



## **TOPSIS Yöntemine Dayalı Öğrenci Sağlık Merkezi Yeri Seçimi: Bir Üniversite Uygulaması**

### **Student Health Centre Site Selection Based on TOPSIS Method: A University Application**

**Muhammet Enes Akpınar<sup>1\*</sup>**, **Kamil Koçak<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Manisa, Türkiye

<sup>2</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi, Kütüphane ve Dokümantasyon Daire Başkanlığı, İzmir, Türkiye

Sorumlu Yazar / Corresponding Author \*: enes.akpinar@cbu.edu.tr

Geliş Tarihi / Received: 13.01.2021

Araştırma Makalesi/Research Article

Kabul Tarihi / Accepted: 29.04.2021

DOI:10.21205/deufmd.2021236910

Atıf şekli/How to cite: AKPINAR M. E., KOÇAK K.(2021). TOPSIS Yöntemine Dayalı Öğrenci Sağlık Merkezi Yeri Seçimi: Bir Üniversite Uygulaması. DEÜFMD 23(69), 823-833.

#### **Öz**

Öğrenci sağlık merkezi için yer seçimi, özellikle son yıllarda dikkate alınması gereken önemli konulardan biridir. Artan öğrenci yoğunluğu ve genişleyen kampüsler olası bir acil durumda ilk yardımın yapılabilmesi açısından bu ihtiyacının ne kadar önemli olduğunu göstermektedir. Kampüs merkezinden ve öğrenci yoğunluğunun olduğu yerlerden uzak noktalara yapılacak bir öğrenci sağlık merkezi, acil müdahale gerektiren durumlarda müdahalenin yapılamaması sebep olabilmektedir. Bu durum ister istemez beraberinde birçok problemi getirebilmektedir. Bu problemten hareketle bu çalışmada öğrenci sağlık merkezi yer seçimi için bir gerçek hayat uygulaması yapılmıştır. Yapılan bu uygulamada öncelikle öğrencilerin bulunduğu kampüs noktalara ayrılmıştır. Sonrasında bu noktalar gruplandırılarak öğrenci sağlık merkezi için alternatif yerler ağırlık merkezi yöntemine göre belirlenmiştir. Belirlenen alternatifler ve öğrenci sağlık merkezi kriterleri TOPSIS yöntemi kullanılarak çözülmüştür. Çalışma sonucunda kriterleri tatmin eden en uygun alternatif nokta seçilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Yer seçimi, Öğrenci sağlık merkezi, TOPSIS yöntemi, Çok kriterli karar verme

#### **Abstract**

Deciding on a place for a student health center is one of the important issues to be taken into account especially in recent years. Increasing student density and expanding campuses show how important this need is in terms of providing first aid in a possible emergency. A student health center to be built away from the campus center and places with student density may cause the inability to intervene in cases that require emergency intervention. This situation inevitably can bring many problems with it. Based on this problem, in this study, a real-life application was made for student health center location selection. In this application, the campus where the students are located is divided into points. Afterward, these points were grouped and alternative places for the student health center were determined according to the center of gravity method. The determining alternatives and student health center criteria were solved using the TOPSIS method. At the end of the study, the most suitable alternative point satisfying the criteria was selected.

**Keywords:** Site selection, Student health center, TOPSIS method, Multi-criteria decision making

## 1. Giriş

Yer seçimi kararı, işletmelerin hizmet verdiği veya satmış olduğu ürünlerin dağıtımını, üretimini, taşınması, depolanması veya teslimi için önemli bir karardır [1]. Yer seçimi teoremlerinde kullanılan işletmeler problemin farklılığına göre fabrika, okul, ticari ve endüstriyel kamu binaları vb. olarak gösterilebilir. Yer seçimi problemi, karar vericiler için en uygun yerin belirlenmesi aşamasında birçok faktörün dikkate alınarak hangi alternatifin daha uygun olduğunun belirlenmesi olarak tanımlanabilir. Diğer bir ifadeyle, yer seçiminde ilgili problem için göz önünde bulundurulmuş kriterler ve mevcut alternatifler arasında birinin seçimi için, uygun yöntem kullanılarak en uygun alternatifte karar verme aşaması şeklinde tanımlanabilir [2]. Sosyal yaşam alanları, toplu konutlar, depolar, alışveriş merkezleri, havalimanları ve acil servis noktaları lokasyonları seçilen merkezler arasındadır.

Yer seçimi, birçok farklı alternatifi, birden çok kriter ve birden çok aşamanın birlikte düşünülüp bu şekilde değerlendirilmesini gerektiren bir süreçtir. Literatürde yer seçimi ile ilgili birçok çalışma bulunmaktadır ve Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) yer seçimi çalışmalarında kullanılan başlıca yöntemlerden bir tanesidir [3-5]. Bulanık AHS yöntemi AHS yönteminde farklı olarak net ifadeler yerine bulanık sayıları dikkate alır ve bu yöntemi kullanılarak da yer seçimi problemleri literatürde ele alınmıştır [6-7]. Son yıllarda kullanılmaya başlayan ve birçok araştırmacı tarafından yer seçimi problemlerinin çözümünde kullanılan başka bir yöntem ise coğrafi bilgi sistemidir [8-10]. Delphi metodu [5], Analitik Ağ Tasarımı [11], çok amaçlı optimizasyon yaklaşımları [12], ELECTRE-PROMETHEE [13] ve MACBETH [14] yer seçiminde kullanılan diğer yaklaşımlardır.

Yer seçimi çalışmaları literatürüne ek olarak, Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerinden olan TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) yöntemi de literatürde karar verme (seçim) aşamasında birçok alanda kullanılmıştır: Tedarik zinciri yönteminde tedarikçi seçimi için [15-17], en uygun üretim yönteminin seçiminde [18], robot seçim problemlerinde [19] kullanılmıştır. TOPSIS yöntemi ayrıca fabrika yeri seçiminde [20],

sürdürülebilir ulaşım sisteminin seçiminde [21], lojistik merkezi seçiminde [22-23], inşaat merkezi seçiminde [24], CNC makinası seçimi [25] ve en uygun makine parçası seçiminde [26] kullanılmıştır. TOPSIS yönteminin kullanıldığı diğer alanlar için bu çalışmaya bakılabilir [27].

Yer seçimi problemleri literatüründe yapılan araştırmada öğrenci sağlık merkezi için yer seçiminin daha önce literatürde dikkate alınmayan konulardan biri olduğu görülmüştür. Oysaki günümüzde, öğrenci yeri seçimi üniversite yönetimleri tarafından dikkate alınması gereken önemli konulardan bir tanesidir [28]. Sağlık hizmetlerinin önceliği genel olarak ister öğrenci ister sıradan birey olsun tüm insanlara her zaman doğru yerde doğru hizmeti sunmak ve adil olmaktır [8]. Dolayısıyla üniversite içerisindeki yüksek öğrenci yoğunlukları ve oluşabilecek ani sağlık müdahaleleri için öğrenci de sağlık merkezi en önemli hayat kurtarıcı fonksiyona sahip hizmetlerdendir. Literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde gerek öğrenci sağlık merkezi için yer seçiminin daha önce dikkate alınmamış olması gerekse de bu yer seçimi için TOPSIS yönteminin kullanılması, çalışmanın literatürde önemli bir boşluğu dolduracağı ve gelecek çalışmalara ışık tutacağını göstermektedir.

Çalışmanın bundan sonraki kısmında öncelikle çalışmada kullanılmış yöntemler detaylı bir şekilde aktarılmıştır. Sonraki bölümde çalışmanın uygulama adımları aşamalı olarak aktarılmıştır. Çalışmanın son bölümünde, elde edilen sonuçlar ve gelecekte yapılabilecek çalışmalara değinilmiştir.

## 2. Materyal ve Yöntem

Bu bölümde çalışmada problemin çözümü için kullanılan yöntemler hakkında bilgi verilmiştir. İlerleyen bölümde ise bu yöntemlerin problem üzerindeki uygulamasına değinilmiştir.

### 2.1. TOPSIS Yöntemi

TOPSIS yöntemi ilk olarak 1981'de Hwang ve Yoon tarafından ortaya atılmıştır [29]. Yöntem, ÇKKV yöntemleri arasında en yaygın yöntemlerden biri olup, güncel çalışmalarda da kullanılmaktadır [30-35]. Bu yöntemin amacı, karar verilen problemler için her bir alternatifin pozitif ideal çözümü ile negatif ideal çözüm arasındaki mesafeyi hesaplayarak alternatifleri sıralamak ve böylece optimum alternatifi

belirlemektir [36]. Yöntemdeki en iyi alternatif, pozitif ideale (PIS) en yakın mesafe ve negatif ideal çözüme (NIS) en uzak mesafedir. PIS, fayda kriterlerini maksimize eden ve maliyet kriterlerini en aza indiren kuramsal bir alternatiftir. Diğer yandan, NIS maliyet kriterlerini maksimize eder ve fayda kriterlerini en aza indirir [37].

TOPSIS yönteminin adımları aşağıda verilmiştir [29]:

**Adım 1.** Karar matrisini oluşturun (A): Alternatifler ve kriterler satır ve sütunlarda sırasına göre listelenir.

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix}$$

burada  $a_{ij}$ . kriterin  $i$ . alternatife göre değeridir.

**Adım 2.** Eşitlik 1 kullanılarak normalize karar matrisi oluşturulur.

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m a_{ij}^2}} \quad i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

**Adım 3.** Ağırlıklandırılmış karar matrisi hesaplanır. Ağırlıklandırılmış normalize  $v_{ij}$  değeri aşağıdaki şekilde hesaplanır:

$$v_{ij} = r_{ij} \cdot w_j \quad (2)$$

burada  $w_j$   $j$ . kriterin ağırlık değerini göstermektedir ve şu şekildedir:  $\sum_{j=1}^n w_j = 1$ .

**Adım 4.** Pozitif ideal çözüm ( $A^*$ ) ve negatif ideal çözüme ( $A^-$ ) karar verilmesi.

$$A^* = \{(max_i v_{ij} | j \in B), (min_i v_{ij} | j \in C)\} \quad (3)$$

$$A^- = \{(min_i v_{ij} | j \in B), (max_i v_{ij} | j \in C)\} \quad (4)$$

burada  $B$  ve  $C$  sırasıyla fayda ve maliyet kriterlerini göstermektedir.

**Adım 5.** Pozitif ideal çözümden ( $S_i^*$ ) ve negatif ideal çözümden ( $S_i^-$ ) her alternatifin ayırma ölçülerinin hesaplanması.

$$S_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^*)^2} \quad (5)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad (6)$$

**Adım 6.** İdeal çözüme göre yakınlık değerinin hesaplanması.

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^*} \quad 0 \leq C_i^* \leq 1 \quad (7)$$

**Adım 7.** Göreceli yakınlık değerine göre alternatiflerin sıralanması ( $C_i^*$ ).

## 2.2. Kümeleme Analizi

Kümeleme analizi, çeşitli matematiksel yöntemler için genel bir isimdir ve bir konumdaki hangi nesnelerin benzer olduğunu bulmak için kullanılabilir yöntemidir. Diğer bir ifadeyle kümeleme analizi, bir veri setinde yer alan birimlerin kümelenebileceği için çok yaygın kullanılan bir yöntemdir [38]. Kümeleme analizinde  $n \times n$  kare matrisi oluşturulduktan sonra kümeler arasındaki minimum uzaklıklar dikkate alınırken tek bağlantı, çoklu bağlantı ve ortalama bağlantı dikkate alınabilir. Bu çalışmada ise daha anlamlı sonuçlar ortaya çıkması açısından ortalama bağlantı kullanılmıştır.

Literatürde birimlerin kümelenebileceği için çok farklı yöntemler önerilmiştir. Manhattan, Minkowski ve Öklid uzaklıkları bu yöntemlerden bazılarıdır. Bu çalışmada ise Öklid uzaklık ölçüsü kullanılmış ve Eşitlik 8'de formülasyonu belirtilmiştir.

$$d(i, j) = \sqrt{(x_{i1} - x_{j1})^2 + (x_{i2} - x_{j2})^2 + \dots + (x_{ip} - x_{jp})^2} \quad (8)$$

$$i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, n$$

burada  $n$  birim sayısını ve  $p$  değişken sayısını göstermektedir.

## 2.3. Ağırlık merkezi yöntemi

Kuruluş yeri seçimi yöntemlerinden ağırlık merkezi yöntemi en çok kullanılan ve uygulaması diğer yöntemlere nispeten kolay bir yöntemdir. Çalışmalarda genellikle maliyet minimizasyonu veya fayda maksimizasyonu dikkate alınırken bu çalışmada ise kişi sayıları ağırlık olarak dikkate alınmıştır [39-40]. Kümeleme yapılırken ağırlık olarak Eşitlik 9 kullanılmıştır.

$$x = \frac{\sum_{i=1}^n x_i w_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \quad y = \frac{\sum_{i=1}^n y_i w_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \quad z = \frac{\sum_{i=1}^n z_i w_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \quad (9)$$

Koordinatlardan elde edilen sonuçlar doğrultusunda bazı durumlarda uygun nokta, koordinat düzleminde bina üzerine gelebilmektedir. Bu gibi durumlarda belirlenen merkeze yakın alternatifler için yük-mesafe hesaplaması yapılabilir. Bu hesaplama için Eşitlik 10 kullanılmıştır.

$$LD = \sum_{i=1}^n l_i d_i \quad (10)$$

Burada LD yük-mesafe değerini,  $l_i$   $i$ . birimden planlanan öğrenci sağlık merkezine kadar gidebilecek kişi sayısını,  $d_i$   $i$ . birim ile planlanan öğrenci sağlık merkezi arasındaki mesafeyi,  $(x, y, z)$  değerlendirilen öğrenci sağlık merkezinin koordinatlarını ve  $(x_i, y_i, z_i)$   $i$ . birim koordinatlarını göstermektedir.

### 3. Bulgular

#### 3.1. Alternatiflerin Belirlenmesi

Öğrenci sağlık merkezi özellikle kalabalık kampüsler için olmazsa olmaz bir zorunluluktur. Bu zorunlulukla birlikte öğrenci sağlık merkezinin kampüs içerisinde uygun yere yapılması da beraberinde bir yer seçim problemini getirmektedir.

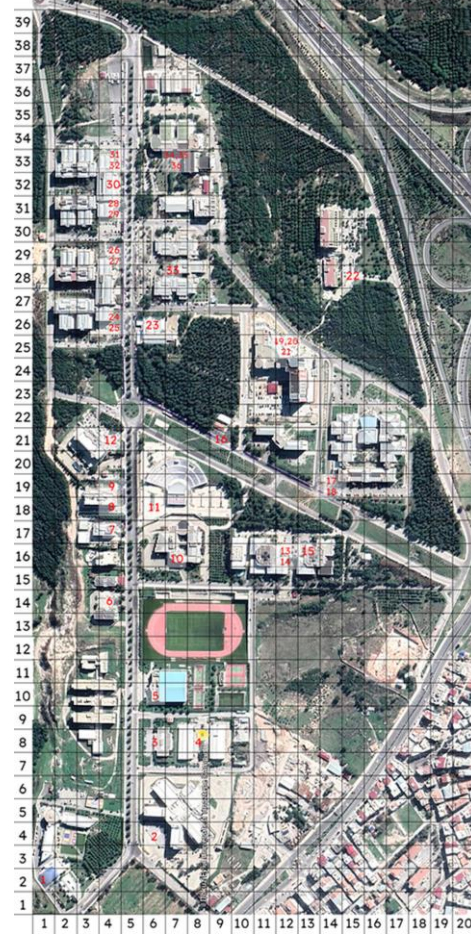
Bu çalışmada da İzmir Dokuz Eylül Üniversitesi'nde (DEU) bir öğrenci sağlık merkezi için yer seçim problemi dikkate alınmıştır.

Çalışmada öncelikle DEU Tınaztepe kampüsünün uydu görüntüsü dikkate alınarak koordinatları belirlenmiştir (Şekil 1). Koordinatlar dikkate alınırken x, y ve z koordinatları kullanılmıştır. Z koordinatının sisteme dahil edilmesinin sebebi kampüs alanının yamaç şeklinde olmasıdır. Kampüsteki binaların her birine uydu görüntüsüne göre numara verilmiştir. Binaların koordinatları hesaplanarak MATLAB programı ile ortalama bağlantı kümeleme analizi yapılmıştır. Ortalama bağlantı yöntemiyle küme haline gelmiş binalar için Şekil 2'deki dendogram elde edilmiştir.

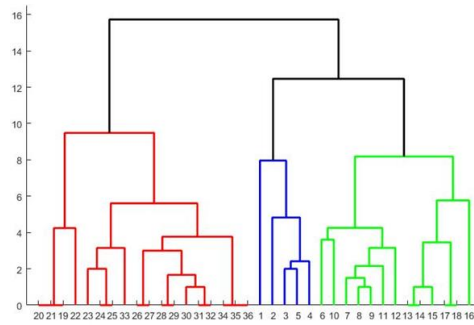
Dendogram analizine göre 0,5 benzerlik oranı için üç grup oluşturulmuştur. Üç grup oluşturulması benzerlik düzeyinin yeterli düzeyde olması ve uygulanabilir sonuçlar açısından uygun görülmüştür.

Kümeleme analizi sonuçlarına göre belirlenen gruplar Şekil 3'te gösterilmiştir. Oluşturulan gruplara göre A grubunda hukuk fakültesi ve

spor salonu, B grubunda kütüphane, enstitü binaları ve yemekhane, C grubunda ise mühendislik fakültesi, teknokent ve güzel sanatlar fakültesi bulunmaktadır.



Şekil 1. Dokuz Eylül Üniversitesi Tınaztepe Kampüsü'nün uydu görüntüsü

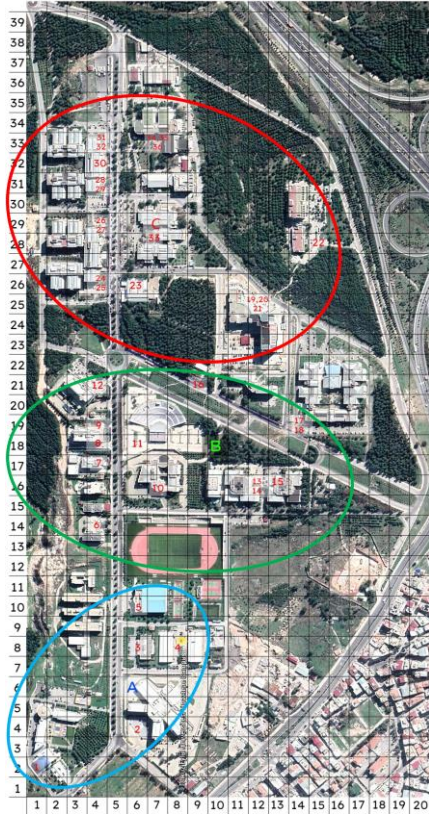


Şekil 2. Kümeleme analizine göre dendogram sonuçları



**Tablo 1.** A grubu verileri

No	Birim Tanımı	X	Y	Z	Grup	Toplam Kişi	$x = \frac{\sum_{i=1}^n x_i w_i}{\sum_{i=1}^n w_i}$	$y = \frac{\sum_{i=1}^n y_i w_i}{\sum_{i=1}^n w_i}$	$z = \frac{\sum_{i=1}^n z_i w_i}{\sum_{i=1}^n w_i}$
1	D.E.Ü. Özel 75'inci Yıl Eğitim Kurumları	1	2	155	A	132	132	264	20460
2	Hukuk Fakültesi	6	4	159	A	2553	15318	10212	405927
3	Atatürk İlkeleri ve İnk. Tarihi Enst.	6	8	168	A	111	666	888	18648
4	Yapı İşleri Dairesi Teknik Atölyeler Bir.	8	8	165	A	21	168	168	3465
5	Spor Salonu	6	10	172	A	954	5724	9540	164088

**Şekil 3.** Kümeleme analizi sonuçlarına göre gruplar

Çalışma kapsamında oluşturulan gruplar için kişi sayılarının ağırlık olarak dikkate alınacağından daha önce bahsedilmiştir. Bu bağlamda A grubu ağırlık merkezi hesabı için toplam kişi sayısı ve koordinatları Tablo 1'de verilmiştir. Bu veriler ve Eşitlik 9 kullanılarak yapılan hesaplama sonucuna göre A grubunun merkezi (6, 6, 163) noktası olarak belirlenmiştir ve "A" harfi ile Şekil 4'te gösterilmiştir.

**Şekil 4.** A grubu için alternatif öğrenci sağlık merkezi yeri

**Tablo 2.** B grubu verileri

No	Birim Tanımı	X	Y	Z	Grup	Toplam Kişi	$x = \frac{\sum_{i=1}^n x_i w_i}{\sum_{i=1}^n w_i}$	$y = \frac{\sum_{i=1}^n y_i w_i}{\sum_{i=1}^n w_i}$	$z = \frac{\sum_{i=1}^n z_i w_i}{\sum_{i=1}^n w_i}$
6	Araştırma Görevlileri Konuk Evi	4	14	172	B	97	388	1358	16684
7	Mediko Sosyal Hiz. Ünitesi	4	17	181	B	23	92	391	4163
8	Matbaa	4	18	184	B	11	44	198	2024
9	Fen Bil. Enstitüsü	4	19	184	B	1750	7000	33250	322000
10	Merkez Kütüphane	7	16	177	B	1178	8246	18848	208506
11	Amfi Tiyatro	6	18	184	B	5050	30300	90900	929200
12	Tınaztepe Sosyal Tesisleri / Yemekhane	4	21	199	B	620	2480	13020	123380
13	Denizcilik Fakültesi	12	16	188	B	1411	16932	22576	265268
14	Sosyal Bil. Enst.	12	16	188	B	3372	40464	53952	633936
15	İşletme Fakültesi	13	16	188	B	2316	30108	37056	435408
16	Tınaztepe Teknik Hiz. Şefliği	9	21	199	B	16	144	336	3184
17	Fen Fakültesi	14	19	195	B	1976	27664	37544	385320
18	Edebiyat Fakültesi	14	19	195	B	4346	60844	82574	847470

Kümeleme analizine göre B grubu için veriler Tablo 2’de verilmiştir.

Bu veriler dikkate alınarak yapılan hesaplama sonucuna göre B grubu için ağırlık merkezi (10, 18, 188) noktaları olarak belirlenmiştir ve “B” harfi ile Şekil 5’te gösterilmiştir.

C grubu için çalışmada kullanılan veriler ise Tablo 3’te verilmiştir.



**Şekil 5.** B grubu için alternatif öğrenci sağlık merkezi yeri

**Tablo 3. C grubu verileri**

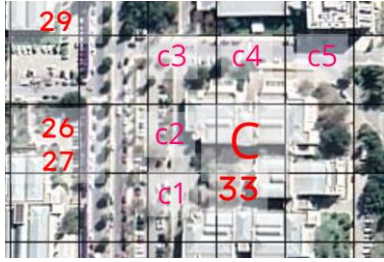
No	Birim Tanımı	X	Y	Z	Grup	Toplam Kişi	$x = \frac{\sum_{i=1}^n x_i w_i}{\sum_{i=1}^n w_i}$	$y = \frac{\sum_{i=1}^n y_i w_i}{\sum_{i=1}^n w_i}$	$z = \frac{\sum_{i=1}^n z_i w_i}{\sum_{i=1}^n w_i}$
19	Güzel Sanatlar Fakültesi	12	25	210	C	2332	27984	58300	489720
20	Güzel Sanatlar Enstitüsü	12	25	210	C	626	7512	15650	131460
21	Devlet Konservatuvarı	12	25	210	C	210	2520	5250	44100
22	Depark A.Ş. Alfa & Beta Binası	15	28	195	C	125	1875	3500	24375
23	Öğrenci Aktivite Merkezi	6	26	214	C	150	900	3900	32100
24	Mühendislik Fakültesi - Endüstri Müh.Böl.	4	26	215	C	654	2616	17005	140616
25	Mühendislik Fakültesi - Makina Müh.Böl.	4	26	215	C	1415	5660	36792	304238
26	Mühendislik Fakültesi - Tekstil Müh.Böl.	4	29	224	C	446	1783	12930	99875
27	Mühendislik Fakültesi - Elektrik Elektronik Müh.Böl.	4	29	224	C	750	3001	21756	168050
28	Mühendislik Fakültesi - Jeofizik Müh.Böl.	4	31	225	C	290	1160	8991	65257
29	Mühendislik Fakültesi - Jeoloji Müh.Böl.	4	31	225	C	626	2503	19399	140799
30	Mühendislik Fakültesi - Bilgisayar Müh.Böl.	4	32	225	C	664	2655	21237	149320
31	Mühendislik Fakültesi - Maden Müh.Böl.	4	33	225	C	727	2908	23992	163582
32	Mühendislik Fakültesi - Metalurji Malz. Müh.Böl.	4	33	225	C	437	1747	14417	98296
33	Mimarlık Fakültesi	7	28	224	C	1268	8876	35504	284032
34	Mühendislik Fakültesi Dekanlık	7	33	222	C	58	406	1914	12876
35	Mühendislik Fakültesi - İnşaat Müh.Böl.	7	33	222	C	1416	9909	46716	314272
36	Mühendislik Fakültesi - Çevre Müh.Böl.	7	33	222	C	558	3905	18409	123840

Bu veriler kullanılarak yapılan hesaplamalara göre C grubu için ağırlık merkezi noktası (7, 29, 219) olarak hesaplanmıştır (Şekil 6).



Şekil 6. C grubu için alternatif öğrenci sağlık merkezi yeri

Bu merkez noktası bina üzerine geldiği için C grubunda beş alternatif yerler belirlenmiştir (Şekil 7).



Şekil 7. C grubu için alternatif öğrenci sağlık merkezi yerleri

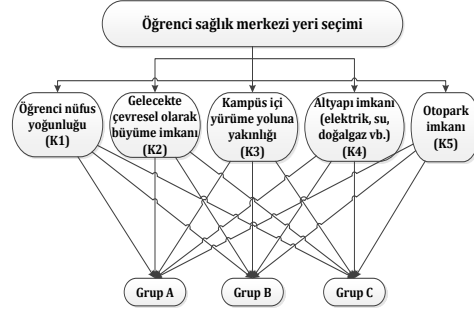
Belirlenen alternatif yerler için Eşitlik 10 kullanılarak yük-mesafe değerleri hesaplanmıştır. Sonuçlara göre C1=288,861; C2=284,337\*; C3=305,317; C4=295,239; C5=310,665 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlara göre en az yük değerine sahip C2 noktası yeni merkez olarak seçilmiştir.

### 3.2. Kriterlerin belirlenmesi

Çalışma kapsamında her bir grup için alternatif noktaları ve bu noktaların merkezleri belirlenmiştir. Bu aşamada ise bu üç alternatif yerden hangisine öğrenci sağlık merkezinin yapılacağına karar verilmiştir.

Bu karar verme için TOPSIS yönteminden faydalanılmıştır. Bu yöntemin uygulama aşaması adım adım verilmiştir. Çalışma kapsamında kullanılan kriterler uzman

görüşleri doğrultusunda belirlenmiş ve Şekil 8'de gösterilmiştir.



Şekil 8. Öğrenci sağlık merkezi yer seçimi için kriterler

Adım 1. TOPSIS yöntemi kullanılarak karar matrisi Tablo 4'teki gibi oluşturulmuştur.

Tablo 4. Karar matrisi

	K1	K2	K3	K4	K5
A	3639	2	10	6	10
B	22166	5	8	6	10
C2	12751	1	10	9	10

Adım 2. Eşitlik 1 kullanılarak normalize karar matrisi oluşturulmuş ve Tablo 5'te gösterilmiştir.

Tablo 5. Normalize karar matrisi

	K1	K2	K3	K4	K5
A	0,14088	0,36514	0,61545	0,48507	0,57735
B	0,85816	0,91287	0,49236	0,48507	0,57735
C2	0,49366	0,18257	0,61545	0,72760	0,57735

Adım 3. Ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi hesaplanırken Eşitlik 2 kullanılmıştır. Her bir kriter için ağırlıkların belirlenmesinde ise Analitik Hiyerarşi Süreci yöntemi kullanılmıştır ve veriler Tablo 6'da gösterilmiştir.



**Tablo 6.** Ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi

	K1	K2	K3	K4	K5
A	0,05625	0,03701	0,10897	0,08588	0,03911
B	0,34265	0,09252	0,08718	0,08588	0,03911
C2	0,19711	0,01850	0,10897	0,12883	0,03911

**Adım 4.** Eşitlik 3 ve Eşitlik 4 kullanılarak pozitif ve negatif ideal çözümler oluşturulmuştur. Bu değerler Tablo 7'de verilmiştir.

**Tablo 7.** Pozitif ve negatif ideal çözümlerin hesaplanması

	K1	K2	K3	K4	K5
A*	0,34265	0,09252	0,10897	0,12883	0,03911
A-	0,05625	0,01850	0,08718	0,08588	0,03911

**Adım 5.** Eşitlik 5 ve Eşitlik 6 kullanılarak alternatiflerin pozitif ve negatif çözüme uzaklıkların hesaplanmıştır (Tablo 8).

**Tablo 8.** Pozitif ve negatif ideal çözüme uzaklıklar

	(S <sub>i</sub> <sup>+</sup> )	(S <sub>i</sub> <sup>-</sup> )
A	0,08695	0,00254
B	0,00275	0,08793
C2	0,02838	0,02216

**Adım 6.** Her bir alternatif için ideal çözüme göre yakınlık değeri Eşitlik 7 kullanılarak Tablo 9'daki gibi hesaplanmıştır.

**Tablo 9.** Alternatiflerin ideal çözüme göreli yakınlığı

	C <sub>i</sub>
A	0,02833
B	0,96969
C2	0,43848

Tablo 9'daki veriler dikkate alınarak alternatifler en büyükten küçüğe olacak şekilde sıralanmıştır ve öğrenci sağlık merkezi yeri seçimi için en uygun alternatifin B grubu olduğuna karar verilmiştir.

#### 4. Sonuçlar

Yer seçim problemleri özellikle karar verme problemlerinde çok sıklıkla kullanılan problem çeşitlerinden biridir. Yer seçimi, karar vericinin birçok alternatif içerisinde belirli kriterlere dikkate alarak en uygun alternatifin seçilmesi olarak da tanımlanabilir. Bu problem çeşitleri birçok farklı problemi içermekle birlikte özellikle gerçek hayat uygulamaları açısından kısıtlıdır. Yer seçimi problemlerinde bir gerçek hayat uygulaması olarak bu çalışmada bir üniversite için öğrenci sağlık merkezi yeri seçimi dikkate alınmıştır.

Öğrenci sağlık merkezi için yer seçimi artan öğrenci yoğunluğu ve genişleyen kampüsler açısından olası bir acil durumda (bayılma, yaralanma, zehirlenme vb.), ilk yardımın yapılabilmesi için bu ihtiyacının ne kadar önemli olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla kritik öneme sahip olduğu için gerçek veriler doğrultusunda bu çalışmada öğrenci sağlık merkezi yer seçimi için bir gerçek uygulama yapılmıştır. Bir gerçek hayat uygulaması olması ve kullanıldığı yöntemlerin birlikte ele alınması bakımından bu çalışma ÇKKV literatüründe bir boşluğu doldurmuştur. Yapılan bu uygulamada alternatifler ağırlık merkezi yöntemine göre belirlenmiştir. Belirlenen alternatifler ve kriterler TOPSIS yöntemi kullanılarak birlikte dikkate alınmış ve çözülmüştür.

Alternatifleri belirlenirken sadece x ve y koordinatları değil, aynı zamanda kampüs alanı eğimli olduğu için z eksenine de dikkate alınmıştır. Öğrenci sağlık merkezi için A, B ve C alternatifleri ile kriterler TOPSIS yöntemine göre çözülmüştür. Yöntem sonunda B noktasının öğrenci sağlık merkezi için en uygun yer olduğu görülmüştür. Çalışmada kullanılan kriter sayısının fazla olmaması çalışmanın sınırlaması olarak değerlendirilebilir.

Gelecek çalışmalar açısından bu model diğer illerdeki üniversitelere de uygulanabilir. İhtiyaç duyulan farklı seçim problemleri bu yöntem ile çözülebilir. Ayrıca, matematiksel model veya farklı ÇKKV yöntemleri kullanılarak sonuçların kıyaslanması yapılabilir.

## Kaynakça

- [1] Chen, K., Blong, R., Jacobson, C., (2001). MCE-RISK: integrating multicriteria evaluation and GIS for risk decision-making in natural hazards. *Environmental Modelling and Software*, 16, 387-397.
- [2] Healey, M., Ilbery, B., (1990). *Location and Change: Perspectives on Economic Geography*. Oxford University Press.
- [3] İnce Ö, Bedir N, Eren T., (2016). Hastane kuruluş yeri seçimi probleminin analitik hiyerarşi süreci ile modellenmesi: Tuzla ilçesi uygulaması. *Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*;1(3):08–21.
- [4] Chiu JE, Tsai HH., (2013). In: Applying analytic hierarchy process to select optimal expansion of hospital location, the case of a Regional Teaching Hospital in Yunlin;p. 2013. doi: 10.1109/ICSSM.6602588.
- [5] Wu CR , Lin CT , Chen HC., (2007). Optimal selection of location for Taiwanese hospitals to ensure a competitive advantage by using the analytic hierarchy process and sensitivity analysis. *Build Environment*;42:1431–44.
- [6] Wu CR , Lin CT , Chen HC., (2009). Integrated environmental assessment of the location selection with fuzzy analytical network process. *Qual Quant*;43:351–80.
- [7] Vahidnia MH, Alesheikh AA, Alimohammadi A., (2009). Hospital site selection using fuzzy AHP and its derivatives. *J Environ Manage*; 90(10):3048–56.
- [8] Murad AA., (2007). Creating a GIS application for health services at Jeddah city. *Comput Bio Med*;37:879–89.
- [9] Sharmin N , Neema MN., (2013). A GIS-based multicriteria analysis to site appropriate locations of hospitals in Dhaka City. *Hospital (Rio J)*;8:0–37.
- [10] Rahimi F, Goli A, Rezaee R., (2017). Hospital location-allocation in Shiraz using geographical information system (GIS). *Shiraz E-Med J*;18(8):e57572. doi: 10.5812/semj.57572.
- [11] Sipahi, S., Timor, M., (2010). The analytic hierarchy process and analytic network process: an overview of applications. *Management Decision* 48(5), 775–808. doi: 10.1108/00251741011043920.
- [12] Zhang W , Cao K , Liu S , Huang B., (2016). A multi-objective optimization approach for health-care facility location-allocation problems in highly developed cities such as Hong Kong. *Comput Environ Urban Syst*;59:220–30.
- [13] Velasquez M , Hester PT., (2013). An analysis of multi-criteria decision making methods. *Int J Oper Res*;10(2):56–66.
- [14] Dyer JS., (2005). Multiattribute Utility Theory. In: Greco S, Ehrgott M, Figueira J, editors. *Multiple criteria decision Analysis: state of the art surveys*. New York: Springer;p. 265–92.
- [15] Chen, C. T., Lin, C. T., Huang, S. F., (2006). A fuzzy approach for supplier evaluation and selection in supply chain management. *International Journal of Production Economics*, 102, 289–301.
- [16] Banaeian, N., Mobli, H., Fahimnia, B., Nielsen, I. E., & Omid, M., (2018). Green supplier selection using fuzzy group decision making methods: A case study from the agri-food industry. *Computers & Operations Research*, 89, 337-347.
- [17] Wang Chen, H. M., Chou, S. Y., Luu, Q. D., Yu, T. H. K., (2016). A fuzzy MCDM approach for green supplier selection from the economic and environmental aspects. *Mathematical Problems in Engineering*, 1-10.
- [18] Wang, W. P., (2009). Toward developing agility evaluation of mass customization systems using 2-tuple linguistic computing. *Expert Systems with Applications*, 36, 3439–3447.
- [19] Shih, H. S., (2008). Incremental analysis for MCDM with an application to group TOPSIS. *European Journal of Operational Research*, 186, 720–734
- [20] Alimoradi, A., Yussuf, R. M., Zulkifli, N., (2011). A hybrid model for remanufacturing facility location problem in a closed-loop supply chain. *International Journal of Sustainable Engineering*, 4(1), 16–23.
- [21] Awasthi, A., Chauhan, S. S., Omrani, H., Panahi, A., (2011). A hybrid approach based on SERVQUAL and fuzzy TOPSIS for evaluating transportation service quality. *Computers & Industrial Engineering*, 61, 637–646.
- [22] Kuo, M. S., (2011). Optimal location selection for an international distribution center by using a new hybrid method. *Expert Systems with Applications*, 38, 7208–7221.
- [23] Kuo, M. S., Liang, G. S., (2011). A novel hybrid decision-making model for selecting locations in a fuzzy environment. *Mathematical and Computer Modeling*, 54, 88–104.
- [24] Ning, X., Lam, K. C., Lam, M. C. K., (2011). A decision-making system for construction site layout planning. *Automation in Construction*, 20, 459–473.
- [25] Vijay M. A., Shankar, C., (2010). A TOPSIS Method-based Approach to Machine Tool selection. *Proceedings of the 2010 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Dhaka, Bangladesh, January 9–10*.
- [26] Moghasssem, A. R., (2010). Application of TOPSIS approach on parameters selection problem for rotor spinning machine. *Fibers and Polymers*, 11(4), 669–675.
- [27] Behzadian, M., Otaghsara, S. K., Yazdani, M., Ignatius, J., (2012). A state-of-the-art survey of TOPSIS applications. *Expert Systems with Applications*, 39(17), 13051–13069.
- [28] Ahmed A, Mahmoud H, Aly AMM., (2016). Site suitability evaluation for sustainable distribution of hospital using spatial information technologies and AHP: a case study of upper Egypt, Aswan City. *J Geography Information Syst*;8:578–94.
- [29] Hwang, C. L., Yoon, K., (1981). *Multiple attributes decision-making methods and applications*. Heidelberg: Springer.
- [30] Chen, P., (2019). Effects of normalization on the entropy-based TOPSIS method. *Expert Systems with Applications*, 136(1), 33-41.
- [31] M. A. Cherier, M. Bennekrouf and S. M. Meliani, "The Application of AHP-TOPSIS Methodology for Selection of Agriculture Farms in Tomato Processing Industry: Algerian Case Study," 2020

- IEEE 13th International Colloquium of Logistics and Supply Chain Management (LOGISTIQUA), Fez, Morocco, 2020, pp. 1-5, doi: 10.1109/LOGISTIQUA49782.2020.9353915.
- [32] Y. S. Bagi, S. Suyono and M. F. Tomatala, "Decision Support System for High Achieving Students Selection Using AHP and TOPSIS," 2020 2nd International Conference on Cybernetics and Intelligent System (ICORIS), Manado, Indonesia, 2020, pp. 1-5, doi: 10.1109/ICORIS50180.2020.9320823.
- [33] S. A. Shaikh, M. A. Memon, M. Prokop and K. Kim, "An AHP/TOPSIS-Based Approach for an Optimal Site Selection of a Commercial Opening Utilizing GeoSpatial Data," 2020 IEEE International Conference on Big Data and Smart Computing (BigComp), Busan, Korea (South), 2020, pp. 295-302, doi: 10.1109/BigComp48618.2020.00-58.
- [34] A. D. Setiawan, A. Hidayatno, B. D. Putra and I. Rahman, "Selection of Charging Station Technology to Support the Adoption of Electric Vehicles in Indonesia with the AHP-TOPSIS Method," 2020 3rd International Conference on Power and Energy Applications (ICPEA), Busan, Korea (South), 2020, pp. 85-88, doi: 10.1109/ICPEA49807.2020.9280125.
- [35] M. A. Nazari, M. E. Haj Assad, S. Haghghat and A. Maleki, "Applying TOPSIS Method for Wind Farm Site Selection in Iran," 2020 Advances in Science and Engineering Technology International Conferences (ASET), Dubai, United Arab Emirates, 2020, pp. 1-4, doi: 10.1109/ASET48392.2020.9118223.
- [36] Baranitharan, P., Ramesh, K., Sakthivel, R., (2019). Multi-attribute decision-making approach for Aegle marmelos pyrolysis process using TOPSIS and Grey Relational Analysis: Assessment of engine emissions through novel Infrared thermography. *Journal of Cleaner Production*, 234 (2019) 315-328.
- [37] Farias Aires, R. F., Ferreira, L. (2019). A new approach to avoid rank reversal cases in the TOPSIS method. *Computers & Industrial Engineering*, 132, 84-97.
- [38] Romesburg, C. (2004). *Cluster analysis for researchers*. Lulu Press.
- [39] K. Winarso, S. Akhmad, R. Hidayat and A. Arendra, "Determining The Location Point of Aggregation Warehouse for Salt Supply Chain," 2020 6th Information Technology International Seminar (ITIS), Surabaya, Indonesia, 2020, pp. 188-192, doi: 10.1109/ITIS50118.2020.9320963.
- [40] A. Rautela, S. K. Sharma, and P. Bhardwaj, "Vehicle routing approach for an efficient distribution: A case of a state-owned Indian cooperative dairy," *Int. J. Procure. Manag.*, vol. 10, no. 6, pp. 776-789, 2017, doi: 10.1504/IJPM.2017.087319.