

Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleriyle Otogar Lokasyon Seçimi: İstanbul İli Örneği¹ (Bus Terminal Location Selection with Multi Criteria Decision Making Methods: The Case of İstanbul Province)

Hazar DÖRDÜNCÜ^{ID} ^a Barış Erkan YAZICI^{ID} ^b Uğur Orhan KARAKÖPRÜ^{ID} ^b

^a Nişantaşı Üniversitesi, İktisadi, İdari ve Sosyal Bilimler Fakültesi Uluslararası Ticaret ve Lojistik Bölümü, İstanbul, Türkiye. hazar.dorduncu@nisantasi.edu.tr

^b Nişantaşı Üniversitesi, İktisadi, İdari ve Sosyal Bilimler Fakültesi Finans ve Bankacılık Bölümü, İstanbul, Türkiye. baris.yazici@nisantasi.edu.tr

^c Nişantaşı Üniversitesi, İktisadi, İdari ve Sosyal Bilimler Fakültesi Uluslararası Ticaret ve Lojistik Bölümü, İstanbul, Türkiye. orhan.karakopru@nisantasi.edu.tr

MAKALE BİLGİSİ

ÖZET

Anahtar Kelimeler:

AHS
TOPSIS
Çok Kriterli Karar Verme
Lokasyon Seçimi
İstanbul Otogar

Gönderilme Tarihi 20 Ekim
2021
Revizyon Tarihi 10 Aralık
2021
Kabul Tarihi 20 Aralık 2021

Makale Kategorisi:
Araştırma Makalesi

Amaç – Karayolu taşımacılığı, ülke içi yolcu ve yük taşımacılığında kullanılan en yaygın taşımacılık modudur. Otogarlar ise karayolu taşımacılığının bel kemiği olarak görülebilmektedir. Otogarların lokasyonu, otogarların kullanılabilirliği açısından çok önemli bir yere sahiptir. Bu çalışma ile İstanbul ili dinamikleri çerçevesinde en uygun otogar yeri lokasyon seçimi çalışması yapılmıştır.

Yöntem – Bu çalışmada, çok kriterli karar verme yöntemlerinden analitik hiyerarşi süreci ve TOPSIS kullanılarak iki aşamalı hibrid bir model önerilmiştir. Modelin uygulanışını göstermek adına İstanbul ili için üç farklı alternatif; (i) Başakşehir ilçesine yapılacak yeni otogar, (ii) Sultangazi ilçesine yapılacak yeni otogar ve (iii) Alibeyköy Cep Otogarı'nın genişletilmesi, olarak belirlenmiştir. Yine bu alternatiflerin değerlendirilmesi aşamasında üç ana kriter ve on üç alt kriter belirlenmiştir. İlk aşamada uzman görüşü yöntemiyle kriterlerin ve alt kriterlerin ağırlıkları analitik hiyerarşi süreci yöntemiyle belirlenmiştir. İkinci aşamada ise TOPSIS yöntemiyle belirlenen kriter ağırlıklarına bağlı olarak alternatifler değerlendirilmiş ve sıralanmıştır.

Bulgular – Önerilen model ile yapılan hesaplamalara göre, Alibeyköy Cep Otogarı'nın Genişletilmesi alternatifi en uygun alternatif olarak belirlenmiştir. Sultangazi İlçesine Yapılacak Yeni Otogar ikinci en iyi alternatif olurken, Başakşehir İlçesine Yapılacak Yeni Otogar alternatifi en kötü alternatif olarak belirlenmiştir.

Tartışma – Bu çalışmada, İstanbul ilinin ihtiyaç duyduğu otogar ihtiyacı alternatif olarak getirilen üç olasılık üzerinden çok kriterli karar verme yöntemleri ile değerlendirilmiştir. Alternatiflerden hangisinin daha uygun ve efektif olacağı araştırılmıştır. Gelecekteki çalışmalarda, modelin daha iyi çalışabilmesi için daha fazla uzman ile görüşerek kriter ağırlıkları belirlenebilir. Modelin geliştirilmesi için farklı yöntemler ve kriterler modele eklenebilir.

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Keywords:

AHP
TOPSIS
Multi-Criteria Decision
Making
Optimal Location
İstanbul Bus Terminal

Received 20 October 2021
Revised 10 December 2021
Accepted 20 December
2021

Article Classification:
Research Article

Purpose – Road transport is the most common mode of transport used in domestic passenger and freight transport. Bus terminals can be seen as the backbone of road transport. The location of the bus terminals is important as it effects the use of busses for road transport. With this study, the most suitable bus terminal location selection study was carried out within the framework of İstanbul province dynamics.

Design/methodology/approach – The location of the bus terminals is important as it effects the use of busses for road transport. In this study, a two-stage hybrid AHP-TOPSIS model has been proposed to determine the optimal bus terminal location. To illustrate the application of the proposed model, three different alternatives for the İstanbul province; (i) the new bus station to be built in Başakşehir district, (ii) the new bus station to be built in the Sultangazi district and (iii) the expansion of Alibeyköy Pocket Bus Terminal have been evaluated. To evaluate the alternatives, three main criteria and thirteen sub-criteria were determined. In the first stage, the weights of the criteria and sub-criteria have been determined by using Analytical Hierarchy Process based on the expert opinions. In the second stage, the alternatives have been evaluated and ranked by using TOPSIS method based on the criteria weights determined.

Findings – As result, it has been determined that the optimal alternative is the expansion of Alibeyköy Bus Terminal. Whilst the New Bus Terminal that will be built in Sultangazi District emerges as the second best alternative, the New Bus Terminal alternative that will be built in Başakşehir District is found to be the worst alternative.

¹ Bu araştırma yazarların Nişantaşı Üniversitesi'nde 2019 yılında başladıkları Bilimsel Akademik Proje kapsamında hazırlanmıştır.

Önerilen Atıf/ Suggested Citation

Dördüncü, H., Yazıcı, B.E., Karaköprü, U.O., (2021). Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleriyle Otogar Lokasyon Seçimi: İstanbul İli Örneği, *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 13 (4), 3742-3754.

Discussions – In this study, the need for a bus station in Istanbul was evaluated with multi-criteria decision making methods over three alternative possibilities. More suitable and effective alternatives have been researched. In the future studies, for the purpose of the better functioning of the model, the weight of the criteria can be adjusted by interviewing more experts. For developing the model further, different methods and criteria can also be integrated into the model.

1. Giriş

Karayolu taşımacılığı, ülke içi taşımacılığın belkemiği olarak nitelendirilebilir. Bunun kanıtı olarak, Türkiye’de, ülke içinde yolcu taşımacılığında en çok kullanılan taşıma modunun 95,2% ile karayolu olması gösterilebilir. Yük taşımacılığında ise bu oran 76,1% olarak gözlemlenmiştir. Karayolu taşımacılığı sadece Türkiye’de değil, Dünya çapında taşımacılıkta en çok kullanılan taşıma modlarından biridir. ABD’de yolcu taşımacılığının 89%’u ve yük taşımacılığının 69,5%’si, Avrupa Birliği’nde yolcu taşımacılığının 79%’u ve yük taşımacılığının 45%’si karayolu taşımacılığı ile gerçekleştirilmektedir (Türkiye Cumhuriyeti Dışişleri Bakanlığı, 2021). Buna bağlı olarak, şehirlerdeki gelişim ve nüfus artışı da göz önüne alındığında otogarların ihtiyaca bağlı olarak genişletilmesi veya yeni otogarlara ihtiyaç duyulması kaçınılmazdır. Öyleki Büyük İstanbul Otogarının hizmete alındığı 1994 yılında 8.622.000 olan İstanbul’un nüfusu sadece 27 yılda neredeyse iki katına çıkmış ve 16.000.000’a ulaşmıştır (İBB, 2021). Bu çalışma kapsamında yaşanan nüfus artışına paralel olarak hızla gelişen ulaşım ve altyapı yatırımlarının merkezinde bulunan İstanbul ilinin seçilme nedenidir.

Lokasyon seçimi, son yıllarda akademik çevre tarafından ilgi ile takip edilen bir problemdir. Depo, hastane, lojistik merkezi vb. gibi birçok farklı tesisin lokasyon seçimi için çalışmalar yapılmıştır. Otogarların lokasyon seçimi için ise literatürde çok daha az çalışma bulunmaktadır. Yazarların bilgisine göre, Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) ve TOPSIS yöntemleriyle, otogar lokasyonu seçimi probleminde çok nadir olarak kullanılmaktadır.

Bu çalışmada, otogar lokasyonu seçimi problem için çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHS ve TOPSIS yöntemleriyle iki aşamalı bir model önerilmiştir. Modelin çalışma prensibinin daha rahat anlaşılması ve modelin testi için İstanbul’da yapılması planlanan yeni otogar için üç farklı alternatif belirlenmiştir. Bunlar; (i) Başakşehir ilçesine yeni otogar yapılması, (ii) Sultangazi ilçesine yeni otogar yapılması ve (iii) Alibeyköy Cep Otogarının genişletilmesidir. Modelde kullanılmak üzere üç ana kriter belirlenmiştir. Bu ana kriterler; (i) Konum ve Erişilebilirlik, (ii) İlçenin Demografik Özellikleri ve (iii) Altyapı-Çevre Özellikleri olarak belirlenmiştir. Her bir kriter için alt kriterler belirlenmiş ve bu alt kriterlerin verileri toplanmıştır. Alt kriterlerin ağırlıklandırılması için uzman görüşü yöntemine başvurulmuş ve alternatifler, uygulanan modelin sonucuna göre sıralanmıştır.

Bu çalışma kapsamında; ilk bölümde konuya genel bir giriş yapılmıştır, sonraki bölümde konu ile ilgili literatür taraması yapılmış, daha sonrasında önerilen modelde kullanılan yöntemler detaylıca açıklanmıştır. Sonraki bölümde modelin uygulaması yapılmış ve sonuçları verilmiştir. Son olarak, sonuçlar ve gelecek çalışmalar hakkında tartışma yapılmıştır.

2. Literatür Taraması

Tesis yeri lokasyon seçim problemi, akademik çevre tarafından her zaman ilgi ile takip edilmiştir. Buna rağmen, karayolu taşımacılığının belkemiği olan otogarların lokasyon seçimi ile ilgili yapılmış çok fazla çalışma bulunmamaktadır.

Literatürde, çok kriterli karar verme yöntemlerinin birçok farklı problem ve birçok farklı sektörde uygulamaları bulunmaktadır. Tedarikçi seçimi (Önüt, Kara, & Işık, 2009), yeşil lojistik (Yazdani, 2014), eğitim (Kabak & Dağdeviren, 2014), sağlık (Liu, Yang, Liu, & Tzeng, 2019)örnek olarak gösterilebilir.

Çok kriterli karar verme yöntemleri, lokasyon probleminin çözümü için birçok farklı çalışmada kullanılmıştır. Chen (2001), dağıtım merkezi yeri seçimi için bulanık çok kriterli karar verme yaklaşımını kullanarak bir model önermiştir. Kahraman vd. (Kahraman, Cebeci, & Ruan, 2004), dört farklı çok kriterli karar verme yöntemiyle tesis yeri seçimi problemini çözmeye çalışmış ve bu dört farklı yöntemle çıkan sonuçları karşılaştırmıştır. Farahani ve Asgari (Farahani & Asgari, 2007), TOPSIS yöntemiyle askeri depoların kurulum yeri seçimi probleminin çözümü için bir model önermiştir. Anagnostopoulos vd. (2008), tesis yeri seçimi için bulanık çok kriterli karar verme yaklaşımını kullanmıştır. Tabari vd. (2008) konteyner limanı yeri seçimi için bulanık analitik hiyerarşi süreciyle bir model önermiştir. Chou (2007), deniz taşımacılığı merkezi

kurulumunda lokasyon seçimi için bulanık çok kriterli karar verme yöntemlerini kullanarak bir model önermiştir. Shen ve Yu (2009), tesis yeri seçimi problemi için bulanık faktör değerlendirme sistemi kullanarak bir model önermiştir 2010 yılında Athawale vd. bina kuruluşu yer seçiminde PROMETHEE II yöntemini kullanarak mevcut tesislerin yer değiştirme maliyetini ortadan kaldırmaya çalışmışlardır (Athawale & Chakraborty, Facility Location Selection using PROMETHEE II Method, 2010). 2012 yılında yine Athawale ve Chakraborty bir tesis yer seçim kararı süreci için yine PROMETHEE II yöntemini kullanmışlardır (Athawale & Chakraborty, Decision Making for Facility Location Selection Using PROMETHEE II Method, 2012). 2014 yılında Eroğlu vd. tarafından yapılan bir araştırmada da tehlikeli madde depo yeri seçimi için gerekli niteliklerin belirlenmesi ve belirlenen bu niteliklerin bulanık AHS yöntemi ile önem derecelerinin bulunması amaçlanmıştır (Eroğlu, Bali, & Gencer, 2014). 2018 yılında Solangi vd. Pakistan'da rüzgâr santrali kurulumu için yer seçiminde AHS ve TOPSIS yöntemi kullanmışlardır (Solangi, Tan, Khan, Mirjat, & Ahmed, 2018). Son olarak yılında 2020 yılında Erdinç tarafından hazırlanan yüksek lisans tezinde ise AHS yöntemi kullanılarak Isparta ili için otogar yeri önermesi yapılmıştır (Erdinç, 2020).

Bu çalışma kapsamında da İstanbul ili için otogar lokasyonu seçimi problemi sorunsalına çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHS ve TOPSIS yöntemleriyle 3 alternatif değerlendirilmiştir.

3. Yöntem

Bu bölümde, önerilen modelde kullanılan metotlar ve metotlar kullanılan ana ve alt kriterler açıklanmıştır.

3.1. Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS)

1970'li yıllarda Profesör Thomas L. Saaty tarafınca geliştirilmiş olan AHS yöntemi, birden fazla kritere sahip karmaşık problemlerin çözüme ulaştırılmasına kullanılmakta olan bir karar verme yöntemidir (Saaty, 1990). AHS sunduğu hiyerarşi, karar vericilerin sahip olduğu karmaşık problemler, problemlerin esas hedefini, kriterini ve alt kriterlerin ve alternatifleri aralarındaki bağlantıyı sunan bir modellemedir.

AHS ile kişisel değerler ve yargılar tek bir mantıksal sistem içinde toplanmaktadır. Ürün, yaratıcılık, tecrübe ve bilginin oluşturduğu hiyerarşi ile mantık ve sezgi yargıları ortaya çıkmaktadır. İlk etapta kabul edilerek devam edilmesinin ardından AHS, problem içinde bir parçanın elemanları ile diğer parçaların birleşmesi neticesine erişebilmek için ne şekilde bir yol izleneceğini temsil etmektedir (A.Taha, 1997).

Hedeflerin ve alt hedeflerin belirlenmesinin ardından ortaya çıkan faktörler önem düzeylerine göre ikili karşılaştırma matrislerini meydana getirmektedir. Matrislerin oluşumunda genellikle, Saaty tarafınca önerilmekte olan 1-9 önem skalası kullanılmaktadır. Bu önem skalası değerleri Tablo 1'de görülmektedir.

Yapılmakta olan çalışmalar neticesinde verilebilecek karar pek çok kişiye etki edecek yapısal özelliklerde ise ikili karşılaştırma oluşturulurken farklı bireylerin yargılarının birleşimi ile oluşum sağlanır.

Karar verme probleminde çözüme AHS ile gidilebilmesi için izlenmesi gereken yöntemler aşamalı olarak aşağıda verilmiştir (Beck & Lin, 1981).

Adım 1: Karar Verme Probleminin Tanımlanması

Karar verme problemi tanımlanırken iki aşama meydana gelir. İlk aşama itibarıyla karar noktaları belirlenir. Bu kararın kaç adet sonuç ile değerlendirileceğinin sorusunu cevaplamaktadır. İkinci gelen aşamada ise karar noktalarına etki eden faktörler belirlenmektedir. Bununla beraber karar noktalarının sayısal değeri m ile etki eden faktör sayıları da n ile ifade edilmektedir.

Adım 2: Faktörler Arası Karşılaştırma Matrisinin Oluşturulması

Faktörlerin arasındaki karşılaştırma kare matrisinin boyutu $n \times n$ tipindedir.

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

Faktörler karşılaştırılırken, birbirlerine kıyasla sahip oldukları önem değerince birebir ve karşılıklı şekilde yapılmaktadır. Bu durum Tablo 1'de verilmiştir.

Faktörlerin karşılaştırılması, birbirlerine göre sahip oldukları önem değerlerine göre birebir ve karşılıklı yapılır. Karşılaştırmalar yapılırken matrisin tüm değerlerinde köşegenin 1 olduğu yerlerde değerlendirme yapılır. Altında kalan bileşenlerde ise $a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}}$ formülü kullanılır.

Tablo 1: AHS Önem Skalası

Önem Değerleri	Değer Tanımları
1	Her iki faktörün eşit öneme sahip olması durumu
3	1. Faktörün 2. faktörden daha önemli olması durumu
5	1. Faktörün 2. faktörden çok önemli olması durumu
7	1. Faktörün 2. faktöre nazaran çok güçlü bir öneme sahip olması durumu
9	1. Faktörün 2. faktöre nazaran mutlak üstün bir öneme sahip olması durumu
2,4,6,8	Ara değerler

Adım 3: Faktörlerin Yüzde Önem Dağılımlarının Belirlenmesi

Karşılaştırma matrisi ile faktörler arasındaki önem seviyesi belli bir mantık algoritması içerisinde sıralanır. Fakat bu matrislerin yüzde önem dağılımlarının belirlenebilmesi için, karşılaştırma matrisini meydana getiren sütun vektörlerinden faydalanılır. n adet bileşen içeren B sütun vektörünün oluşturulması gereklidir.

$$B_i = \begin{bmatrix} b_{11} \\ b_{12} \\ b_{13} \\ \dots \\ b_{1n} \end{bmatrix}$$

B sütun vektörü hesaplanmasında kullanılan formül şu şekildedir:

$$b_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}}$$

Bu adımlar diğer değerlendirme faktörlerinin içerisinde tekrardan oluşturulduğu zaman faktör sayısının miktarı kadar B sütun vektör miktarı elde edilir. n tane B sütun vektörünün bir matris formunda toplanması ile

C

matrisi

meydana

gelecektir.

$$C = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & c_{13} & \dots & c_{1n} \\ c_{21} & c_{22} & c_{23} & \dots & c_{2n} \\ c_{31} & c_{31} & c_{33} & \dots & c_{3n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ c_{n1} & c_{n2} & c_{n3} & \dots & c_{nn} \end{bmatrix}$$

Faydalanılan C matrisi ile faktörlerin arasındaki önem değerini belli eden yüzde önem dağılımları oluşturulmaktadır. $w_i = \frac{\sum_{j=1}^n c_{ij}}{n}$ formülünde ifade edildiği şekli ile C matrisini meydana getirmekte olan satır bileşenleri arasındaki aritmetik ortalama alınarak, Öncelik Vektörü adı verilen W sütun vektörünün oluşumu sağlanır.

$$W = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_3 \\ \dots \\ w_n \end{bmatrix}$$

Adım 4: Faktör Kıyaslamalarındaki Tutarlılığın Ölçülmesi

AHS'nin kendi içerisindeki tutarlı sistematığı var olsa bile sonuçların gerçekliği için karar vericinin faktörleri arasında yapmış olduğu birebir karşılaştırmada yer alan tutarlılık önem teşkil etmektedir. Bu tutarlılığın ölçülebilmesi adına AHS, bir süreç sunmaktadır. Netice itibariyle elde edilmekte olan Tutarlılık Oranı (CR), bulunmakta olan öncelik vektörü ve bu yüzden faktörlerin aralarındaki birebir karşılaştırmaların tutarlılığında kontrol imkânı sunabilmektedir. A karşılaştırma matrisi ile W öncelik vektörlerinin matris çarpımı sonucunda ise D sütun vektörü meydana çıkar

$$D = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_3 \\ \dots \\ w_n \end{bmatrix}$$

$E_i = \frac{d_i}{w_i}$ formülü kullanılarak, D sütun vektörüyle W sütun vektörlerinin karşılıklı olarak elemanlarının bölümlerinden her bir değerlendirme faktörüne yönelik temel değer E, elde edilmektedir.

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{n}$$

Sonucunun hesaplanmasının ardından Tutarlılık Göstergesi formülü aşağıda verilmiştir.

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1}$$

Tutarlılık Göstergesi (CI), Ortalama Rassel Tutarlılık (RI) değerine bölünerek Tutarlılık Oranı (CR) hesaplanır. Her N değerine karşılık gelen Ortalama Rassel Tutarlılık (RI) değerleri Tablo 2'de görülebilir.

Tablo 2: Ortalama Rassel Tutarlılık (RI) Değerleri (Özyörük & Özcan, 2008)

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9
RI	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45

Hesaplanan değerlerin geçerli sayılabilmesi için, Tutarlılık Oranı değerleri 0,10'un altında olmalıdır. Ters durumda hesaplamalar geçersiz sayılmalıdır.

Adım 5: Her Bir Faktör İçin, m Karar Noktasındaki Yüzde Önem Dağılımlarının Bulunması

Bu adımda anlatılmış olan şekillerde sadece bir seferlik, faktörlerin her biri kapsamında karar noktalarının yüzde önem dağılımları ortaya çıkmaktadır. Bir diğer ifade ile matris işlemleri ile birebir karşılaştırmalar faktörlerin sayısı yani n tekrar ile tekrarlanmaktadır. Fakat bu noktada faktörlerin her birisi için karar noktalarında kullanılacak G karşılaştırma matrislerinin boyutu mxm tipinde olacaktır. Karşılaştırma işlemlerinin her birinin ardından, yüzde dağılımlarını temsil eden S sütun vektörleri elde edilecektir.

$$S_i = \begin{bmatrix} S_{11} \\ S_{21} \\ \dots \\ S_{m1} \end{bmatrix}$$

Adım 6: Karar Noktalarındaki Sonuç Dağılımının Bulunması

Bu noktada ilk olarak, yukarıda anlatılmış olan n adet mx1 tipindeki S sütun vektöründen oluşan ve mxn tipindeki K karar matrisi meydana gelir.

$$K = \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} & S_{13} & \dots & S_{1n} \\ S_{21} & S_{22} & S_{23} & \dots & S_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ S_{m1} & S_{m2} & S_{m3} & \dots & S_{mn} \end{bmatrix}$$

Adım 6: Karar Noktalarının Yüzde Dağılımlarının Hesaplanması

Sonuç olarak karar matrisi W sütun vektörüyle çarpılarak m elemana sahip L sütun vektörü oluşmaktadır. L sütun vektörü ile karar noktalarının yüzde dağılımları ifade edilmektedir. Vektörün elemanları toplamı ise 1'dir.

$$L = \begin{bmatrix} s_{11} & s_{12} & s_{13} & \dots & s_{1n} \\ s_{21} & s_{22} & s_{23} & \dots & s_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ s_{m1} & s_{m2} & s_{m3} & \dots & s_{mn} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_3 \\ \dots \\ w_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} w_1s_{11} + w_2s_{12} + w_3s_{13} + \dots + w_ns_{1n} \\ w_1s_{21} + w_2s_{22} + w_3s_{23} + \dots + w_ns_{2n} \\ \dots \\ w_1s_{m1} + w_2s_{m2} + w_3s_{m3} + \dots + w_ns_{mn} \end{bmatrix}$$

3.2.TOPSIS

TOPSIS yönteminin doğuşu, Yoon ve Hwang (1981) tarafından ELECTRE metoduna bir alternatif olması şekli ile geliştirilmiş olan çoklu karar verme yönteminden meydana gelmektedir. Metot;

- Gerçekçi ve anlaşılır bir mantığa sahip olması,
- Adımlarının ve hesaplama prosedürlerinin basit olması,
- En iyi alternatiflerin oluşabilmesi için kriterlerin basit düzeyde matematik içermesine izin vermesi,
- Karşılaştırma prosedürlerine, önem ağırlıklarının da dâhil edilmesini içermektedir (Temuçin, Tozan, Valíček, & Harničárová, 2013).

Metot algoritması kapsamında sekiz adet adım mevcuttur ve adımların içermekte oldukları formüller şu şekildedir (Temuçin, Tozan, Valíček, & Harničárová, 2013):

Adım 1: Karar(A) ve ağırlık(W) matrislerinin oluşturulması (Alternatiflerin, kriterlerin ve ağırlıkların belirlenmesi)

Öncelikle, Karar matrisi (A) tanımlanır. Bu bölümlerden alternatifler a_1, a_2, \dots, a_m ile; her kriter hakkında alternatiflerin performansları a_{mn} ($i=1,2,\dots,m$)($j=1,2,\dots,n$) ile tanımlanır. Karar matrisi, karar verici tarafından geliştirilen başlangıç matrisidir.

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

Adım 2: Kriterlerin aynı tipe dönüştürülmesi

Dönüştürme işlemi, 1'in istenilen kriter sütununun değerlerine bölünmesi ile yapılır. Yani, tüm kriterleri yarar (kar) kriteri yapmak istediğimizde, zarar (maliyet) kriterlerinin çarpmaya göre tersinin alınması gerekir.

Adım 3: Normalize edilmiş karar matrisinin(X) oluşturulması

Karar matrisi verileri, farklı kaynaklardan edinildiği için, değişik kriterlerin karşılaştırılmasına izin verilebilmesi maksadıyla birimsiz bir matrise dönüşüm yapabilmek için normalize etmek gereklidir. Normalize edilmiş karar matrisi, aşağıdaki formülle matrisinin elemanları kullanılarak hesaplanır:

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m a_{ij}^2}}, i = 1,2,\dots, m \text{ and } j = 1,2,\dots, n$$

Adım 4: Ağırlıklandırılmış normalize edilmiş karar matrisinin(Y) oluşturulması

Kriterlerin önem dereceleri, karar vericiler için farklı olabilir. Ağırlıklandırılmış normalize edilmiş karar matrisi, aşağıdaki formül kullanılarak oluşturulur:

$$v_{ij} = r_{ij} \cdot w_j$$

w_j , j'inci kriterin ağırlığını ifade etmektedir.

Adım 5: Pozitif ve negatif ideal çözümlerin belirlenmesi

Yarar (kar) ve zarar (maliyet) olmak üzere iki tip kriter vardır. Kriter tipi, pozitif ve negatif ideal çözüm setini bulmak için kullanılan metoda göre farklılaşır.

Eğer karar matrisindeki tüm kriterler yarar (kar) kriteri ise, pozitif ideal çözüm kümesi ağırlıklandırılmış normalize edilmiş karar matrisinin sütunlarının en yüksek değerlere sahip elemanları ile oluşturulur. Negatif ideal çözüm kümesi ise, ağırlıklandırılmış normalize edilmiş karar matrisinin sütunlarının en düşük değerlere sahip elemanları ile oluşturulur.

Öte yandan eğer karar matrisindeki tüm kriterler zarar (maliyet) kriteri ise, pozitif ideal çözüm kümesi ağırlıklandırılmış normalize edilmiş karar matrisinin sütunlarının en düşük değerlere sahip elemanları ile oluşturulur. Negatif ideal çözüm kümesi ise, ağırlıklandırılmış normalize edilmiş karar matrisinin sütunlarının en yüksek değerlere sahip elemanları ile oluşturulur. Bu işlem şu şekilde formüle edilmektedir.

$$A^* = \left\{ \left(\max_i v_{ij} \mid j \in B \right), \left(\min_i v_{ij} \mid j \in C \right) \right\}$$

$$A^- = \left\{ \left(\min_i v_{ij} \mid j \in B \right), \left(\max_i v_{ij} \mid j \in C \right) \right\}$$

C ve B, sırasıyla zarar ve yarar kriterlerini temsil etmektedir.

Adım 6: Ayrım ölçülerinin hesaplanması

Pozitif ve negatif ideal ayrım ölçüleri, S_i^* ve S_i^- sırasıyla, aşağıdaki formüllerdeki gibi hesaplanır:

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

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

Adım 7: İdeal çözüme göreli yakınlığın hesaplanması

İdeal çözüme göreli yakınlık (C_i^*) her alternatif için aşağıdaki formüle göre hesaplanmaktadır:

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^*}, 0 \leq C_i^* \leq 1$$

Adım 8: Sıralama ve tercih yapılması

Alternatifler, C_i^* değerlerine göre sıralanır. En büyük C_i^* değerine sahip alternatif en iyi seçimdir.

4.Uygulama ve Bulgular

Bu çalışmada, otogar lokasyon seçimi için iki aşamalı bütünlüştürmüş bir AHS+TOPSIS modeli sunulmuştur. Birinci aşamada alternatifler ve kriterler ve alt kriterler belirlenmiştir. Daha sonra, AHS ile kriterlerin ağırlıkları belirlenmiştir. Ağırlıkların belirlenmesi için uzman görüşü alınmıştır. Alanında uzman ve daha önce AHS ve TOPSIS modelleri yer belirleme çalışmaları yapan 4 akademisyen ve Türkiye’de kayıtlı 277 şehirlerarası otobüs firmasından adlarından en çok söz ettiren ve en geniş ulaşım ağı sağlayan 6 otobüs firması yetkilisi ile iletişime geçilmiştir. Görüşü alınan uzmanlardan 2’si otogarda yer alan otobüs firması yetkilileri, 4’ü akademisyendir, 4 otobüs firması yetkilisi ise görüş bildirmek istememiştir.

Belirlenen alternatifler Tablo 3’te görülebilmektedir.

Tablo 3: Belirlenen Alternatifler

Alternatif 1	Başakşehir İlçesine Yapılacak Yeni Otogar
Alternatif 2	Sultangazi İlçesine Yapılacak Yeni Otogar
Alternatif 3	Alibeyköy Cep Otogarı’nın Genişletilmesi

Modelde belirlenen kriterler ve alt kriterler Tablo 4’te görülebilmektedir.

Tablo 4: Belirlenen Ana Kriterler ve Alt Kriterler

Ana Kriterler	Alt Kriterler
Konum Erişilebilirlik	Kuzey Marmara Otoyoluna Uzaklık (Km)
	İstanbul Çevreyolu (TEM) Uzaklık (Km)
	Şehir içi Ulaşım Kolaylığı (Şehir Merkezine olan mesafe) (Km)
	Havalimanına Uzaklık (Km)
	Limana Uzaklık (Km)
	Demiryoluna Uzaklık (Km)
	Toplu Ulaşıma Erişim (En Yakın Toplu Ulaşım Merkezine Uzaklık) (Km)
Demografik	Komşu İlçe Sayısı
	Toplam Komşu İlçe Nüfusu
	Üniversite Sayısı
	İlçede Bulunan Öğrenci Yurdu Sayısı
Altyapı Çevre	Toplam Alan (m ²)
	Arazi Maliyeti (Alan*Metrekare Fiyatı=Arazi Maliyeti) (TL)

Birinci aşamada, belirlenen alt kriterlere göre karar matrisi oluşturulmuştur. Modelde kullanılan uzaklık verileri Google Haritalar hizmeti kullanılarak toplanmıştır, Demografik bilgiler Türkiye İstatistik Kurumu'ndan alınmıştır, Altyapı-Çevre kriteri verileri ise ulusal bir gayrimenkul ticareti sitesi olan zingat.com'un bölge raporlarından alınmıştır. Modelde kullanılan veri seti Tablo 5'te görülebilmektedir.

Tablo 5: Modelde Kullanılan Veri Seti

Kriter	Başakşehir	Sultangazi	Alibeyköy Cep
Kuzey Marmara Otoyoluna Uzaklık (Km)	22,50	21,40	22,40
İstanbul Çevreyolu (Tem) Uzaklık (Km)	1	4	1
Şehir İçi Ulaşım Kolaylığı (Şehir Merkezine Olan Mesafe) (Km)	18,4	16,5	7,2
Havalimanına Uzaklık (Km)	26,1	28,4	28,9
Limana Uzaklık (Km)	22,1	17,7	8,8
Demiryoluna Uzaklık (Km)	2,6	4,4	1,7
Toplu Ulaşma Erişim (En Yakın Toplu Ulaşım Merkezine Uzaklık) (Km)	1,1	0,25	0,05
Komşu İlçe Sayısı	7	6	10
Toplam Komşu İlçe Nüfusu	3408912	2884543	2381312
Üniversite Sayısı	1	2	3
İlçede Bulunan Öğrenci Yurdu Sayısı	20	16	20
Toplam Alan (m ²)	1258370	1224084	135859
Arazi Maliyeti (Alan*Metrekare Fiyatı=Arazi	3066647690	6365236800	635548402

Önerilen modelin ilk aşamasında uzman görüşüne başvurularak AHS yöntemiyle ana kriterlerin birbirlerine karşı önemi yani ağırlıkları hesaplanmıştır. Ana kriterlerin ağırlıkları Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 6: Ana Kriterlerin Ağırlıkları

Kriter	Konum Erişilebilirlik	Demografi	Altyapı-Çevre
Ağırlık	0,653	0,112	0,235

Daha sonra, uzman görüşüne başvurularak AHS yöntemiyle, her ana kriterin altında bulunan alt kriterlerin ağırlıkları hesaplanmış, elde edilen ağırlıklar altında buldukları ana kriterlerin ağırlıkları ile çarpılarak her bir alt kriterin nihai ağırlığı hesaplanmıştır. Alt kriterlerin nihai ağırlıkları Tablo 7’de görülmektedir.

Tablo 7: Alt Kriterlerin Ağırlıkları

Alt Kriterler	Ağırlık
Kuzey Marmara Otoyoluna Uzaklık (Km)	0,0429
İstanbul Çevreyolu (Tem) Uzaklık (Km)	0,1334
Şehir İçi Ulaşım Kolaylığı (Şehir Merkezine Olan Mesafe) (Km)	0,1510
Havalimanına Uzaklık (Km)	0,0455
Limana Uzaklık (Km)	0,0249
Demiryoluna Uzaklık (Km)	0,0206
Toplu Ulaşma Erişim (En Yakın Toplu Ulaşım Merkezine Uzaklık) (Km)	0,2346
Komşu İlçe Sayısı	0,0287
Toplam Komşu İlçe Nüfusu	0,0518
Üniversite Sayısı	0,0123
İlçede Bulunan Öğrenci Yurdu Sayısı	0,0193
Toplam Alan (m ²)	0,0949
Arazi Maliyeti (Alan*Metrekare Fiyatı=Arazi Maliyeti) (TL)	0,1401
Toplam	1

Önerilen modelin ikinci aşamasında toplanan veriler ve elde edilen kriter ağırlıkları kullanılarak TOPSIS yöntemiyle alternatifler sıralanmış ve değerlendirilmiştir. Öncelikle veriler normalize edilmiştir. Örneğin Başakşehir alternatifinin Kuzey Marmara Otoyolu’nda Uzaklık normalize değeri $\frac{22,5^2}{\sqrt{22,5^2+21,4^2+22,4^2}} = 0,59$ olarak hesaplanmıştır. Normalize karar matrisi Tablo 8’de görülmektedir.

Tablo 8: Normalize Karar Matrisi

Alt Kriterler	Başakşehir	Sultangazi	Alibeyköy Cep Otogarı
Kuzey Marmara Otoyoluna Uzaklık (Km)	0,59	0,56	0,59
İstanbul Çevreyolu (TEM) Uzaklık (Km)	0,24	0,94	0,24
Şehir içi Ulaşım Kolaylığı (Şehir Merkezine olan mesafe) (Km)	0,71	0,64	0,28
Havalimanına Uzaklık (Km)	0,54	0,59	0,60
Limana Uzaklık (Km)	0,75	0,60	0,30
Demiryoluna Uzaklık (Km)	0,48	0,82	0,32
Toplu Ulaşıma Erişim (En Yakın Toplu Ulaşım Merkezine Uzaklık) (Km)	0,97	0,22	0,04
Komşu İlçe Sayısı	0,51	0,44	0,74
Toplam Komşu İlçe Nüfusu	0,67	0,57	0,47
Üniversite Sayısı	0,27	0,53	0,80
İlçede Bulunan Öğrenci Yurdu Sayısı	0,62	0,49	0,62
Toplam Alan (m ²)	0,71	0,70	0,08
Arazi Maliyeti (Alan*Metrekare Fiyatı=Arazi Maliyeti) (TL)	0,43	0,90	0,09

Bir sonraki adımda, her bir alt kriterin ağırlığı ile buna karşılık gelen normalize karar matrisindeki değerler çarpılarak ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi elde edilmiştir. Örneğin Başakşehir alternatifinin Kuzey Marmara Otoyolu'nda Uzaklık ağırlıklandırılmış normalize değeri $0,59 \times 0,0429 = 0,02$ olarak hesaplanmıştır. Ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi Tablo 9'da görülmektedir.

Tablo 9: Ağırlıklandırılmış Normalize Karar Matrisi

Alt Kriterler	Başakşehir	Sultangazi	Alibeyköy Cep
Kuzey Marmara Otoyoluna Uzaklık (Km)	0,03	0,02	0,03
İstanbul Çevreyolu (TEM) Uzaklık (Km)	0,03	0,13	0,03
Şehir içi Ulaşım Kolaylığı (Şehir Merkezine olan mesafe) (Km)	0,11	0,10	0,04
Havalimanına Uzaklık (Km)	0,02	0,03	0,03
Limana Uzaklık (Km)	0,02	0,01	0,01
Demiryoluna Uzaklık (Km)	0,01	0,02	0,01
Toplu Ulaşıma Erişim (En Yakın Toplu Ulaşım Merkezine Uzaklık) (Km)	0,23	0,05	0,01
Komşu İlçe Sayısı	0,01	0,01	0,02
Toplam Komşu İlçe Nüfusu	0,03	0,03	0,02
Üniversite Sayısı	0,00	0,01	0,01
İlçede Bulunan Öğrenci Yurdu Sayısı	0,01	0,01	0,01
Toplam Alan (m ²)	0,07	0,07	0,01
Arazi Maliyeti (Alan*Metrekare Fiyatı=Arazi Maliyeti) (TL)	0,06	0,13	0,01

Daha sonra, kriterlerin yarar kriteri veya zarar kriteri olduğu belirlenmiş ve elde edilen ağırlıklandırılmış normalize matris değerlerine göre her bir kriter için pozitif ideal çözüm değerleri (A^*) ve negatif ideal çözüm değerleri (A^-) belirlenmiştir. Örneğin Kuzey Marmara Otoyolu'na Uzaklık kriteri bir zarar kriteri olduğu için, A^* değeri, minimum ağırlıklandırılmış normalize değer olan 0,02 olarak belirlenmişken, A^- değeri, maksimum ağırlıklandırılmış normalize değer olan 0,03 olarak belirlenmiştir. Yarar kriterlerinde ise pozitif ideal sonuç için maksimum değerler belirlenmişken, negatif ideal sonuç için minimum değerler belirlenmiştir. Her bir kriterin pozitif ve negatif ideal çözüm değerleri Tablo 10'da görülmektedir.

Tablo 10: Pozitif ve Negatif İdeal Çözüm Değerleri

Alt Kriterler	A^*	A^-
Kuzey Marmara Otoyoluna Uzaklık (Km)	0,02	0,03
İstanbul Çevreyolu (TEM) Uzaklık (Km)	0,03	0,13
Şehir içi Ulaşım Kolaylığı (Şehir Merkezine olan mesafe) (Km)	0,04	0,11
Havalimanına Uzaklık (Km)	0,02	0,03
Limana Uzaklık (Km)	0,01	0,02
Demiryoluna Uzaklık (Km)	0,01	0,02
Toplu Ulaşıma Erişim (En Yakın Toplu Ulaşım Merkezine Uzaklık) (Km)	0,01	0,23
Komşu İlçe Sayısı	0,02	0,01
Toplam Komşu İlçe Nüfusu	0,03	0,02
Üniversite Sayısı	0,01	0,00
İlçede Bulunan Öğrenci Yurdu Sayısı	0,01	0,01
Toplam Alan (m^2)	0,07	0,01
Arazi Maliyeti (Alan*Metrekare Fiyatı=Arazi Maliyeti) (TL)	0,01	0,13

Sonrasında, her bir alternatifin, ağırlıklandırılmış normalize değerlerinin, pozitif ideal çözüm değerleri ve negatif ideal çözüm değerlerine uzaklıkları hesaplanmış ve alternatiflerin pozitif ideal uzaklıkları (S_i^*) ve negatif (S_i^-) ideal uzaklıklarına erişilmiştir. Örneğin Başakşehir alternatifinin pozitif ideal uzaklığı $S_i^* = \sqrt{(0,03 - 0,02)^2 + (0,03 - 0,03)^2 + \dots + (0,06 - 0,01)^2} = 0,23$ olarak negative ideal uzaklığı ise $S_i^- = \sqrt{(0,03 - 0,03)^2 + (0,03 - 0,13)^2 + \dots + (0,06 - 0,13)^2} = 0,13$ olarak hesaplanmıştır. Her bir alternatifin pozitif ideal uzaklık (S_i^*) ve negatif ideal uzaklık (S_i^-) değerleri Tablo 11'de gösterilmiştir.

Tablo 11: Pozitif ve Negatif İdeal Uzaklık Değerleri

Alternatifler	S_i^*	S_i^-
Başakşehir İlçesine Yapılacak Yeni Otogar	0,23	0,13
Sultangazi İlçesine Yapılacak Yeni Otogar	0,16	0,19
Alibeyköy Cep Otogarı'nın Genişletilmesi	0,06	0,27

Son adım olarak, her bir alternatifin ideal çözüme göreli yakınlık (C_i^*) değerleri hesaplanmıştır ve alternatifler elde edilen değerlere göre sıralanmıştır. Örneğin, Başakşehir alternatifinin ideal çözüme göreli yakınlık (C_i^*) değeri $\frac{0,23}{(0,23+0,13)} = 0,36$ olarak hesaplanmıştır. Her bir alternatifin ideal çözüme göreli yakınlık (C_i^*) değeri Tablo 12'de görülebilir.

Tablo 12: İdeal Çözüme Göreli Yakınlık (C_i^*) Değerleri ve Sıralama

Alternatifler	C_i^*	Sıralama
Başakşehir İlçesine Yapılacak Yeni Otogar	0,36	3
Sultangazi İlçesine Yapılacak Yeni Otogar	0,53	2
Alibeyköy Cep Otogarı'nın Genişletilmesi	0,82	1

Önerilen model ile yapılan hesaplamalara göre, Alibeyköy Cep Otogarı'nın Genişletilmesi alternatifi en uygun alternatif olarak belirlenmiştir. Sultangazi İlçesine Yapılacak Yeni Otogar ikinci en iyi alternatif olurken, Başakşehir İlçesine Yapılacak Yeni Otogar alternatifi en kötü alternatif olarak belirlenmiştir.

5.Sonuç ve Tartışma

İstanbul; tarih boyunca imparatorluklar başkenti olmuştur. Coğrafi lokasyonu, jeostratejik konumu, İstanbul'u tüm zamanların gözde kenti haline getirmiştir. Bu değerli özellikleri, ona ticarete, sanatta, siyasette, kültürde ve siyasette başrol vermiştir. Hava, deniz ve kara yolu ile taşımacılığın tüm alternatiflerinin yolları, bu şehirde kesişmektedir. Her biri şehir olabilecek hacimlerinden oluşan ilçeleri, birçok ülkeninkinden fazla nüfusu ile bu şehir; zamanla, tek başına kendisi ülke ayarında bir mega kent haline dönüşmüştür. 25 yıl önce yetkililer bunu görerek; İstanbul'daki şehirlerarası otobüs garajlarını, o günün koşullarına göre daha iyi bir noktada toplamak sureti ile düzenlemişlerdir. Bugün 25 yıl öncesine nazaran İstanbul çok daha fazla büyümüş bu büyüme beraberinde ulaşım ihtiyacını ve haliyle de sorunları büyütüştür.

Karayolları taşımacılığına bağlı olarak esnek bir yapı sergileyen otogarlarda yer seçimi kriterleri diğer şehirlerarası, ulusal ve uluslararası ulaşım odaklarında olduğu gibi herhangi bir standart ve form söz konusu değildir. Ancak yasal çalışmalarla yalnızca düzenli seferli yolcu taşımalarında kalkış ve varışlarında bir yerden yapılması esası getirilmiş ve otogarlarda bulunması gereken asgari özellikler ve hizmetler belirtilmiştir.

Yukarıdaki birçok farklı ana ve alt faktör değerlendirildiğine Avrupa Yakasına yapılması planlanan yeni otogarın şehirlerarası tarifeli sefer yapan karayolu yolcu taşıma sektöründeki tüm araçların İstanbul Büyükşehir Belediyesi Ulaşım Koordinasyon Merkezi (UKOME) tarafından alınan kararla zorunlu olarak kullanmak durumunda buldukları Yavuz Sultan Selim Köprüsü'ne ve Kuzey Marmara Otoyolu'na yakın ya da erişimi kolay bir noktada olması gerekliliği kaçınılmaz bir gerçektir. Bu amaç köprü ve yolların yapılış amaçlarından olan zaman, mesafe ve yakıt tasarrufu sağlanacağı ilkeleri ile de bağdaşmaktadır. Bu noktada diğer önemli belirleyici faktörlerin başında otogarlara kullanacak nüfus yoğunluğu gelmektedir. Bu kapsamda da İstanbul'un nüfus olarak en yoğun bölgeleri ve otogarı kullanacak yoğunluğu oluşturan üniversite öğrencilerinin lokasyon olarak kullandıkları (ikamet ettikleri yurtlar ya da üniversite kampüs lokasyonları) bölgeler çalışma kapsamında ele alınmıştır. Odayeri, Işıklar ve İhsaniye üzerinden Kuzey Marmara Otoyolu'na bağlantısı bulunduğu için ve yapımı devam yeni konut projeleri nedeniyle akademisyenler ve otobüs firması yetkileri tarafından 1. alternatif olarak Başakşehir, Cebeci Tüneli ile Kuzey Marmara Otoyolu'na İstanbul Çevreyolu TEM üzerinden bağlantı sağlaması ve İstanbul'un en yoğun ilçelerinden Esenler, Güngören, Bağcılar'a yakınlığı nedeniyle Sultangazi 2. Alternatif, 3. Alternatif olarak ise mevcut bulunan Eyüp Alibeyköy Cep Otogarının genişletilmesi belirlenmiştir.

Bu çalışmada, otogar lokasyon seçimi için AHS ve TOPSIS yöntemlerinden oluşan hibrid bir model önerilmiştir.

Modelin ilk aşamasında, ana kriterlerin ve alt kriterlerin ağırlıkları yani önem dereceleri, uzman görüşüne başvurularak Analitik Hiyerarşi Süreci yöntemiyle belirlenmiştir. İkinci aşamada ise alternatifler, belirlenen kriter ağırlıklarına bağlı olarak TOPSIS yöntemiyle değerlendirilmiştir. Sonuç olarak Alibeyköy Cep Otogarı'nın genişletilmesi alternatifi, diğer alternatiflere göre daha iyi alternatif olarak belirlenirken, en kötü alternatif ise Başakşehir ilçesine yapılacak yeni otogar olarak belirlenmiştir.

Gelecekteki çalışmalarda, modelin daha iyi çalışabilmesi için daha fazla uzman ile görüşerek kriter ağırlıkları belirlenebilir. Modelin geliştirilmesi için farklı yöntemler ve kriterler modele eklenebilir.

Kaynakça

- A.Taha, H. (1997). *Operations Research an Introduction*. Prentice-Hall.
- Anagnostopoulos, K., Doukas, H., & Psarras, J. (2008). A linguistic multicriteria analysis system combining fuzzy sets theory, ideal and anti-ideal points for location site selection. *Expert Systems with Applications*, 35(4), 2041-2048.
- Athawale, V., & Chakraborty, S. (2010). Facility Location Selection using PROMETHEE II Method. 2010 *International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*. Dhaka, Bangladesh.
- Athawale, V., & Chakraborty, S. (2012). Decision Making for Facility Location Selection Using PROMETHEE II Method. *International Journal of Industrial and Systems Engineering*.
- Beck, M. P., & Lin, B. W. (1981). Selection of automated office systems: a case study. *Omega*, 9(2), 169-176.
- Chen, C.-T. (2001). A fuzzy approach to select the location of the distribution center. *Fuzzy sets and systems*, 118(1), 65-73.
- Chou, C.-C. (2007). A fuzzy MCDM method for solving marine transshipment container port selection problems. *Applied Mathematics and Computation*, 186(1), 435-444.
- Erdinç, E. (2020, 11 08). Analitik hiyerarşi yöntemi ile otogar yer seçimi: Isparta örneği . *Süleyman Demirel Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Şehir ve Bölge Planlama Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi*. Isparta, Türkiye.
- Eroğlu, Ö., Bali, Ö., & Gencer, C. (2014). Delphi Tekniği ve Bulanık AHP ile Tehlikeli Madde Depo Yeri Seçimi için Gerekli Niteliklerin Belirlenmesi. 3. *Ulusal Lojistik ve Tedarik Zinciri Kongresi*, (s. 831). Trabzon.
- Farahani, R. Z., & Asgari, N. (2007). Combination of MCDM and covering techniques in a hierarchical model for facility location: A case study. *European Journal of Operational Research*, 176(3), 1839-1858.
- Hwang, C.-L., & Yoon, K. (1981). Methods for Multiple Attribute Decision Making. C.-L. Hwang, & K. Yoon içinde, *Multiple Attribute Decision Making* (s. 58-191). Berlin: Springer.
- İBB. (2021). *Sayım Yıllarına Göre İstanbul'un Nüfusu*. İBB: <http://www.ibb.gov.tr/tr-TR/BilgiHizmetleri/Istatistikler/Documents/demografi/t211.pdf> adresinden alındı
- Kabak, M., & Dağdeviren, M. (2014). A hybrid MCDM approach to assess the sustainability of students' preferences for university selection. *Technological and Economic Development of Economy*, 20(3), 391-418.
- Kahraman, C., Cebeci, U., & Ruan, D. (2004). Multi-attribute comparison of catering service companies using fuzzy AHP: The case of Turkey. *International journal of production economics*, 87(2), 171-184.
- Liu, Y., Yang, Y., Liu, Y., & Tzeng, G.-H. (2019). Improving Sustainable Mobile Health Care Promotion: A Novel Hybrid MCDM Method. *Sustainability*, 11(3), 752.
- Önüt, S., Kara, S. S., & Işık, E. (2009). Long term supplier selection using a combined fuzzy MCDM approach: A case study for a telecommunication company. *Expert systems with applications*, 36(2), 3887-3895.
- Özyörük, B., & Özcan, E. C. (2008). Analitik hiyerarşi sürecinin tedarikçi seçiminde uygulanması: otomotiv sektöründen bir örnek. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 13(1), 133-144.
- Saaty, T. L. (1990). How to make a decision: the analytic hierarchy process. *European journal of operational research*, 48(1), 9-26.
- Shen, C.-Y., & Yu, K.-T. (2009). A generalized fuzzy approach for strategic problems: The empirical study on facility location selection of authors' management consultation client as an example. *Expert Systems with Applications*, 36(3), 4709-4716.
- Solangi, Y., Tan, Q., Khan, M., Mirjat, N., & Ahmed, I. (2018). The Selection of Wind Power Project Location in the Southeastern Corridor of Pakistan: A Factor Analysis, AHP, and Fuzzy-TOPSIS Application. *Energies*, 1940.

- Tabari, M., Kaboli, A., Aryanezhad, M., Shahanaghi, K., & Siadat, A. (2008). A new method for location selection: A hybrid analysis. *Applied Mathematics and Computation*, 206(2), 598-606.
- Temuçin, T., Tozan, H., Valíček, J., & Harničárová, M. (2013). A fuzzy based decision support model for non-traditional machining process selection. *Tehnicki vjesnik*, 20(5), 787-793.
- Türkiye Cumhuriyeti Dışişleri Bakanlığı (2021). <https://www.mfa.gov.tr/default.tr.mfa#:~:text=%C3%9C%20i%C3%A7inde%20yolcu%20ta%C5%9F%C4%B1mac%C4%B1%C4%B1%C4%9F%C4%B1n%C4%B1n%20%95,%C3%BC%20kemizde%20%76%2C1%20civar%C4%B1ndad%C4%B1r> adresinden alındı
- Yazdani, M. (2014). An integrated MCDM approach to green supplier selection. *International Journal of Industrial Engineering Computations*, 5(3), 443-458.