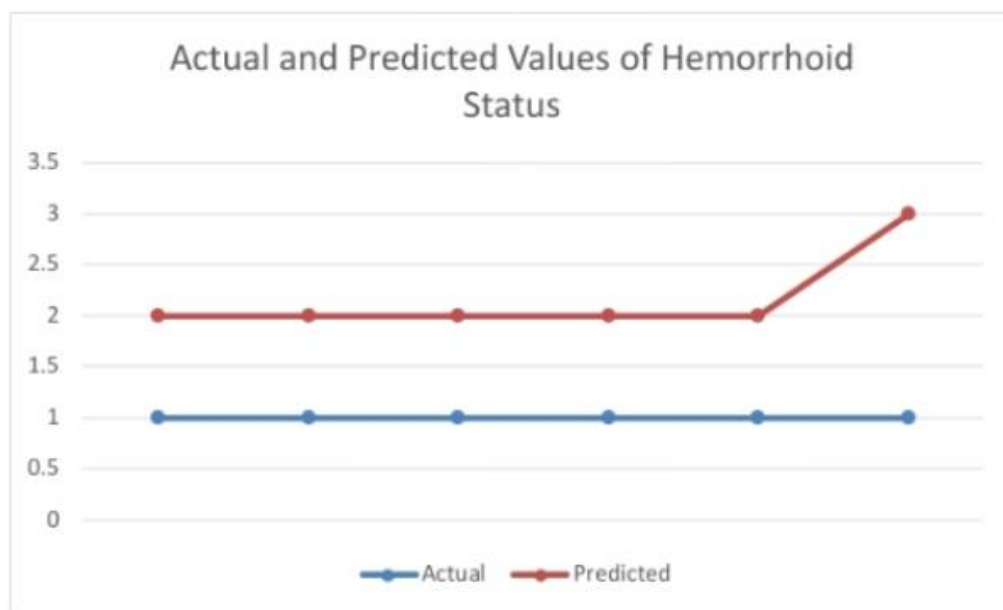


Figure 8. Actual and Predicted Values of Hemorrhoid Using Neural Networks (Multilayer Perceptron)

3. Discussion and Conclusion

In having a healthy life, right nutrition with a life style balanced with exercise constitutes and important value. This is mainly important for bodily functions that are provided by organs and systems of the body which is also valid for our digestion and excretion systems. Digestion is one of the main functions of human metabolism that starts in mouth with mechanical and chemical reactions and ends with the expellion of digestive residues from the anus, following the large intestine. Many hormones and enzymes have influence in the digestion of carbonhydrates, proteins and fats in the metabolism. With the key and luck structures that enzymes have and with the hormonal homeostasis that the metabolism have processing of different monomer and polimer structures are being handles. After the absorbation of digested food contents in duodenum and small intestine. Digestive residues are expelled from the anus, following the large intestine which is called excretion. If there is a malfunction in some part of the digestive system or characteristics of the food taken some digestive and excretion problems may occur. Some of these most known problems are constipation and hemorrhoids.

In this study some of the factors cited as leading indicators of constipation and hemorrhoids have been examined by employing supervised and unsupervised machine learning methodologies. Analysis revealed that, fruit-vegetable consumed with a value of 0, milk consumption value of 0.57, walking status indicator with a value of 0.71, coffee consumption with a value of 1.4, tea consumption with a value of 1.4, yoghurt consumption with a value of yes, defecation status indicator with a value of no and hemorrhoids status indicator with a value of no are grouped in first cluster whereas Fruit-vegetable consumed with a value of 2, milk consumption value of 0.5, walking status indicator with a value of 0.6, coffee consumption with a value of 2.8, tea consumption with a value of 1, yoghurt consumption with a value of yes, defecation status indicator with a value of yes and hemorrhoids status indicator with a value of no are grouped in second cluster. If Defecation Status Indicator is equal to yes then there is no hemorrhoids. If there is no hemorrhoids, if Fruit Vegetable Portion Consumed is less than 1 then there is no Defecation whereas if Fruit Vegetable Portion Consumed is greater than or equal to 1 then there is healthy defecation. If Hemorrhoid Status Indicator is equal to yes then there is no healthy defecation. If Hemorrhoid Status Indicator is equal to no and Milk Consumed is greater than or equal to 1 then defecation status indicator is yes. If Hemorrhoid Status Indicator is equal to no and Coffee Consumed is greater than or equal to 2.5 then defecation status indicator is yes. If Fruit Vegetable Portion Consumed is less than or equal to 0 then defecation status indicator is no. If Fruit Vegetable Portion Consumed is greater than 0 then defecation status indicator is yes. Moderate levels of tea and coffee consumption with 2 portions of fruit and vegetable daily did not lead to a negative influence on defecation status which may lead to a hemorrhoids if not treated. In the analysis conducted it was found out that for a healthy defecation status, consumption of 2 portions of fruit-vegetable daily may make a positive impact. It was understood that when moderate levels of coffee and tea consumption is balanced with a fiber rich diet composed of fruit-vegetable portions (2 portions), healthy defecations is likely to be expected which would be prevental for an hemorrhoids to occur. Among all the algorithms applied, voted perceptron has been the top scorer for the same input load using same variables and parameters with respective correct classification rate and RMSE. It can be used as an effective and efficient tool for the analysis of such problem domains. Studies of this type for understanding similar phenomena with data mining methodology can be used for enhancing insights, knowledge, exploratory and confirmatory understanding for leaders, medical community and society at large. Managing the risks associated with digestive and excretory problems as constipation or hemorrhoids a healthy life style management plan balanced with diets rich in fiber and moderate exercise prepared in consultation with a medical practitioner or specialist may be helpful.

REFERENCES

- [1] <https://www.health.harvard.edu/bladder-and-bowel/natural-ways-to-relieve-constipation>
- [2] https://www.health.harvard.edu/diseases-and-conditions/hemorrhoids_and_what_to_do_about_them
- [3] https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/51851/mod_resource/content/0/F%C4%B0ZYOLOJ%C4%B0-%202010.%20S%C4%B0ND%C4%B0R%C4%B0M%20S%C4%B0STEM%C4%B0.pdf
- [4] <https://www.memorial.com.tr/saglik-rehberi/kabizlik-nedir-kabizliga-ne-iyi-gelir>
- [5] <https://www.medicalpark.com.tr/hemoroid/hg-1695>
- [6] Nicolette, Linda. (2011). Constipation. *Fundamentals of Pediatric Surgery*. 453-459. 10.1007/978-1-4419-6643-8_58.
- [7] Selby, Warwick & Corte, Crispin. (2010). Managing constipation in adults. *Australian Prescriber*. 33. 10.18773/austprescr.2010.058.
- [8] Marcon, Norman. (1990). Hemorrhoids. *Canadian Journal of Gastroenterology*. 4. 554-558. 10.1155/1990/172597.
- [9] Halverson, Amy. (2007). Hemorrhoids. *Clinics in colon and rectal surgery*. 20. 77-85. 10.1055/s-2007-977485.
- [10] Sun, Z., & Migaly, J. (2016). Review of Hemorrhoid Disease: Presentation and Management. *Clinics in colon and rectal surgery*, 29(1)
- [11] Haemorrhoids, Constipation, And Hypertensive Anal Cushions Read, N.W et al. *The Lancet*, Volume 333, Issue 8638, 610
- [12] An Operation For Hæmorrhoids And Chronic Constipation. Aubrey Bucklin, Charles *The Lancet*, Volume 179, Issue 4614, 295
- [13] Johanson, John & Sonnenberg, Amnon. (1990). The prevalence of hemorrhoids and chronic constipation (Reply). *Gastroenterology*. 99. 10.1016/0016-5085(90)90828-O.
- [14] Faccini, M & Zuccon, W & Caputo, P & Gavezzoli, D & Manelli, A & Bonandrini, L. (2001). [Hemorrhoids: epidemiology and correlation with chronic constipation]. *Annali italiani di chirurgia*. 72. 337-9; discussion 340.

- [15] Ravindranath, G. & Rahul, G Balaji. (2018). Prevalence and risk factors of hemorrhoids: a study in a semi-urban centre. *International Surgery Journal*. 5. 496. 10.18203/2349-2902.isj20180339.
- [16] Wald, Arnold. (2003). Constipation, diarrhea, and symptomatic hemorrhoids during pregnancy. *Gastroenterology clinics of North America*. 32. 309-22, vii. 10.1016/S0889-8553(02)00069-9.
- [17] Johannsson, Helgi & Graf, Wilhelm & Pählman, Lars. (2005). Bowel Habits in Hemorrhoid Patients and Normal Subjects. *The American journal of gastroenterology*. 100. 401-6. 10.1111/j.1572-0241.2005.40195.x.
- [18] Schuld, Maria & Petruccione, Francesco. (2021). *Machine Learning*. 10.1007/978-3-030-83098-4_2.
- [19] Singh, Rajesh & Gehlot, Anita & Prajapat, Mahesh & Singh, Bhupendra. (2021). *Machine Learning*. 10.1201/9781003245759-4.
- [20] Petrelli, Maurizio. (2021). *Machine Learning*. 10.1007/978-3-030-78055-5_12.
- [21] Kollovieh, M. & Bani-Harouni, D.. (2021). *Machine Learning*. *Der Hautarzt*. 72. 719-719. 10.1007/s00105-021-04834-0.
- [22] Ganguly, Santanu. (2021). *Machine Learning*. 10.1007/978-1-4842-7098-1_2.
- [23] Baca, Arnold. (2021). *Machine Learning*. 10.4324/978100315700
- [24] Srivastava, Ashok & Sahami, Mehran. (2009). *Text Mining: Classification, Clustering, and Applications*. Boca Raton. 10.1201/9781420059458.
- [25] Urso, Alfonso & Fiannaca, Antonino & La Rosa, Massimo & Ravi, Valentina & Rizzo, Riccardo. (2018). *Data Mining: Classification and Prediction*. 10.1016/B978-0-12-809633-8.20461-5.
- [26] Ogunleye, Julius. (2021). *The Concept of Data Mining*. 10.5772/intechopen.99417.
- [27] Porbadnigk, Anne & Görnitz, Nico & Kloft, Marius & Müller, Klaus-Robert. (2013). Decoding Brain States during Auditory Perception by Supervising Unsupervised Learning. *Journal of Computing Science and Engineering*. 7. 10.5626/JCSE.2013.7.2.112.
- [28] Su, Min & Basu, Mitra. (2002). Mixing Supervised & Unsupervised Learning for Image Deblurring.. 855-858.
- [29] <https://www.hbs.edu/faculty/research/publications/Pages/default.aspx?q=Arts%20Marketing>
- [30] Blackmore, K., Bossomaier, T., 2002. Comparison of See5 and J48.PART algorithms for missing persons profiling. *International Conference on Information Technology and Applications*
- [31] Frank E. and Witten I.H. (1998). Generating Accurate Rule Sets Without Global Optimization. In Shavlik, J., ed., *Machine Learning: Proceedings of the Fifteenth International Conference*, Morgan Kaufmann Publishers.
- [32] Frank E. and Witten I.H. (2000). *Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques with Java Implementations*. Morgan Kaufmann Publishers: San Francisco, CA.
- [33] Lemeshow S., Hosmer D.W., Klar J. & Lwanga S.K., 1990. Adequacy of sample size in health studies. Chichester: John Wiley and Sons.
- [34] <https://pubs.niaaa.nih.gov/publications/aa72/aa72.htm>
- [35] Ramchoun, H. r., Idrissi, M. m., Ghanou, Y. y., & Ettaouil, M. m. (2017). New Modeling of Multilayer Perceptron Architecture Optimization with Regularization: An Application to Pattern Classification. *IAENG International Journal of Computer Science*, 44(3), 261-269.
- [36] Rosenblatt, F., & Cornell Aeronautical Laboratory. (1958). *The perceptron: A theory of statistical separability in cognitive systems (Project Para)*. Buffalo, N.Y: Cornell Aeronautical Laboratory.
- [37] Shearer, C., 2000 The CRISP-DM model: the new blueprint for data mining. *Journal of Data Warehousing*, 5, 13-22.

- [38] Simoudis, E. (1996). Reality Check for Data Mining. *IEEE EXPERT*, 11(5), pp.26-33
- [39] Cohen, W. (1995). Fast effective rule induction. In A. Prieditis and S. Russell (eds.), *Proceedings of the 12th International Conference on Machine Learning*, Lake Tahoe, CA, pp.115-123.
- [40] Saravanan, N., Gayathri V., 2018. Performance and classification evaluation of J48 algorithm and Kendall's based J48 algorithm (KNJ48). *International Journal of Computer Trends and Technology*
- [41] Sasaki M., Kita K., 1998. Rule based text categorization using hierarchical categories, *IEEE*
- [42] Edmondson, Amy C., and Tiona Zuzul. "Quantitative and Qualitative Methods in Organizational Research." In *The Palgrave Encyclopedia of Strategic Management*. Continuously updated edition, edited by Mie Augier and David J. Teece. Palgrave Macmillan, 2017. Electronic. (Pre-published, October 2013.)
- [43] Taniguchi M., Haft M., Hollm'en J., and Tresp V. (1998). Fraud detection in communications networks using neural and probabilistic methods. In *Proceedings of the 1998 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP98)*, Volume II, pp. 1241-1244.
- [44] Venkatesan, E. V., 2015. Performance Analysis of Decision Tree Algorithms for Breast Cancer Classification. *Indian Journal of Science and Technology*.
- [45] Ławrynowicz, A., Tresp, V., 2014. *Introducing Machine Learning. Perspectives on Ontology Learning*. AKA Heidelberg /IOS Press.
- [46] Thomas, M., 2012. Root Mean Square Error Compared to, and Contrasted with, Standard Deviation. *Surveying and Land Information Science*, 72.
- [47] Ławrynowicz, A., Tresp, V., 2014. *Introducing Machine Learning. Perspectives on Ontology Learning*. AKA Heidelberg /IOS Press.
- [48] Thomas, M., 2012. Root Mean Square Error Compared to, and Contrasted with, Standard Deviation. *Surveying and Land Information Science*, 72.
- [49] <https://plato.stanford.edu/entries/aristotle-logic/>
- [50] Ajzen, I. & Fishbein, M., 1980. *Understanding attitudes and predicting social behaviour*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall
- [51] Yavuz Ö., 2019, A data mining approach for desire and intention to participate in virtual communities. *International Journal of Electrical and Computer Engineering*, 9(5).
- [52] Karahoca D., Karahoca A., Yavuz Ö., 2013. An early warning system approach for the identification of currency crises with data mining techniques. *Neural Computing and Applications*, 23(7-8)
- [53] Yavuz, Ö., 2018. *Marketing Implications Of Participative Behavior In Virtual Communities*, Bahcesehir University Graduate School of Social Sciences, Management-Marketing Program, Istanbul
- [54] Yavuz, Ö., 2009. *An early warning system approach for the identification of currency crises*, Bahcesehir University Graduate School of Sciences, Computer Engineering Graduate Program, Istanbul
- [55] Yavuz, Ö. (2021). A Public Perceptions Analysis With Data Mining Algorithms, 2. *International "Başkent" Congress On Physical, Social and Health Sciences*, Ankara
- [56] Yavuz, Ö. (2021). *A Data Mining Analysis of Coronavirus Cases and Vaccinations in The City of London*. Astana, Ankara.
- [57] Kotler, Philip. *Principles of Marketing*. Englewood Cliffs, N.J. :Prentice Hall, 1991.
- [58] Kotler, Philip. *Marketing Management*. Upper Saddle River, N.J. :Prentice Hall, 2000.
- [59] Halldórsdóttir, S. (2000). The Vancouver School of doing Phenomenology. In: Fridlund, B. and Hildingh, C. (eds.) *Qualitative research methods in the service of health*. Lund: Studentlitteratur, pp. 47-84.

- [60] Smith, J.D.. (2012). Single-Case Experimental Designs: A Systematic Review of Published Research and Current Standards. *Psychological Methods*. 10.1037/a0029312.
- [61] Olsen, Wendy. (2004). Triangulation in social research: Qualitative and quantitative methods can really be mixed. *Developments in sociology*. 20. 103–118.
- [62] Kuluchumila, Revocatus. (2018). *Researching Education leadership in Tanzanian Secondary Schools*.
- [63] Rasmussen, C. E.; Williams, C. K. I. *Gaussian Processes for Machine Learning (Adaptive Computation and Machine Learning)*; The MIT Press: 2005.
- [64] <http://old.opentox.org/dev/documentation/components/gaussianregressions>
- [65] https://en.wikipedia.org/wiki/Gaussian_process
- [66] Malhotra, Naresh K. *Marketing Research: An Applied Orientation*. Upper Saddle River, NJ: Pearson/Prentice Hall, 2007.
- [67] <https://towardsdatascience.com/entropy-how-decision-trees-make-decisions-2946b9c18c8>
- [68] https://en.wikipedia.org/wiki/Feedforward_neural_network
- [69] <https://en.wikipedia.org/wiki/Backpropagation>
- [70] <https://brilliant.org/wiki/backpropagation/>
- [71] https://en.wikipedia.org/wiki/Loss_function
- [72] https://en.wikipedia.org/wiki/Error_function
- [73] https://en.wikipedia.org/wiki/Gradient_descent
- [74] Bryman, A. (2008). *Social Research Methods*. New York: Oxford University Press.
- [75] https://cs50.harvard.edu/ap/2020/assets/pdfs/computational_complexity.pdf

Drawing the Building TAKS Boundaries with the Help of the Sine Theorem of Planned Type Zoning Building Regulations

Selim TAŞKAYA^{a,1}

^aArtvin Çoruh Üniversitesi Artvin Meslek Yüksekokulu Mimarlık Ve Şehir Planlama Bölümü, Artvin, Türkiye
ORCID ID: 0000-0002-4290-3684

Abstract

Zoning plans are the design work required for the correct use of space in terms of urbanization. While creating zoning plans, zoning islands are created together with various planning methods. Reconstruction islands are also named as having legends such as residence, subject + commercial, commercial, social areas, religious facility areas called places of worship, green areas. The important part is how the construction permit is given to the parcels that will coincide within these islands. This process is the zoning diameter. Zoning diameters are the drawings made on the ground according to different methods. In our study of how to give zoning diameters to different types of zoning islands, it was aimed to provide appropriate angle distances inside perpendicular or parallel by adding the lengths of the parcels to each other, which we call the sine theorem. It was examined how the zoning island would be given a diameter in terms of length according to the precedent and the amount of height processed in the plan.

Keywords: “Zoning Structure Ordinance, Sine Theorem, Zoning Diameter”

1. Introduction

Zoning Law, which is directly related to fundamental rights and freedoms, brings regulations in areas that are closely related to the society such as the right to property, the right to life and the freedom of settlement. If we look at it from a broad perspective, zoning law restricts some fundamental rights and freedoms, but in practice, its scope includes issues that require more expertise. As can be understood from the definition, all public and private public works activities are included in the areas regulated by the zoning law [3]. When we look at the legislation within the scope of the zoning law, we encounter a wide variety of laws. The first of these is the Zoning Law No. 3194. In article 2 of the Zoning Law, the scope of the law is mentioned and it is stated that all buildings to be built within or outside the borders of the municipality and the adjacent area are subject to this law. The Municipal Law No. 5393 covers the municipalities according to art.1 and art.2, but also regulates their working procedures and principles, duties and authorities. Likewise, the Metropolitan Municipality Law No. 5216 covers metropolitan municipalities and aims to provide planned and efficient services by regulating the legal status of metropolitan municipalities. Article 2 of the Soil Conservation and Land Use Law No. 5403 covers the issues of arranging land and soil resources in accordance with scientific principles and determining measures for the protection of the land [8]. Although the main purpose of planning is livable cities and therefore public benefit, the regulations to be made create some obligations and obligations not only for the institutions authorized to make this regulation, but also for the individuals [9]. Planning, as a concept, is a way of thinking that is thought ahead from a certain moment; It is the sum of the studies aimed at examining the possibilities, possibilities, comparison activities, and establishing regular relations between individuals and their communities and their environment [6]. It is aimed to implement zoning and urban planning activities in line with the principles of honesty and compliance in the light of laws and regulations, by transforming them into implementation plans of 1000 by local governments [10]. Rapid urbanization has brought about unplanned development. This process has revealed an urban texture where social and technical equipment areas are insufficient, transportation planning cannot be made, and industrial facilities are intertwined with living and resting areas [11].

2. Material and Methods

We mentioned in the introduction that symmetry is actually a transformation and that we can call this transformation symmetry under some conditions. These conditions are; being diffeomorphism, preserving the structure and mapping the of the element to itself. As an example of a geometric shape, we have an equilateral triangle at the previous chapter. As Peter Hydon explains in his book these examples can be multiplied. For example, if we examine the symmetries of the unit circle [16]. These 4 transformations that we have given as examples satisfy the conditions of symmetry. So the new x and y can be differentiable at any point,

¹ Corresponding author. Tel: +90 466 215 1055
E-mail address: selim_taskaya@artvin.edu.tr

furthermore the inverse of $\phi_1, \phi_2, \phi_3, \phi_4$ also are the symmetry transformations. So it is clear that the transformations are diffeomorphisms and at the same time they maintain the form [15].

$$\begin{aligned} \phi_1 &: (x, y) \rightarrow (-x, y) \\ \phi_2 &: (x, y) \rightarrow (x, -y) \\ \phi_3 &: (x, y) \rightarrow (-x, -y) \\ \phi_4 &: (x, y) \rightarrow (x \cos a - y \sin a, y \sin a + x \cos a) \end{aligned}$$

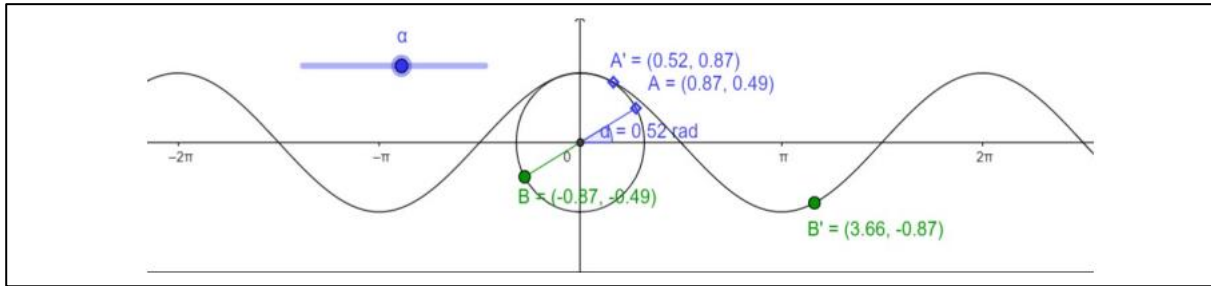


Figure 1. Sine Graph [15].

For each $a \in (-\pi, \pi]$. Here a will be the continuous parameter, which we will define later. We will study with the Lie group created by the transformations. When a equals to 0, ϕ_4 will be a trivial symmetry of the unit circle. Since trivial symmetries will not help to find another solution, we will not deal with them in our research. The transformations $\phi_1, \phi_2, \phi_3, \phi_4$ are symmetry transformations for the unit circle [15].

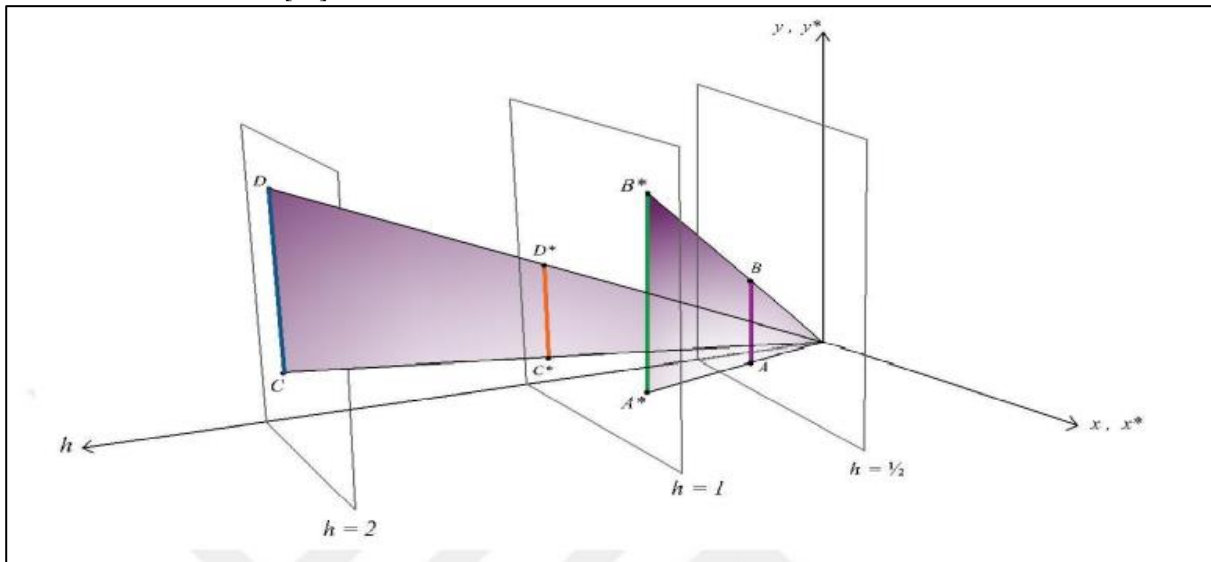


Figure 2. A geometric interpretation of general scaling [4].

Homogeneous coordinates provide a convenient and efficient technique for mapping a set of points from one coordinate system to a corresponding set in an alternate coordinate system. Frequently, an infinite range in one coordinate system matches a finite range in an alternative coordinate system [4]. Parallel lines may not match parallel lines unless pairings are carefully chosen. However, intersection points can be mapped to intersection points. This property is used to specify the homogeneous coordinate representation of a point at infinity [1;2;5].

3. Results and Discussion

In order for citizens or official institutions to build on a land, they have to get permission from the municipalities within the boundaries of the municipality's zoning and adjacent area, and from the special provincial administrations outside the boundaries of the municipality's zoning and adjacent areas [7;12]. If it is a cadastral parcel, the relevant immovable, that is, if the application of the 18th article and the unification of the land, its abandonment to the road or its creation from the road have not been made, the construction permit cannot be granted in its current state [7]. If the parcel is in the shape of the land within the normal zoning limits, and if it is outside the zoning boundaries, it is allowed for construction if it has a frontage to at least one road and is not abandoned or formed [7;12].

Regardless of the type of construction, residential, commercial, industrial, residential+trade or vineyard areas outside the zoning borders, or whatever will be done outside the zoning contiguous borders, the first step of the process is the zoning scale. Zoning diameter is the process of giving the drawing distances in accordance with the building regulation, in the national coordinate or local coordinate system, within the framework of the planned type or unplanned type areas regulation. After the zoning diameter

is given to a plot, the project phase is started. The basic initial zoning diameter for construction in a place is [13]. Zoning diameters are given in 3 main axes as separate, adjacent and in block order. The drawing distances are given according to the construction order of the plan, where the front, depth and corner coordinates and the raw data obtained from the current land coincide on the plan [12]. According to the mechanical results among them, shape changes, knot and vector analyzes can be examined and compared [14]. The same structures with the same geometric shapes and different supports and different geometric shapes were compared and examined [14].

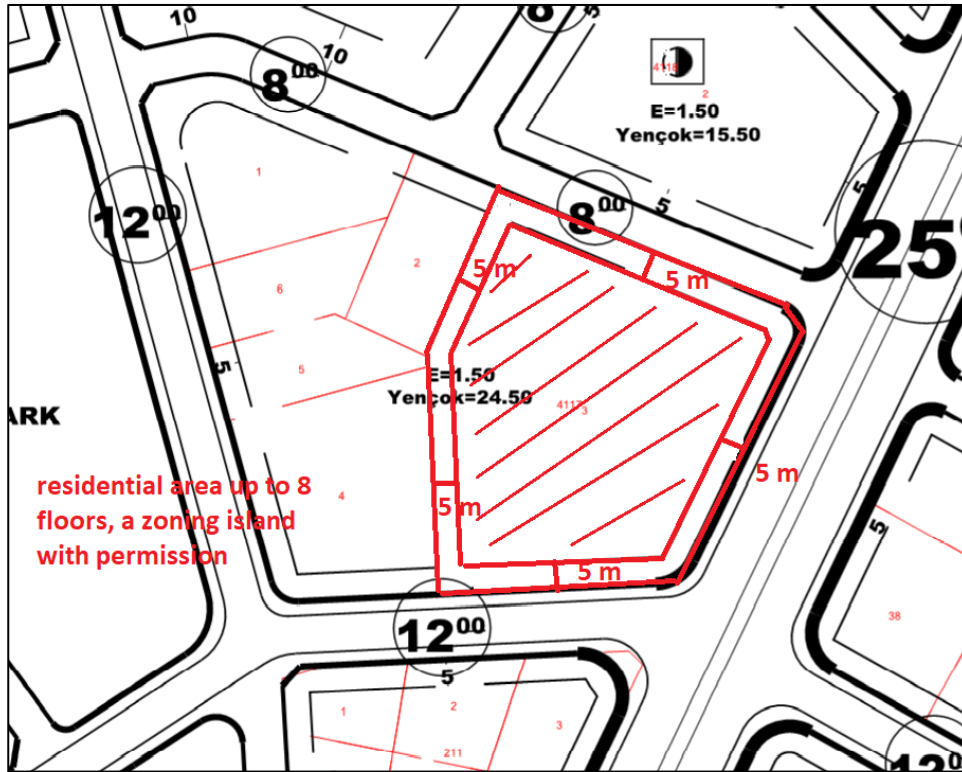


Figure 3. 8-storey residential area zoning diameter view

In Figure 3, the immovable is an island with a separate structure. Its maximum height is 24.50 meters and the total construction area is 1.50. The total construction area is found by multiplying the title deed area. With the help of the theorem of sines, the front drawing distance from the angle and distance calculation was found by drawing 5 meters from the front facing fixed 3 sides. The distance to the side garden is 5 meters based on the maximum number of floors up to 8 floors, and the zoning diameter is given in the middle.

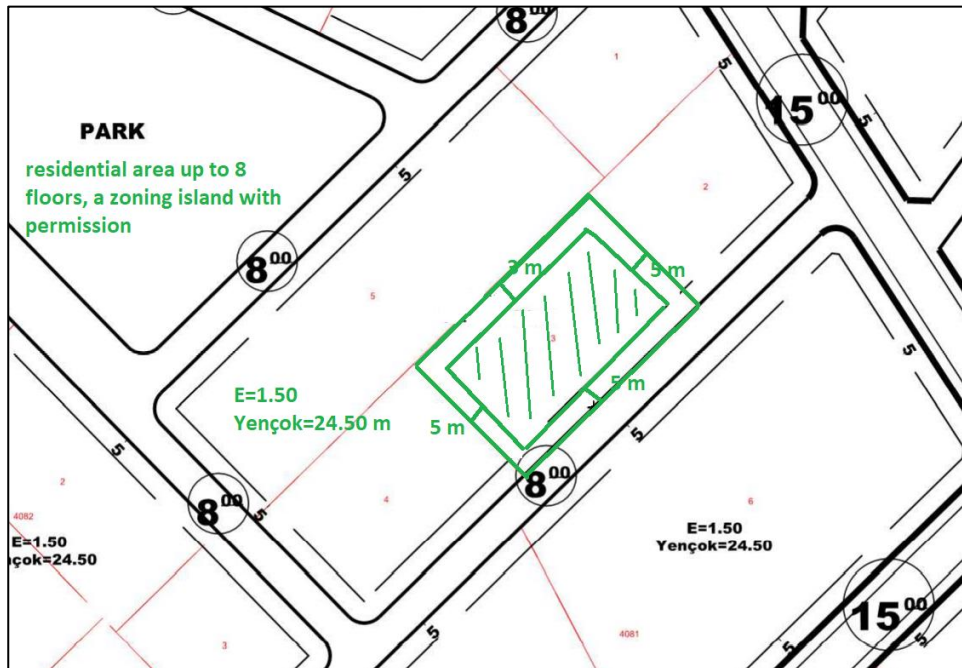


Figure 4. 8-storey residential area zoning diameter view

In Figure 4., the relevant immovable parcel is a zoning parcel in the size of a single-sided separate order. It is allowed up to a maximum of 8 floors, and the total construction area is 1.5 times the title deed area. The front towing distance is 5 meters, the side garden is 3 meters in places up to 4 floors, and after 3 floors it will increase by half a meter per floor, since it will increase according to the regulation, it has been given 5 meters. Again, by making the angle and distance from the sine theorem, the minimum drawing distance of 3 meters is drawn and the zoning diameter is given in the middle.

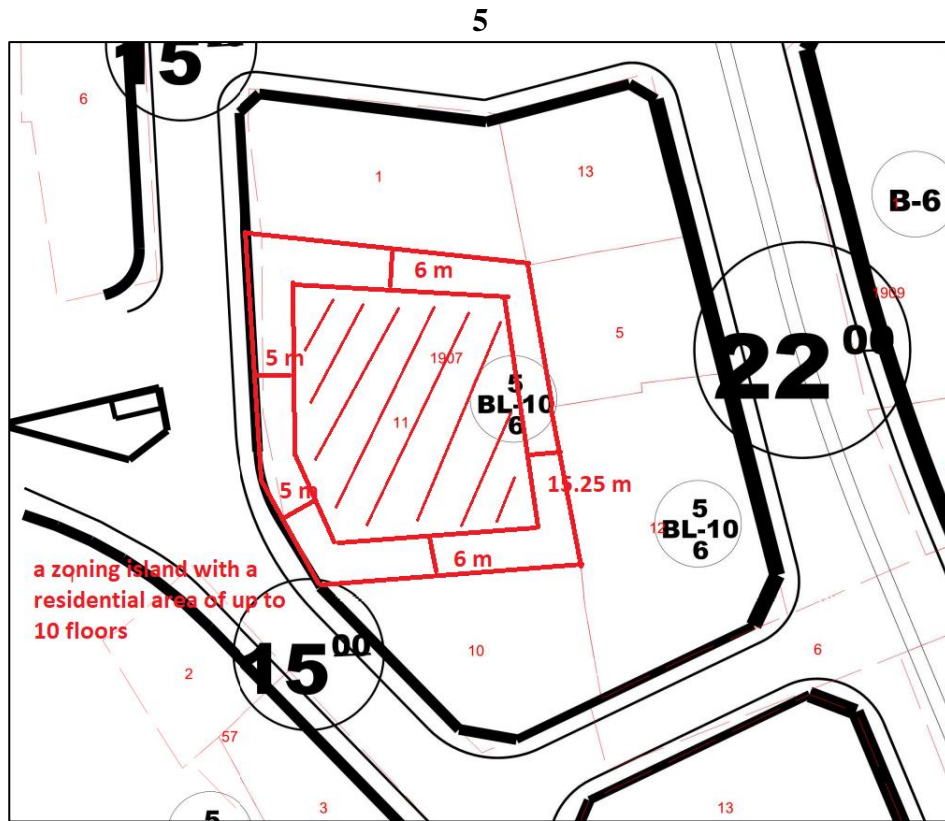


Figure 5. The zoning diameter view of the 10-storey residential area

In Figure 5, the relevant real estate is a parcel with a single side road border. Relevant zoning island residential area is allowed up to 8 floors apart. In places where the distance to the side garden is up to 4 floors, the floor sitting area is given by drawing a parallel line from the sinus angle technique of 6 meters by increasing 3 meters by half a meter after 4 floors. The amount of backyard is determined in parallel by taking the distance of the backyard as 3 meters per flat, taking 30 meters on a 10-storey floor, and taking half of it by adding the amount of eaves share at 0.5 meters.

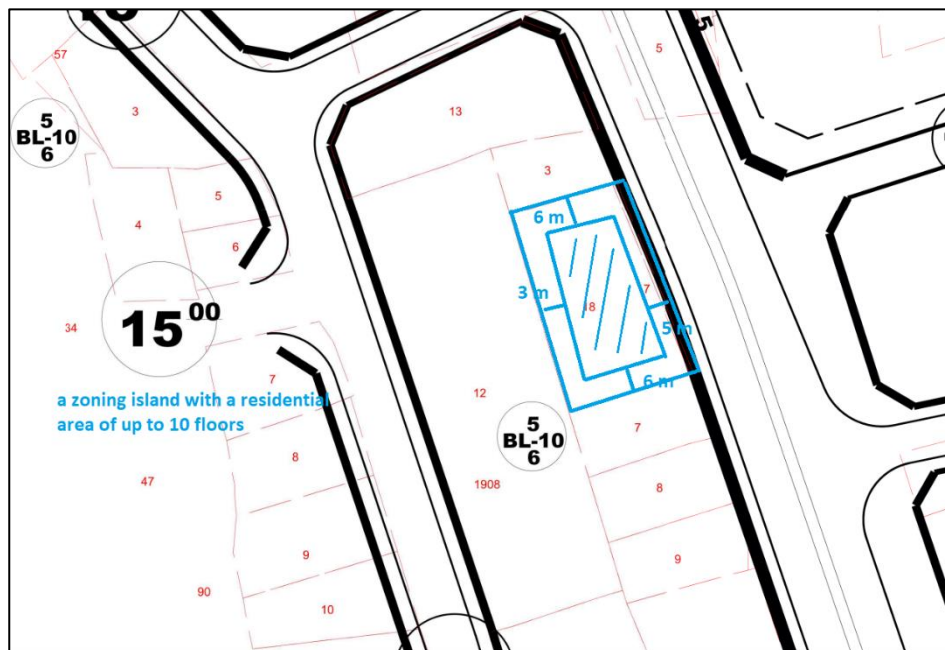


Figure 6. 8-storey residential area zoning diameter view

In Figure 6, the relevant immovable property is allowed up to 10 floors with a single façade, and the sitting limits of the building's residence area are determined by drawing 5 meters from the side facing the road and 6 meters from the side garden. The floor utilization coefficient is 0.30, and the maximum use of the building floor is obtained by multiplying the title deed area by 0.30.

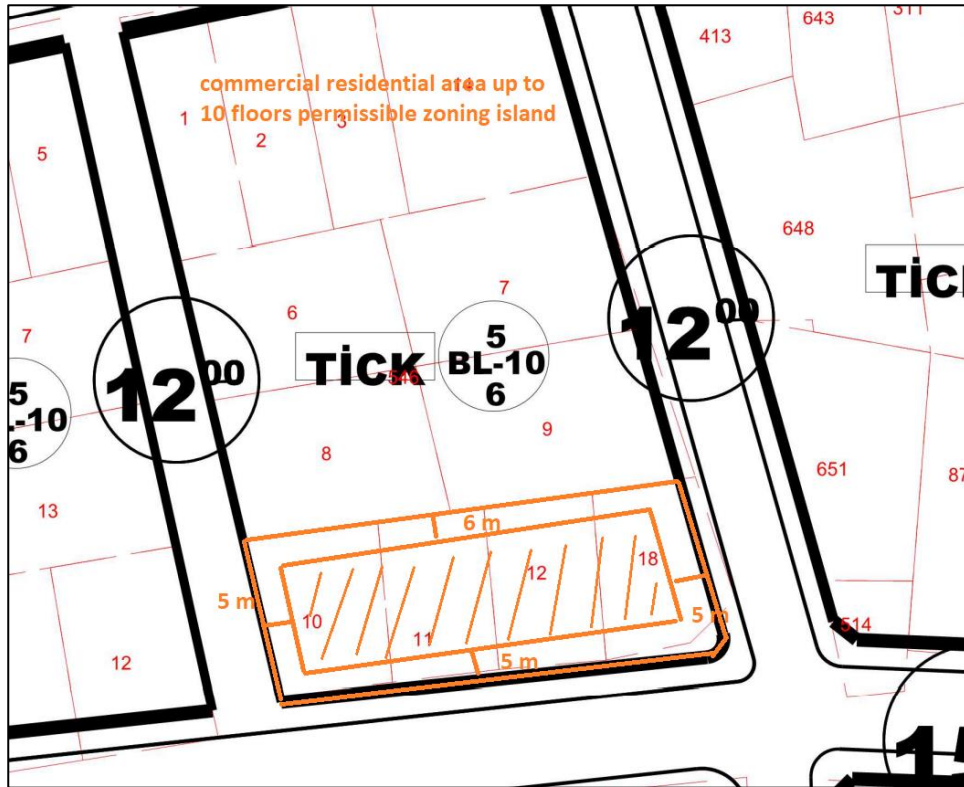


Figure 7. Zoning diameter view of a 10-storey commercial residential area

In Figure 7., the relevant immovable is allowed up to a maximum of 10 floors, the total construction area is 4.00 times the title deed area, and the front and side garden distances are parallel and the building floor sitting area is determined by drawing a triangle from sinus angles and distances by 5 meters.

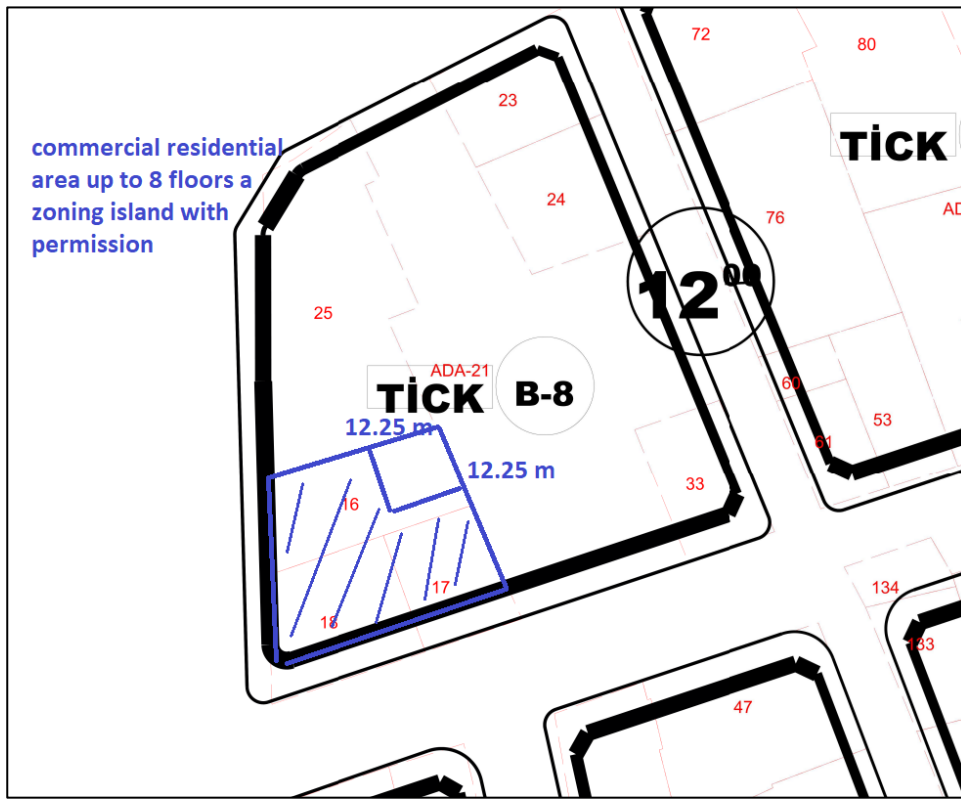


Figure 8. Zoning diameter view of 8-storey commercial residential area

In Figure 8., since the relevant real estate is located on an island with a maximum of 8 floors and is in a double-sided adjacent building order, the front towing distance was not applied. Instead, this area was created by pulling 12.25 meters, half of the height, which is the rear pull distance we call lighting.

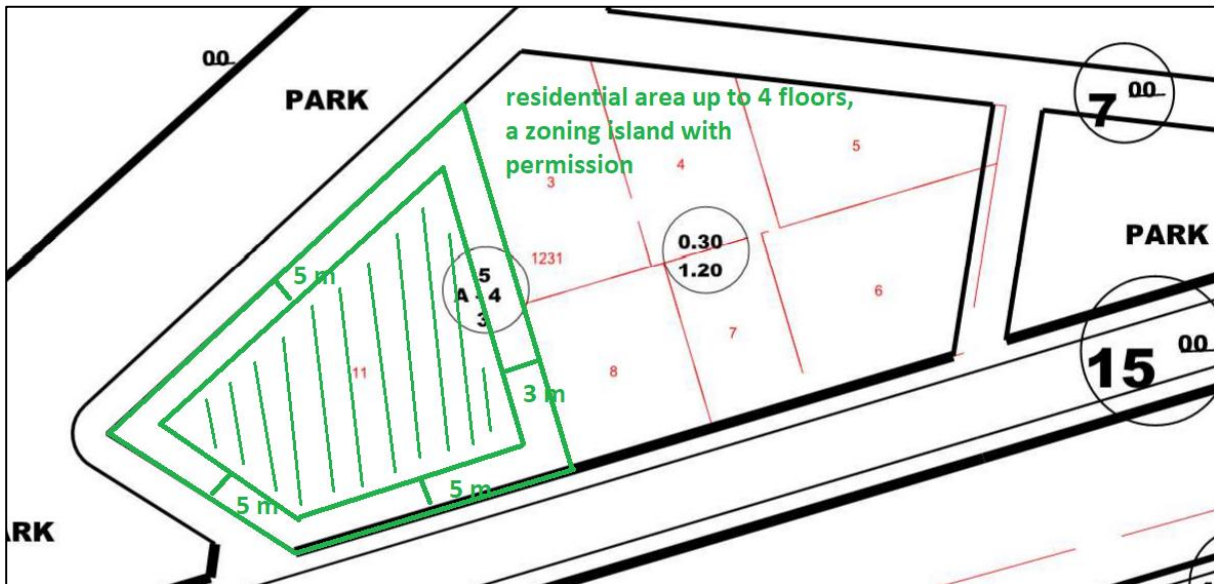


Figure 9. A view of the zoning diameter of the 4-storey residential area

In Figure 9, the relevant immovable is within the residential area. It is a parcel with a maximum of 4 floors, and the front garden distances are determined as 5 meters by drawing parallel. The zoning diameter is given in the middle by decreasing the amount of the side garden by 3 meters.

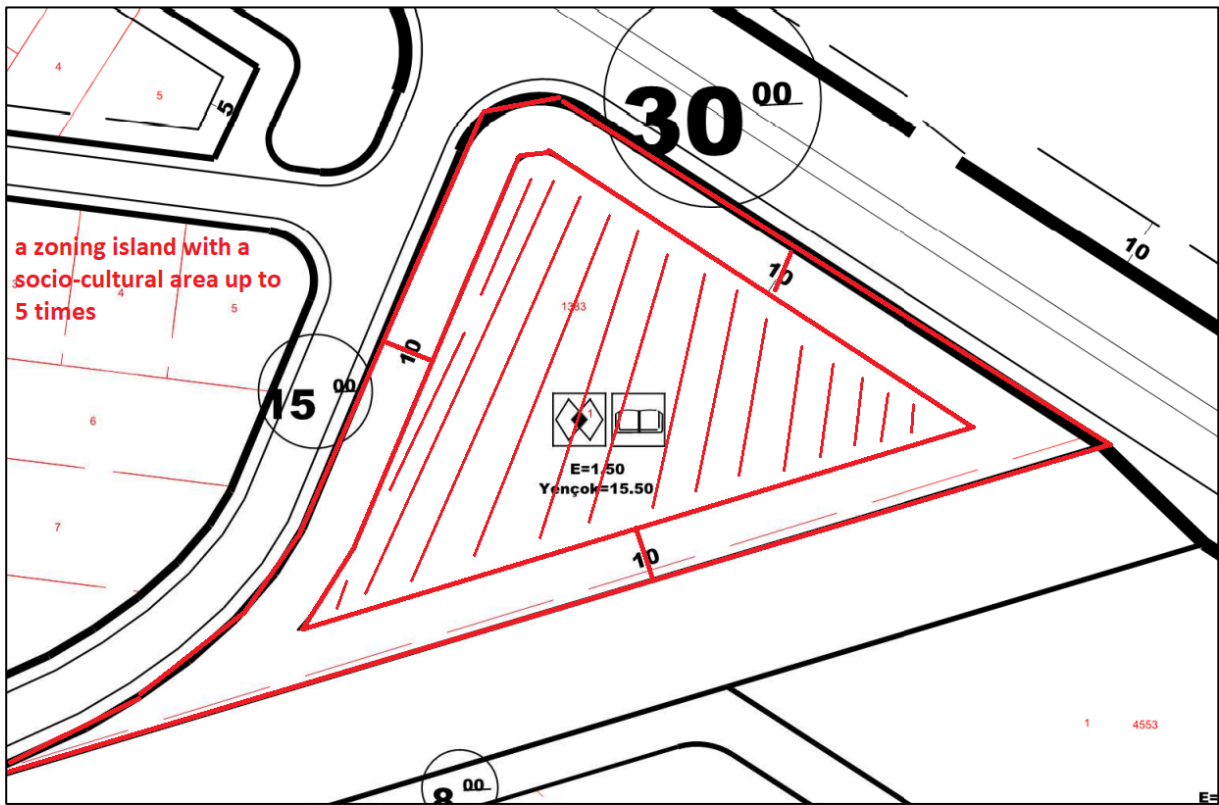


Figure 10. Zoning diameter view of the 5-storey social-cultural area

In Figure 10., the relevant area is a social cultural area with a maximum of 5 floors. The front towing distance is 10 meters each, and its equivalent is 1.5. It is allowed up to a maximum of 15.50 meters.

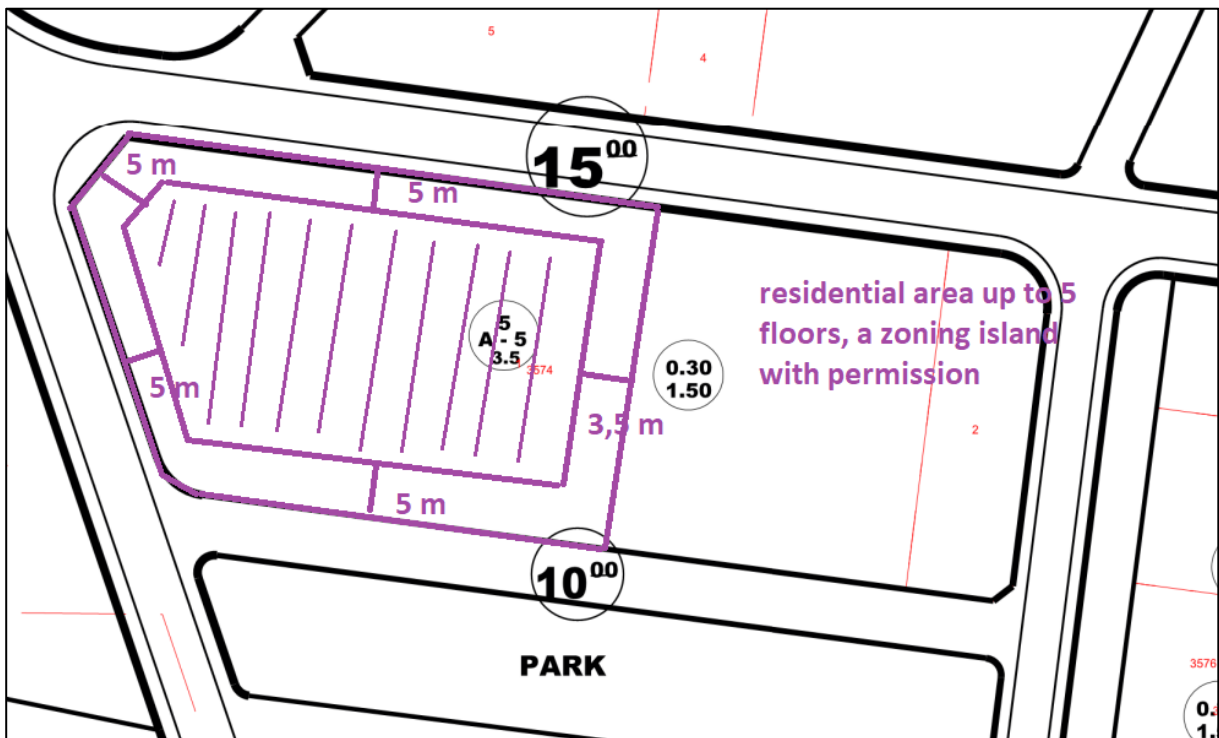


Figure 11. 5-storey residential area zoning diameter view

The real estate in Figure 11. is allowed up to 5 floors and its equivalent is 1.5. The front garden distance is 5 meters and the side garden distance is 3.5 meters, and the building sitting area is given in the middle.

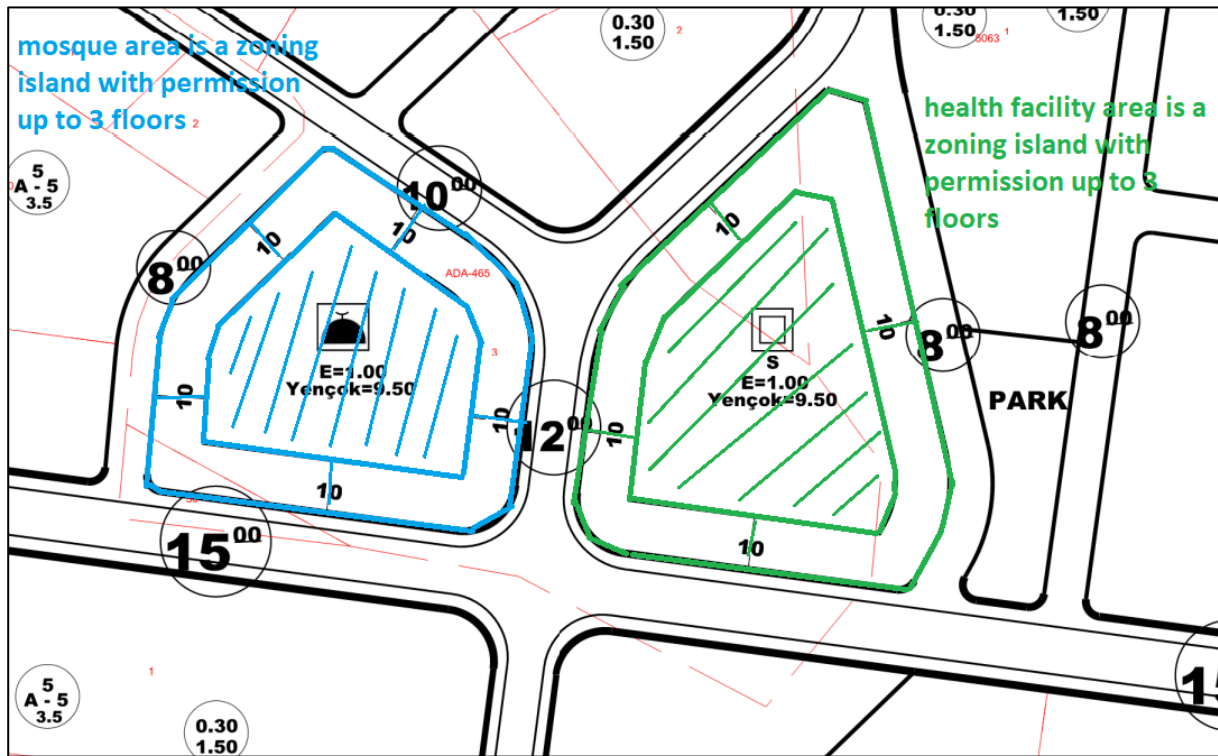


Figure 12. Image of the zoning diameter of the health facility and mosque area

Figure 12 shows how to give a zoning diameter to 2 zoning islands. The zoning diameters are given in the middle by drawing 10 meters from the facades of the parcels facing the whole road at the point that has been included in the plan as a health facility and mosque area. The maximum height of both zoning islands is up to 9.50 meters.

4. Conclusions

In the zoning plans, the zoning boundaries should be determined and the islands should be designed in a way that can meet the needs of all people from housing to commercial and social areas. In these areas, the purpose is to determine the areas where the building will be placed. This area determination job depends on the amount of population living in residential areas, and the correct provision of distance in commercial areas. The precedent of religious facility areas created in line with the amount of population and the floor areas to be used depend on this. In the findings section, the necessity of giving the construction diameters, which are visually indicated, from the sinus theorem, which is the length and angle technique as convex geometry, is discussed. In line with the planned type zoning regulation and plan notes, the application forms of the pulling distances are shown. Our suggestion, regardless of the area of the zoning diameter, whether the distance approach or the length addition technique, is to be formed in a way that will respond to the need by preventing the concrete from being concretized correctly.

References

- [1] Applied Geometry for Computer Graphics and CAD. Springer-Verlag, London Berlin Heidelberg.
- [2] Adams JA, Rogers DF, 1990. Mathematical Elements for Computer Graphics. McGraw Hill, USA.
- [3] Aslantas, E; Simsek, G.F.; Berberoglu, O.A. Land and Land Arrangement in Zoning Law. Ankara: Yetkin Publications, 2006, p.17.
- [4] Akagündüz Başköy,D.B., 2021. Geometric Transformations and Maple Applications, Master's Thesis in the Department of Mathematics.
- [5] Gallier J, 1999. Curves and Surfaces in Geometric Modeling, Theory and Algorithms. morgan.
- [6] The crowd, Khalil. Zoning Law Courses. Ankara: Seçkin Publishing, 2014, p.43
- [7] Zoning Law, (2019). Official Gazette, Vol:24. Pages:1-378.
- [8] Namlı Serin, B. 2017. Preparation and Implementation of Zoning Plans Master's Thesis, Baskent University Institute of Social

Sciences, Department of Law, Public Law.

[9] Onar, Siddık Sami., 2014. General Principles of Administrative Law, C.II. Istanbul, 1966, p.1346; DAY, Text. Administrative law. Ankara: Image Publishing House, 2011, p.492,493; AKYILMAZ, Bahtiyar - SEZGINER, Murat - KAYA, Cemil. Turkish Administrative Law. Seçkin Publications, 2014, p.321

[10] Taşkaya, S., (2019). A Research on Reconstruction and Urbanization Activities in Local Governments, Municipality Between 2014-2019, The Case of Elazig Province. International Journal of Eastern Anatolia Science, Engineering and Design, 1(1), 14-28.

[11] Taşkaya, S., (2019). A Research on Zoning Diameters, which are the Basic Points for Construction Permits, International Journal of Eastern Anatolia Science, Engineering and Design, 1(2), 142-153.

[12] Taşkaya, S., Taşkaya, S., (2019). Measurement of Multi-Storey Buildings Using Workbench Module in ANSYS Package Software and Investigation of Prototype Analysis, International Journal of Engineering, Design and Technology 1(2): 51-63.

[13] Taşkaya, S., Taşkaya, S., (2019). Dimensioning of Coordinate Points of Two-Storey Building in Ansys Workbench Software and Investigation of Stress in Beams, International Journal on Mathematics, Engineering and Natural Sciences, 2019, vol:9 page:40-57.

[14] Taşkaya, S., Sesli, F.A., (2019). Power Test Analysis of Strategic and Local Spatial Data in Noise Pollution, Elazig Province İzzetpaşa Example, International Journal of Eastern Anatolia Science Engineering and Design ISSN: 2667-8764, International Journal of Eastern Anatolia Science Engineering and Design (IJEASED) (2019) 1(1) :1-13.

[15] Mendi, M., Lie Symmetry Analysis Of The Coupled System Of Sine-Gordon Equations, Master Of Science Thesis, 2021.

[16] Hydon, P. E., Symmetry Methos For Differential Equations. Cambridge University Press, Cambridge, 2000.