



# Ardahan Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi

<https://dergipark.org.tr/pub/aruibfdergisi>



## Bir hizmet işletmesinin kuruluş yeri seçiminde bulanık TOPSIS yönteminin kullanımı

*Use of fuzzy TOPSIS method in facility location decision for a service company*

Tuba Ezgi Çakır Esen<sup>a\*</sup>, Birgül Küçük Çırpın<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Araştırma Görevlisi, İstanbul Üniversitesi, İşletme Fakültesi, İstanbul, Türkiye, [tuba.cakir@istanbul.edu.tr](mailto:tuba.cakir@istanbul.edu.tr), ORCID: 0000-0002-8490-9857

<sup>b</sup> Dr. Öğretim Üyesi, İstanbul Üniversitesi, İşletme Fakültesi, İstanbul, Türkiye, [bkucuk@istanbul.edu.tr](mailto:bkucuk@istanbul.edu.tr), ORCID: 0000-0001-9490-4518

### MAKALE BİLGİSİ

#### Makale geçmişi:

Başvuru: 1 Mart 2022

Kabul: 7 Nisan 2022

#### Anahtar kelimeler:

Hizmet İşletmeleri,  
Yer Seçimi Problemi,  
Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri,  
Bulanık TOPSIS

#### Makale türü:

Araştırma makalesi

### ARTICLE INFO

#### Article history:

Received: 1 March 2022

Accepted: 7 April 2022

#### Keywords:

Service Companies,  
Location Selection Problem,  
Multi-Criteria Decision Making  
Methods,  
Fuzzy TOPSIS

#### Article type:

Research article

### ÖZET

Yerleşim yeri karar tüm işletmeler için önemli bir süreçtir. Hizmet işletmeleri için ise tercih edilir olmak, müşteri memnuniyetini sağlayabilmek ve arzu edilen satış miktarına erişebilmek, öncelikle doğru bir kuruluş yeri seçimine bağlıdır. Alternatif kuruluş yerleri arasında en uygun yerleşim yerinin belirlenebilmesi, çok sayıda faktörün değerlendirilmesini gerektirmektedir. Bu makalede yer seçimi problemlerinde kullanılan çok sayıda kriterden yararlanılarak, üç farklı kuruluş yeri değerlendirilmiş ve bir hizmet işletmesi için en iyi kuruluş yeri alternatifinin seçilmesi amaçlanmıştır. Çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan Bulanık TOPSIS (Technique for Order Preference by Smilarity to Ideal Solution) yöntemi belirsizlik durumlarında iyi performans gösteren bir yöntemdir. Bu makalede, ideal çözüme en yakın alternatif kuruluş yerinin tercih edilmesi hedefi için, bulanık TOPSIS yöntemi kullanılarak çözüm süreci gerçekleştirilmiştir. Gerek problemin uygulandığı sektör gerekse problemin çözüm yöntemi açısından bakıldığında bu çalışmanın, literatürdeki boşluğa katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

### ABSTRACT

The location decision is an important process for all companies. For service companies, being preferred, providing customer satisfaction and reaching the desired sales amount, primarily depends on choosing the right location. Determining the most suitable facility location among alternative locations requires the evaluation of many factors. In this article, three different alternative facility locations were evaluated by making use of many criteria used in location selection problems and it was aimed to select the best facility location alternative for a service company. Fuzzy TOPSIS (Technique for Order Preference by Smilarity to Ideal Solution) method, which is one of the multi-criteria decision making methods, is a method that performs well in unclear conditions. In this article, the solution process is carried out by using the fuzzy TOPSIS method in order to choose the closest alternative facility location to the ideal solution. It is thought that this study will contribute to the gap in the literature in terms of the sector in which the problem is applied and the solution method of the problem.

\* Sorumlu yazar / Corresponding author

E-posta / E-mail: [c.tubaezgi@yahoo.com.tr](mailto:c.tubaezgi@yahoo.com.tr)

Atf / Citation: Esen, T. E. Ç. ve Çırpın, B. K. (2022). Bir hizmet işletmesinin kuruluş yeri seçiminde bulanık TOPSIS yönteminin kullanımı. *Ardahan Üniversitesi İİBF Dergisi*, 4(1), 18-33.

## 1. Giriş

Kuruluş yeri seçimi, çok yönlü bir bakış açısıyla ele alınması gereken bir karardır. Bu karar ekonomik, coğrafik, demografik, teknik pek çok konunun aynı anda değerlendirilmesini ve optimum sonucun elde edilmesini gerektirir. İşletme henüz kurulmadan dahi verimlilik ve karlılık temel hedefler arasına girer. Bu hedeflerin gerçekleştirilmesi için; bir yandan mal ve/veya hizmet üretiminde ihtiyaç duyulacak olan hammadde, yarı mamul ya da mamullerin en uygun maliyetle sisteme dahil edilmesi, diğer yandan üretilen ürün ve/veya hizmetin müşteriye yine en uygun maliyetle, en doğru şekilde ulaştırılması gerekir. Stratejik seviyede alınan oldukça önemli kararlardan olan bu kararlar, değiştirilmesi zor ve maliyeti yüksek olan uzun vadeli kararlar sınıfında değerlendirilir. Tıpkı üretim sektöründe olduğu gibi hizmet sektöründe de kuruluş yeri seçimi kararı, işletme genelindeki tüm süreçleri ve birimleri doğrudan etkiler.

Her sektör için kuruluş yeri seçimi kararı problemi kendine özgü özellikler taşır. Bu durum, problemin çözümü için geliştirilen yöntemleri ve dolayısıyla sonuçlarını doğrudan etkiler. Kuruluş yeri seçimi yapılırken söz konusu işletmenin ihtiyaçlarının, faaliyet gösterilen alana yapacağı etkinin dikkatle değerlendirilmesi uyulması gereken prensipler arasında yer alır (Kobu, 2014).

Hizmet işletmelerinde kuruluş yeri kararının satış ve müşteri memnuniyeti üzerindeki etkisi çok büyüktür. Kurulacak olan tesisi kullanmak ve bu tesisin hizmetlerinden yararlanmak isteyen hedef kitleye yakın olmak, hizmet işletmeleri için baskın faktörler arasında yer alır (Krajewski vd., 2013). Üretim işletmelerinden farklı olarak hizmet işletmeleri, müşterinin sürece doğrudan dahil edilmesini gerektirir. Örneğin, bir hastane için hastalar, bir otel için misafirler, bir okul için öğrenciler, bir restoran işletmesi için müşteriler doğrudan sürecin içinde ve sürecin bir parçası konumundadır. Belki de bu yönüyle ele alındığında, hizmet işletmelerinin kuruluş yeri seçimi kararı, üretim işletmelerinin kuruluş yeri seçimi kararından daha hayati sonuçlar doğurur demek yanlış olmayacaktır. Yeme – içme hizmeti sektörü de karakteristik yapısı gereği hızlı gelişip değişen, müşteri davranışlarından doğrudan etkilenen dinamik bir sektördür. Dolayısıyla bu işletmelerin ihtiyaçları da bu doğrultuda değişecek ve gelişecektir. Bir yeme-içme işletmesinin temel amaçlarından biri; hedef kitesine doğrudan ulaşabilmek ve hedef kitesinin beklentilerini en uygun maliyetle karşılayabilmektir. Bu amaca ulaşabilmek de ancak, doğru seçilmiş bir kuruluş yeri ile mümkün olabilir.

Bu çalışmanın amacı; bir yeme-içme hizmeti işletmesinin kuruluş yeri kararında etkili performans kriterlerini belirlemek ve en uygun kuruluş yeri kararı için bir model geliştirmektir. Çalışmanın uygulama bölümünde, Afyon-Eskişehir karayolunda hizmete girecek olan büyük çaplı bir mola yeri restoran işletmesinin kuruluş yeri seçimi problemi ele alınmıştır. Kuruluş yeri kararında önemli olan kriterlerin tespit edilmesi ve bu doğrultuda en uygun kuruluş yeri alternatifinin belirlenmesi için Bulanık TOPSIS yöntemi, problemin çözüm yöntemi olarak belirlenmiştir.

## 2. Literatür Çalışması

Son yıllarda üretim ve hizmet sektörlerinde yer seçimi problemi konu alan pek çok çalışma yapılmıştır. Yapılan çalışmalar incelendiğinde bu problemin çözümü için; AHP (Analytic Hierarchy Process), TOPSIS (Technique for Order Preference by Smilarity to Ideal Solution), DEMATEL (The Decision Making Trial and Evaluation Laboratory), MOORA (Multi-Objective Optimization on the basis of Ratio Analysis), ARAS (Additive Ratio Assesment) VIKOR (VIŞeKriterijumska

Optimizacija I Kompromisno Resenje) gibi pek çok farklı çok kriterli karar verme tekniğinin kullanıldığı görülmüştür.

Tzeng vd. (2002), restoran işletmesi yer seçimi problemini; maliyet (kira maliyeti, ulaşım maliyeti); ulaşım (toplu taşıma, otopark kapasitesi, yaya hacmi); rekabet (rakiplerin sayısı, rekabet yoğunluğu); ticari alan (ticari alanın büyüklüğü, kamu tesislerinin mevcudiyeti); çevre (atık bertarafındaki kolaylık, kanalizasyon kapasitesi) ana ve alt kriterleri kapsamında ele almıştır. Problemin çözümünde en sık kullanılan çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan AHP tercih edilmiştir. Bir başka restoran işletmesi yer seçimi problemi Chang (2010) tarafından ele alınmış ve problemin çözümünde bulanık tercih ilişkileri ve AHP kullanılmıştır. Maliyetler (kira ve ulaşım maliyetleri); ulaşım (toplu taşıma kolaylığı, otopark kapasitesi, yaya hacmi); rekabet (rakiplerin sayısı, rekabet yoğunluğu); ticari alan (ticari alanın büyüklüğü, kamu tesislerinin mevcudiyeti); çevre (atık bertarafındaki kolaylık, kanalizasyon kapasitesi) çalışmada değerlendirilen ana ve alt kriterlerdir. Bir kafe işletmesi için yer seçimi problemini Ho vd. (2013) ele almışlardır. Çalışmanın uygulama bölümünde; maliyet ve büyüklük (kira maliyeti, talep büyüklüğü); ulaşım (toplu taşıma, otopark kapasitesi, yaya hacmi); ticari alan (ticari alan büyüklüğü, kamu tesislerine olan yakınlık, rakiplerin sayısı); çevre (çevre düzeni, güvenlik) ana ve alt kriterleri AHP metodu ile değerlendirilmiştir. Aytemiz ve Cingöz (2020), bir fast food işletmesinin yer seçimi problemini AHP ile çözmüştür. Genel kuruluş yeri (yeme-içme satışları, perakende satışlar, kuruluş yeri türü, hane halkı yoğunluğu, satış üreticileri); bölgenin konumu (ulaşılabilirlik, uygunluk, görünürlük, bölge büyüklüğü, park); demografik özellikler (yaş, cinsiyet, meslek, gelir, yerleşik nüfus, çalışan nüfus, akşam nüfusu, gündüz nüfusu); rekabet (mevcut ve potansiyel rekabet, direkt ve dolaylı rekabet, diğer restoranlara yakınlık, rakiplerin satış hacmi, rekabetin kalitesi, rekabetin yoğunluğu); trafik bilgisi (trafik akışı, trafik akış yönü, gelecekte trafik şekli, ulaşım şekli, hız limitleri, trafik ışıkları); maliyet (inşaat maliyeti, kira maliyeti, ekipman maliyeti, işgücü maliyeti, emlak vergisi, iç verimlilik oranı, fayda maliyeti) çalışmadaki ana ve alt kriterlerdir.

Chou vd. (2008), turistik oteller için yer seçimi probleminin çözümünde bulanık AHP kullanmışlardır. Söz konusu çalışmanın kriter seti; çevre (kamu tesislerine olan yakınlık, rakiplere olan mesafe, kamu güvenliği); dinlenme kaynakları (doğal kaynakların karakteristiği, yakınlardaki dinlenme tesisleri); ulaşılabilirlik (havaalanına veya otoyola olan uzaklık, şehir merkezine olan uzaklık, turistik manzaralara olan uzaklık, otopark alanı); kolaylık (havaalanı veya otoyola erişimin kolaylığı, trafik yollarının genişliği, turistik manzaralı noktalara erişim kolaylığı); otel içi gelişim (kapalı eğlence tesisleri, oteldeki restoranların çeşitliliği); otel dışı gelişim (yerel kültürle kaynaşma, dış eğlence alanları, genişlemeye elverişlilik); insan kaynağı (yeterli iş gücünün varlığı, iş gücünün kalitesi); operasyon koşulları (arazi maliyeti, düzenleme kısıtlamaları) şeklindedir. Ar vd. (2014), otel sektöründe yer seçimi problemini bulanık AHP ve VIKOR metotlarını kullanarak çözmüşlerdir. Çalışmada değerlendirilen kriterler; arazi büyüklüğü, yakın çevre, ulaşım, işletme maliyetleri, yönetmelik, çevre halkının yaklaşımı ve konumdur.

Ünlü kara ve Berköz (2016), bir alışveriş merkezi için yer seçimi problemini, AHP metodunu kullanarak çözmüştür. Erişilebilirlik (trafik sayısı, yaya trafiği, araç trafiği, araçla ve/veya yaya olarak erişimde kolaylık, otoyollara ve ana caddelere yakınlık, duraklara yakınlık, araç trafiğinin akış yönü ile uyumlu olma, alışveriş merkezine giriş çıkış kolaylığı); ekonomik faktörler (bölgedeki kira düzeyi, yapım maliyeti); demografik özellikler (ortalama gelir, belirli bir uzaklıktaki ortalama nüfus), rekabet ortamı (rakipler, mağaza bileşimi); gelecekteki gelişmeler (gelecekteki mağaza karması geliştirme imkanı, yakın bölgede beklenen

gelişmeler); görüş alanı (açık görüş alanına sahip olma, tabelaların çeşitli yönlerden görünebilirliği); fiziksel olanaklar gibi ana ve alt kriterler değerlendirilmiştir.

Wichapa ve Khokhajaikiat (2018), tıbbi atık imha merkezi seçimi problemini ele almıştır. Kamu hizmetleri, trafik, arazi büyüklüğü, arazinin geleceği, geçmişteki sel durumu, nüfus yoğunluğu, yerel yönetim, yerel yönetimin yeterliliği, yerleşim yerlerine uzaklık, kamusal su kaynaklarına olan uzaklık kriterlerini değerlendirdikleri çalışmalarında Bulanık AHP metodunu kullanmışlardır. Trivedi (2018), afet barınak seçimi problemini ele aldığı çalışmasında DEMATEL' i kullanırken; arazinin elverişliliği, elektrik altyapısı, hijyen ve sanitasyon sistemi, sosyal tesis durumu, ulaşım kapasitesi, konumsal yakınlık kriterlerini değerlendirmiştir. Singh vd. (2018), küresel depo yeri seçimi problemi için alt yapı (ulaşım, elektrik-su tedariki, telekomünikasyon altyapısı); devlet (arazi maliyeti, vergi politikaları, teşvikler); pazar (pazar büyüklüğü, hedef pazara yakınlık, pazarın büyüme durumu) gibi kriterleri ele almış ve çözüm için Bulanık AHP metodunu kullanmıştır.

Sennaroğlu ve Çelebi (2018) askeri hava alanı yer seçimi problemi için; askeri kriterler, genişleme potansiyeli, maliyetler (arazi maliyeti, yapım maliyeti); çevresel ve sosyal etkiler, iklim koşulları, altyapı tesisleri, arazinin durumu, arazinin coğrafik özellikleri, ihtiyaçlar gibi kriterleri AHP metodu ile ağırlıklandırmış, PROMETHEE ve VIKOR yöntemleri ile de sıralamayı gerçekleştirmiştir.

Essaadi vd. (2019), küresel lojistik merkezi yer seçimi problemi için Bulanık TOPSIS metoduna başvurmuş ve politik istikrar, ekonomik istikrar, kamu kurumlarının verimliliği, ulaşım altyapısı, işgücü piyasasının çekiciliği, gümrük prosedürlerinin etkinliği kriterlerini değerlendirmiştir.

Çözümünde çok kriterli karar verme tekniklerinden PROMETHEE' nin kullanıldığı, rüzgar santrali yerinin seçimi problemi, Wu vd. (2020) tarafından ele alınmıştır. Söz konusu çalışmada; rüzgar kaynağı (rüzgar hızı, rüzgar gücü yoğunluğu, etkili rüzgar saatleri, rüzgar kesme), yapı (kapasite, trafik durumu, denizaltı topoğrafyası), maliyetler (yapım maliyeti, geri ödeme periyodu, operasyon ve bakım maliyetleri, karlılık), çevre (deniz yaşamı, kuş yaşamı, kirli emisyonu giderme faydaları), toplum (kamu tarafından kabul görme durumu, istihdam durumu), risk (politika riski, şiddetli hava olayları riski) ana ve alt kriterleri değerlendirilmiştir. Şeker ve Aydın (2020), hidrojen üretim yeri seçimi problemi için entropi temelli TOPSIS metodunu kullanmışlardır. Çalışmada; maliyet (yatırım maliyeti, kaynak potansiyeli, operasyon maliyeti); sosyo-ekonomik (vergi politikası ve teşvikler, halk tarafından kabul, toplum yararı); teknik (coğrafya ve iklim, kaynak dağıtımı, kaynak kalitesi); çevre (çevreye olan etki, iş güvenliği, insan sağlığının korunması) gibi ana ve alt kriterler entropi ile ağırlıklandırılmıştır.

Şahin vd. (2019), hastane yer seçimi problemini ele aldıkları çalışmalarında AHP metoduyla; rakiplerin durumu (medikal teknoloji, toplam yatak sayısı, tıbbi birimler, toplam hastaneler); talep faktörleri (nüfus, gelir, nüfus değişikliği olasılığı, nüfusun yaş durumu); çevre koşulları (hava kirliliği durumu, su kaynaklarını erişim); ulaşılabilirlik (şehir içi ulaşılabilirlik, şehir dışı ulaşılabilirlik); ilgili sektörlere erişebilirlik (medikal sektöre erişebilirlik, ilaç sektörüne erişebilirlik); devlet müdahalesi (işgücü piyasası, teşvik, mevzuat politikaları, vergi) gibi ana ve alt kriterleri değerlendirmişlerdir. Özel bir hastanenin kuruluş yeri seçimi problemi Baki (2021) tarafından ele alınmış ve problemin çözümünde çok kriterli karar verme metodlarından biri olan bulanık COPRAS metodu kullanılmıştır. Hastanenin yer seçimi problemi için; maliyet, nüfus yoğunluğu, rekabet, erişilebilirlik, altyapı yeterliliği, genişleme potansiyeli, gürültü kaynaklarına yakınlık gibi kriterlerin değerlendirilmesi yapılmıştır.

Karagöz vd. (2021), çalışmalarında geri dönüşüm merkezi seçimi probleminin çözümü için bulanık ARAS yöntemini tercih etmiş ve teknik (işlevsellik, yerel koşullara uygunluk, esneklik); finansal (toplam yatırım maliyeti, operasyon ve bakım maliyeti); coğrafik (ulaşım kolaylığı, trafik sıkışıklığı, tedarikçilere yakınlık); çevre (hava emisyonu, gürültü kirliliği, görüntü kirliliği, arazinin karakteristiği); sosyo-ekonomik (sosyal kabul, iş imkanları, yerel politikalar) gibi ana ve alt kriterleri değerlendirmeye almışlardır. Dağıtım merkezi yer seçimi problemini ele alan Thi Nhu-MaiNong (2022), problemin çözümü için bir ANP-TOPSIS entegre yaklaşımı kullanmıştır. ANP yöntemi kriterlerin ağırlıklandırılması için tercih edilirken; TOPSIS yöntemi alternatiflerin sıralanması için tercih edilmiştir. Lokasyon (tedarikçilere olan mesafe, pazara olan mesafe, hava alanına olan mesafe, otoyollara olan mesafe, limana olan mesafe, demiryollarına olan mesafe); maliyet (arazi maliyeti, kuruluş maliyeti, lojistik maliyeti, işçilik maliyeti); hizmet (depolama kolaylığı, yönlendirme hizmetleri); altyapı (arazi büyüklüğü, ulaşım hizmetlerinin çeşitliliği); insan kaynaklarının mevcudiyeti (insan kaynaklarının mevcudiyeti) değerlendirilmeye alınan ana ve alt kriterlerdir.

Genger vd. (2021), tünel yerleri seçimi probleminin çözümünde AHP ve ANP Temelli TOPSIS yöntemlerini; sosyal durum (günlük trafik akışının yıllık ortalaması, otoyollara uzaklık nüfus yoğunluğu, arazi kullanımı); alt yapı (kamu hizmeti onarım faaliyetleri için beklenen kazı sayısı, fayda yoğunluğu, yeraltı geliştirme projeleri); lokasyon (kamu tesislerine yakınlık, yüksek binalara yakınlık); çevre (toprak tipi, arazi eğimi, taşkın ovasına yakınlık) gibi ana ve alt kriterleri değerlendirmek için kullanmışlardır. Pan vd. (2021), asansör montajı işletmesi için yer seçimi problemini ele alan çalışmalarında ana ve alt kriter seti olarak; sosyal çevreyi (yaşlı nüfus yoğunluğu, ulaşım merkezine yakınlık, sağlık merkezine yakınlık, hareket kabiliyeti bozukluğundaki yoğunluk); bakım verimliliğini (tedarikçilere yakınlık, bakım tesisine yakınlık, bakım ekibinin ulaşım zamanı) ve genel maliyet verimliliğini (inşaat alanı kullanımı, hizmet transfer kabiliyeti, inşa edilebilirlik) seçmişlerdir. Araştırmacılar söz konusu problemin çözümünde çok kriterli karar verme teknikleri içerisinde en sık kullanılan yöntemlerden biri olan TOPSIS yöntemini kullanmışlardır.

Akpınar ve Koçak (2021), öğrenci sağlık merkezi yeri seçimi problemini; öğrenci nüfus yoğunluğu, gelecekte çevresel olarak büyüme imkanı, kampüs içi yürüme yoluna yakınlığı, altyapı imkanı (elektrik, su, doğalgaz vb.), otopark imkanı gibi kriterler kapsamında, TOPSIS yöntemini kullanarak çözmüştür.

Güncel bir yer seçimi problemi olan ilaç deposu ve aşı dağıtım merkezi yeri seçimi problemi Oral vd. (2021) tarafından ele alınmıştır. Çalışmada; ekonomik faktörler (ulaşım olanağı, arazi maliyeti); çevresel faktörler (altyapı, doğal afet riski); sosyal faktörler (nüfus, sağlık kuruluşu mevcudiyeti, güvenlik) gibi kriterler AHP, ANP, PROMETHEE yöntemleri ile değerlendirilmiştir.

### 3. Araştırmanın Yöntemi

#### 3.1. Bulanık Küme Teorisi

Bulanık mantık ilk olarak 1965 yılında matematikçi Lutfi Aliasker Zade tarafından ortaya atılmıştır (Zadeh, 1965). Bulanık mantık klasik mantığın aksine; günlük yaşamda keskinliğin olmadığını ve problemlere bu bakış açısıyla yaklaşmanın daha rasyonel sonuçlar doğuracağını savunmaktadır. Klasik mantığın kesin verileri yerine daha elastik olan bulanık verilerin kullanımı; finansal çalışmalardan deprem mühendisliği alanına kadar pek

çok günlük yaşam probleminin belirsizlik altında çözümüne katkı sağlamıştır (Zadeh, 1988).

Bulanık küme elemanlarının kesin sınırlarının olmaması durumundan dolayı, hangi elemanların hangi kümeye ait olduğuna dair belirsizlik söz konusudur. Kesin kümelerdeki evet/hayır, iyi/kötü, doğru/yanlış gibi ifadeler yerine bulanık kümelerde kısmen doğru, kısmen yanlış gibi ifadeler kullanılmaktadır (Kleyle vd., 1997).

Kesin kümelerde bir elemanın alabileceği değer ya “1” ya da “0” dir. Yani bir eleman bir kümenin ya üyesidir ya da değildir. Bulanık küme teorisine göre ise; kümenin elemanı olan elemanlar “1”, kümenin elemanı olmayan elemanlar “0” ve kümenin elemanı olup olmadığı kesin olmayan elemanlar ise belirsizlik durumları doğrultusunda “0” ile “1” arasında değerler alır. Örneğin bir A kümesinin bulanık küme olduğu varsayalım. Bu durumda A bulanık kümesi genel olarak Eşitlik 1-2-3'teki gibi ifade edilebilir (Altaş, 1999):

X: Uzay Kümesi

x: Uzay Kümesinin Kesin Küme Elemanları

A: Bulanık Küme

$\mu_A(x)$ : x kesin sayılarının A bulanık kümesindeki üyelik dereceleri olmak üzere;

$$A = \{(x, \mu_A \text{ öyle ki } x \in X) \quad (1)$$

$$A = \sum_{xi \in X} \frac{\mu_A(xi)}{xi} \quad (\text{ayrık biçim}) \quad (2)$$

$$A = \int_x \frac{\mu_A(x)}{x} \quad (\text{sürekli biçim}) \quad (3)$$

### 3.2. Bulanık TOPSIS

Çok kriterli karar verme teknikleri arasında en sık kullanılan yöntemlerden biri TOPSIS yöntemidir. Bir doğrusal ağırlıklandırma tekniği olan TOPSIS, 1981 yılında Hwang ve Yoon tarafından geliştirilmiştir (Hwang ve Yoon, 1981). Karmaşık algoritmalar ve modeller içermemesi, yorumlarının anlaşılabilir olması ve sonuçlarının güvenilir olması sebebiyle TOPSIS yöntemi, zamanla en sık kullanılan çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri haline gelmiştir.

Kullanıcısından az sayıda girdi parametresi alan ve çıktıları anlaşılabilir olan TOPSIS yöntemi; tedarik zinciri yönetimi, tedarikçi seçimi, mühendislik, işletme, üretim, pazarlama, insan kaynakları yönetimi, finans, enerji yönetimi gibi pek çok gerçek yaşam probleminin çözümünde kolaylıkla kullanılmaktadır (Özdemir, 2015).

TOPSIS yöntemini diğer doğrusal ağırlıklandırma yöntemlerinden ayıran en önemli özelliği, pozitif ideal çözüme en yakın ve negatif ideal çözüme en uzak olan uygun çözümü belirlemeyi sağlamasıdır. Pozitif ve negatif olmak üzere mesafelerin iki yönlü olarak ele alınması sayesinde, sadece maksimize edilecek durumlar değil aynı zamanda minimize edilecek durumlar da değerlendirmeye alınmış olmaktadır (Özdemir ve Seçme, 2009).

Günlük yaşam problemlerindeki belirsizlikler ve dilsel ifadeler kesinlik yaklaşımı ile modellenemez. Bu gibi problemlerin modellenmesinde, bulanık sayıların kullanılması daha rasyonel sonuçlar elde edilmesini sağlamaktadır. Önceki bölümde açıklanan Zadeh' in bulanık küme teorisi de belirsizlik içeren problemlerin çözümünde, kesin sayısal değerlerin yerine dilsel ifadelerin kullanılması gerektiğini ifade etmiştir. TOPSIS yönteminde kriterlerin ağırlıklandırılmasında kullanılan dilsel ifadeler, bulanık sayılar kullanılarak modellenilebilmektedir. Buradan yola çıkarak Chen (2000), TOPSIS metodunu üçgen bulanık sayıları kullanarak genişletmiştir (Chen, 2000).

Yamuk bulanık sayı ve üçgen bulanık sayı olmak üzere iki tip bulanık sayıdan söz etmek mümkündür. Yamuk bulanık sayılar  $\tilde{n} = (n_1, n_2, n_3, n_4)$  şeklinde ifade edilirken; üçgen bulanık sayılar  $\tilde{n} = (n_1, n_2, n_3)$  şeklinde ifade edilmektedir. Bu çalışmada üçgen bulanık sayılar kullanılmıştır. Tablo 1'de dilsel değişkenlerin üçgen bulanık sayı karşılıkları verilmiştir (Chen, 2000). Bu çalışmanın uygulama bölümünde de Chen (2000) 'in dilsel değişkenlerin bulanık sayı karşılıkları tablosundan yola çıkılarak hazırlanan Tablo 1'deki üçgen bulanık sayılar kullanılmıştır.

**Tablo 1.** Dilsel değişkenlerin üçgen bulanık sayı karşılıkları

Dilsel Değişkenler	Üçgen Bulanık Sayı Karşılığı
Çok Düşük (ÇD)	(1,1,3)
Düşük (D)	(1,3,5)
Orta (O)	(3,5,7)
Yüksek (Y)	(5,7,9)
Çok Yüksek (ÇY)	(7,9,9)

**Kaynak:** Chen (2000).

Chen (2000), iki üçgen bulanık sayı arasındaki uzaklığı hesaplamak için Eşitlik 4'te yer alan formülü geliştirmiştir (Chen, 2000).

Buna göre;  $\tilde{X} = (a_1, b_1, c_1)$  ve  $\tilde{Y} = (a_2, b_2, c_2)$  iki üçgen bulanık sayı olmak üzere, bu iki üçgen bulanık sayı arasındaki uzaklık:

$$d(\tilde{X}, \tilde{Y}) = \sqrt{[(a_1 - a_2)^2 + (b_1 - b_2)^2 + (c_1 - c_2)^2]} \quad (4)$$

şeklinde hesaplanmaktadır.

Bulanık TOPSIS yöntemi tıpkı diğer çok kriterli karar verme yöntemlerinde olduğu gibi konunun uzmanlarının tecrübelerinin, problemin çözümü için kullanılması konusunda fırsat sağlamaktadır. Pozitif ideal çözüme en yakın ve negatif ideal çözüme en uzak alternatifin belirlenmesini sağlayan Bulanık TOPSIS yönteminin çözümü yedi adımda ifade edilebilir (Nadaban vd., 2016).

#### 1. Adım: Kriterler ve Alternatifler İçin Uygun Derecelerin Atanması:

Bu adım; problemin çözümünde değerlendirilecek olan kriterlerin ve alternatiflerin, karar vericiler tarafından, Tablo 1'de yer alan dilsel değişkenlerin kullanılması yoluyla önem derecelerinin belirlenmesi adımdır. Örneğin K adet üyeden oluşan bir karar verici grubunda; k. karar vericinin a alternatifi ile ilgili j. kriterle göre bulanık değerlendirme  $\tilde{x}_{kj} = (a_{kj}, b_{kj}, c_{kj})$  şeklinde ifade edilirken ve  $C_j$  kriterinin ağırlığı ise  $\tilde{w}_{kj} = (w_{kj1}, w_{kj2}, w_{kj3})$  şeklinde gösterilir. Söz konusu değerlendirme yamuk bulanık sayılar kullanılarak da yapılabilmektedir. Ancak bu çalışmanın uygulama bölümünde üçgen bulanık sayıların kullanılmış olması sebebiyle, dilsel değişkenlerin yamuk bulanık sayı karşılıkları verilmemiştir.

#### 2. Adım: Alternatifler ve Kriterler İçin Ortalama Derecelerin Hesaplanması:

Bu adım, her bir karar verici tarafından ayrı ayrı belirlenen derecelerin ortalamalarının alınarak bütünleştirilmesi aşamasını ifade etmektedir. Bu bağlamda alternatif derecelerinin ortalamalarının hesaplanması Eşitlik 5'te gösterilirken; kriterlere atanan ağırlıkların ortalamalarının hesaplanması ise Eşitlik 6'da verilmiştir.

$$a_{ij} = \min_k \{a_{ij}^k\}, b_{ij} = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K b_{ij}^k, c_{ij} = \max_k \{c_{ij}^k\} \quad (5)$$

$$w_{j1} = \min_k \{w_{j1}^k\}, w_{j2} = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K w_{j2}^k, w_{j3} = \max_k \{w_{j3}^k\} \quad (6)$$

**3. Adım: Normalize Değerlerin Hesaplanması:** Bu adım alternatifler ve kriterler için ortalama değerlerin alınması aşamasından sonra gelir. Eşitlik 7 ve 8 yardımıyla değerlerin normalize edildiği adımdır. Eşitlik 7, fayda kriterleri için normalizasyon formülünü gösterirken; Eşitlik 8 maliyet kriterleri için kullanılması gereken normalizasyon formülünü göstermektedir. Uygulama bölümünde fayda ve maliyet kriterleri örneklerle detaylandırılacaktır.

$$\tilde{r}_{ij} = \left( \frac{a_{ij}}{c_j^*}, \frac{b_{ij}}{c_j}, \frac{c_{ij}}{c_j} \right) \text{ ve } c_j^* = \max_i \{c_{ij}^k\} \quad (7)$$

$$\tilde{r}_{ij} = \left( \frac{a_{ij}^-}{c_{ij}^*}, \frac{a_{ij}^-}{b_{ij}}, \frac{a_{ij}^-}{c_{ij}} \right) \text{ ve } c_j = \min_i \{a_{ij}^k\} \quad (8)$$

**4. Adım: Ağırlıklandırılmış Normalize Değerlerin Hesaplanması:** Bu adımda ağırlıklandırılmış normalize bulanık karar matrisi oluşturulur. Normalize edilmiş değerler ile ortalaması alınmış ağırlıkların çarpılması şeklinde gerçekleştirilir.

**5. Adım: Pozitif Bulanık İdeal Çözüm ve Negatif Bulanık İdeal Çözümün Hesaplanması:** Eşitlik 9 pozitif bulanık ideal çözümü hesaplamada kullanılırken; Eşitlik 10, negatif bulanık ideal çözümü hesaplamada kullanılmaktadır. Amaç pozitif ideal çözüme en yakın, negatif ideal çözüme en uzak alternatifin tespitidir.

$$A^* = (\tilde{v}_1^*, \tilde{v}_2^*, \dots, \tilde{v}_n^*), \tilde{v}_j^* = \max_i \{v_{ij3}\} \text{ olduğunda} \quad (9)$$

$$A^- = (\tilde{v}_1^-, \tilde{v}_2^-, \dots, \tilde{v}_n^-), \tilde{v}_j^- = \min_i \{v_{ij1}\} \text{ olduğunda} \quad (10)$$

**6. Adım: Her Bir Alternatifin Pozitif Bulanık İdeal Çözüm ve Negatif Bulanık İdeal Çözüme Olan Uzaklıklarının Hesaplanması:** Bu adımda, 4. Adımda hesaplanmış olan ağırlıklandırılmış normalize değerler ile 5. Adımda hesaplanmış olan pozitif bulanık ideal çözüm ve negatif bulanık ideal çözüm arasındaki uzaklıklar her bir alternatif için tek tek hesaplanır. Söz konusu hesaplama Eşitlik 11 ile gerçekleştirilebilmektedir.

$$d_i^+ = \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^*) \quad d_i^- = \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^-) \quad (11)$$

**7. Adım: Yakınlık Katsayısının Hesaplanması ve Alternatiflerin Sıralanması:** Bu son adımda ise, Eşitlik 12 yardımıyla her bir alternatif için yakınlık katsayısı hesaplanır. Yakınlık kat sayısı en büyük olan alternatif 1. öncelikli tercih edilmeli iken; yakınlık kat sayısı en düşük olan alternatif son sırada tercih edilmelidir.

$$CC_i = \frac{d_i^-}{d_i^- - d_i^+} \quad (12)$$

## 4. Uygulama

Çalışmanın uygulama bölümünde, Afyon-Eskişehir karayolunda açılması planlanan büyük çaplı bir mola yeri restoranı için kuruluş yeri seçimi problemi ele alınmıştır. Söz konusu restoranın en az 150 araç kapasiteli bir otoparkının, 600 kişi kapasiteli restoran bölümünün ve 500 metrekare alışveriş alanının olması istenmektedir. Afyon- Eskişehir karayolunu kullanacak olan binek araçların ve yolcu otobüslerinin hedef kitle olarak belirlendiği belirtilmiştir.

Kriterlerin oluşturulması aşamasında literatürde yer alan mevcut çalışmalardan yararlanılmış ve bu bağlamda ikincil veriler kullanılmıştır. Yapılan kapsamlı literatür çalışması sonucunda değerlendirmede kullanılmak üzere belirlenen kriterler Tablo 2’de verilmiştir. Restoranın yatırımcısı ve işletmecisi olan üç karar verici tarafından belirlenmiş olan üç farklı alternatif kuruluş yeri mevcuttur. Alternatif yerleşim yerlerinin Tablo 2’de yer alan kriterlere göre değerlendirilmesi karar vericiler ile yapılan yüz yüze görüşmeler ile gerçekleştirilmiştir.

**Tablo 2.** Literatürden elde edilen kriterler

Kriter	Kullanılan Yöntem	Araştırmacılar
Arazi Maliyeti	AHP Temelli PROMETHEE ve AHP Temelli VIKOR; Bulanık AHP; ANP-TOPSIS Entegre Yaklaşım; AHP, ANP, PROMETHEE; Bulanık AHP	Sennaroğlu ve Çelebi (2018); Singh vd. (2018); Thi Nhu-MaiNong (2022); Oral vd. (2021); Chou vd. (2008).
İşçilik Maliyeti	ANP-TOPSIS Entegre Yaklaşım; AHP	Thi Nhu-MaiNong (2022); Aytemiz ve Cingöz (2020).
Vergi İndirimi ve Teşvikler	Entropi Temelli TOPSIS; AHP; Bulanık AHP; AHP	Şeker ve Aydın (2020); Şahin vd. (2019); Singh vd. (2018); Aytemiz ve Cingöz (2020)
İşgücü Erişilebilirliği	AHP; Bulanık TOPSIS	Şahin vd. (2019); Essaadi vd. (2019).
Nitelikli İş Gücünün Varlığı	ANP-TOPSIS Entegre Yaklaşım; Bulanık AHP	Thi Nhu-MaiNong (2022); Chou vd. (2008).
Trafik Akış Miktarı	AHP ve ANP Temelli TOPSIS; Bulanık ARAS; PROMETHEE; AHP; AHP	Genger vd. (2021); Karagöz vd. (2021); Wu vd. (2020); Ünlükara ve Berköz (2016); Aytemiz ve Cingöz (2020)
Trafik Akış Yönü	AHP; AHP	Ünlükara ve Berköz (2016); Aytemiz ve Cingöz (2020).
Trafik Işıkları	AHP	Aytemiz ve Cingöz (2020).
Hız Limitleri	AHP	Aytemiz ve Cingöz (2020).
Genişlemeye Elverişlilik (Arazi Büyüklüğü)	Bulanık AHP; ANP-TOPSIS Entegre Yaklaşım; AHP Temelli PROMETHEE ve AHP Temelli VIKOR; Bulanık COPRAS; Bulanık AHP	Wichapa ve Khokhajaikiat (2018); Thi Nhu-MaiNong (2022); Ar vd. (2014); Sennaroğlu ve Çelebi (2018); Baki (2021); Chou vd. (2008).
Enerji Altyapısı	DEMATEL; TOPSIS	Trivedi (2018); Akpınar ve Koçak (2021).
Telekomikasyon Altyapısı	Bulanık AHP	Singh vd. (2018)
Arazinin Topoğrafik Özellikleri	AHP ve ANP Temelli TOPSIS; PROMETHEE	Genger vd. (2021); Wu vd. (2020).
Kanalizasyon Altyapısı	Bulanık Tercih İlişkileri ve AHP; AHP	Chang (2010); Tzeng vd. (2002);
Mevcut ve/veya Potansiyel Rakiplere Yakınlık	AHP; AHP; AHP; Bulanık AHP	Ünlükara ve Berköz (2016); Aytemiz ve Cingöz (2020), Ho vd. (2013); Chou vd. (2008).
Pazarlara/ Müşterilere yakınlık	Bulanık AHP; ANP-TOPSIS Entegre Yaklaşım	Singh vd. (2018); Thi Nhu-MaiNong (2022)
Tedarikçilere Olan Yakınlık	ANP-TOPSIS Entegre Yaklaşım; TOPSIS; Bulanık ARAS	Thi Nhu-MaiNong (2022); Pan vd. (2021); Karagöz vd. (2021)
Yerleşim Yerlerine Yakınlık	Bulanık AHP	Wichapa ve Khokhajaikiat (2018)

Ele alınan kuruluş yeri seçimi probleminin çözümü için sırasıyla aşağıdaki adımlar uygulanmıştır:

**1. Adım: Kriterle ve Alternatifler İçin Uygun Derecelerin Atanması:**

Karar vericilerden Tablo 1’de yer alan dilsel değişkenlerden yola çıkarak kriterleri ve belirlemiş oldukları üç alternatifin bu kriterler çerçevesindeki performans değerlerini derecelendirmeleri istenmiştir. Tablo 3 karar vericilerin dilsel değişkenleri kullanarak kriterlere atamış olduğu önem derecelerinin bulanık sayı karşılıklarını göstermektedir. Benzer şekilde Tablo 4, alternatiflerin kriterler çerçevesindeki performans değerlerinin bulanık sayı karşılıklarını göstermektedir.

**Tablo 3.** Kriterlere atanan önem derecelerinin bulanık sayı karşılıkları

KRİTERLER	Karar Verici 1	Karar Verici 2	Karar Verici 3
Arazi Maliyeti	(7,9,9)	(7,9,9)	(5,7,9)
İşçilik Maliyeti	(3,5,7)	(7,9,9)	(5,7,9)
Vergi İndirimi ve Teşvikler	(5,7,9)	(7,9,9)	(5,7,9)
İşgücü Erişilebilirliği	(3,5,7)	(5,7,9)	(1,3,5)
Nitelikli İş Gücünün Varlığı	(1,3,5)	(3,5,7)	(1,3,5)
Trafik Akış Miktarı	(5,7,9)	(7,9,9)	(7,9,9)
Trafik Akış Yönü	(5,7,9)	(7,9,9)	(5,7,9)
Trafik Işıkları	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7,9)
Hız Limitleri	(3,5,7)	(1,3,5)	(3,5,7)
Genişlemeye Elverişlilik (Arazi Büyüklüğü)	(5,7,9)	(3,5,7)	(5,7,9)
Enerji Altyapısı	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7,9)
Telekomünikasyon Altyapısı	(3,5,7)	(1,3,5)	(1,3,5)
Arazinin Topoğrafik Özellikleri	(3,5,7)	(3,5,7)	(1,3,5)
Kanalizasyon Altyapısı	(3,5,7)	(3,5,7)	(5,7,9)
Mevcut ve/veya Potansiyel Rakiplere Yakınlık	(5,7,9)	(5,7,9)	(7,9,9)
Pazarlara/ Müşterilere yakınlık	(3,5,7)	(5,7,9)	(5,7,9)
Tedarikçilere Olan Yakınlık	(1,3,5)	(1,1,3)	(1,1,3)
Yerleşim Yerlerine Yakınlık	(3,5,7)	(1,3,5)	(1,3,5)

Tablo 4. Alternatiflerin kriterler çerçevesindeki performans değerleri

Kriterler	Karar Verici 1			Karar Verici 2			Karar Verici 3		
	A1	A2	A3	A1	A2	A3	A1	A2	A3
Arazi Maliyeti	(5,7,9)	(1,1,3)	(1,3,5)	(5,7,9)	(1,1,3)	(3,5,7)	(7,9,9)	(1,1,3)	(1,3,5)
İşçilik Maliyeti	(5,7,9)	(3,5,7)	(3,5,7)	(7,9,9)	(1,3,5)	(1,3,5)	(7,9,9)	(1,3,5)	(1,3,5)
Vergi İndirimi ve Teşvikler	(3,5,7)	(5,7,9)	(7,9,9)	(3,5,7)	(5,7,9)	(5,7,9)	(3,5,7)	(5,7,9)	(7,9,9)
İşgücü Erişilebilirliği	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7,9)	(7,9,9)	(5,7,9)	(5,7,9)	(7,9,9)	(5,7,9)	(5,7,9)
Nitelikli İş Gücünün Varlığı	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7,9)	(7,9,9)	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7,9)
Trafik Akış Miktarı	(3,5,7)	(7,9,9)	(5,7,9)	(1,3,5)	(5,7,9)	(3,5,7)	(3,5,7)	(7,9,9)	(5,7,9)
Trafik Akış Yönü	(1,3,5)	(7,9,9)	(5,7,9)	(1,3,5)	(7,9,9)	(5,7,9)	(3,5,7)	(7,9,9)	(5,7,9)
Trafik Işıkları	(1,3,5)	(7,9,9)	(1,3,5)	(1,1,3)	(7,9,9)	(5,7,9)	(1,3,5)	(7,9,9)	(3,5,7)
Hız Limitleri	(5,7,9)	(7,9,9)	(1,3,5)	(3,5,7)	(7,9,9)	(5,7,9)	(5,7,9)	(7,9,9)	(3,5,7)
Genişlemeye Elverişlilik (Arazi Büyüklüğü)	(3,5,7)	(1,3,5)	(7,9,9)	(3,5,7)	(3,5,7)	(5,7,9)	(3,5,7)	(1,3,5)	(7,9,9)
Enerji Altyapısı	(5,7,9)	(7,9,9)	(3,5,7)	(5,7,9)	(5,7,9)	(3,5,7)	(5,7,9)	(5,7,9)	(3,5,7)
Telekomünikasyon Altyapısı	(5,7,9)	(7,9,9)	(3,5,7)	(5,7,9)	(5,7,9)	(3,5,7)	(5,7,9)	(5,7,9)	(3,5,7)
Arazinin Topoğrafik Özellikleri	(3,5,7)	(3,5,7)	(5,7,9)	(3,5,7)	(3,5,7)	(5,7,9)	(3,5,7)	(1,3,5)	(7,9,9)
Kanalizasyon Altyapısı	(5,7,9)	(5,7,9)	(3,5,7)	(5,7,9)	(5,7,9)	(3,5,7)	(5,7,9)	(5,7,9)	(1,3,5)
Mevcut ve/veya Potansiyel Rakiplere Yakınlık	(1,3,5)	(7,9,9)	(3,5,7)	(3,5,7)	(7,9,9)	(5,7,9)	(3,5,7)	(7,9,9)	(5,7,9)
Pazarlara/ Müşterilere yakınlık	(1,3,5)	(7,9,9)	(3,5,7)	(3,5,7)	(7,9,9)	(5,7,9)	(3,5,7)	(7,9,9)	(3,5,7)
Tedarikçilere Olan Yakınlık	(3,5,7)	(3,5,7)	(3,5,7)	(1,3,5)	(1,3,5)	(1,1,3)	(1,3,5)	(1,3,5)	(1,3,5)
Yerleşim Yerlerine Yakınlık	(5,7,9)	(5,7,9)	(3,5,7)	(3,5,7)	(3,5,7)	(1,3,5)	(3,5,7)	(5,7,9)	(3,5,7)

**2. Adım: Alternatifler ve Kriterler İçin Ortalama Derecelerin**

**Hesaplanması:** Uygulamanın bu adımında üç karar vericinin değerlendirmelerinin ortalamaları hesaplanmıştır. Eşitlik 2 ve Eşitlik 3 kullanılarak hesaplanan bulanık ortalamalar Tablo 5 ve Tablo 6'da gösterilmiştir.

**Tablo 5.** Kriterlere atanan önem derecelerinin bulanık ortalamaları

KRİTERLER	Karar Verici 1	Karar Verici 2	Karar Verici 3	Ortalama
Arazi Maliyeti	(7,9,9)	(7,9,9)	(5,7,9)	(5,8.33,9)
İşçilik Maliyeti	(3,5,7)	(7,9,9)	(5,7,9)	(3,7,9)
Vergi İndirimi ve Teşvikler	(5,7,9)	(7,9,9)	(5,7,9)	(5,7.667,9)
İşgücü Erişilebilirliği	(3,5,7)	(5,7,9)	(1,3,5)	(1,5,9)
Nitelikli İş Gücünün Varlığı	(1,3,5)	(3,5,7)	(1,3,5)	(1,3.667,7)
Trafik Akış Miktarı	(5,7,9)	(7,9,9)	(7,9,9)	(5,8.33,9)
Trafik Akış Yönü	(5,7,9)	(7,9,9)	(5,7,9)	(5,7.667,9)
Trafik Işıkları	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7,9)
Hız Limitleri	(3,5,7)	(1,3,5)	(3,5,7)	(1,4.33,7)
Genişlemeye Elverişlilik (Arazi Büyüklüğü)	(5,7,9)	(3,5,7)	(5,7,9)	(5,6.33,9)
Enerji Altyapısı	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7,9)
Telekomünikasyon Altyapısı	(3,5,7)	(1,3,5)	(1,3,5)	(1,3.667,7)
Arazinin Topoğrafik Özellikleri	(3,5,7)	(3,5,7)	(1,3,5)	(1,4.33,7)
Kanalizasyon Altyapısı	(3,5,7)	(3,5,7)	(5,7,9)	(3,5.667,9)
Mevcut ve/veya Potansiyel Rakiplere Yakınlık	(5,7,9)	(5,7,9)	(7,9,9)	(5,7.667,9)
Pazarlara/ Müşterilere yakınlık	(3,5,7)	(5,7,9)	(5,7,9)	(3,6.33,9)
Tedarikçilere Olan Yakınlık	(1,3,5)	(1,1,3)	(1,1,3)	(1,1.667,5)
Yerleşim Yerlerine Yakınlık	(3,5,7)	(1,3,5)	(1,3,5)	(1,3.667,7)



**Tablo 6.** Alternatiflerin kriterler çerçevesindeki performans değerlerinin bulanık ortalamaları

Kriterler	Karar Verici 1			Karar Verici 2			Karar Verici 3			ORTALAMA		
	A1	A2	A3	A1	A2	A3	A1	A2	A3	A1	A2	A3
Arazi Maliyeti	(5,7,9)	(1,1,3)	(1,3,5)	(5,7,9)	(1,1,3)	(3,5,7)	(7,9,9)	(1,1,3)	(1,3,5)	(5,7.667,9)	(1,1,3)	(1,3.667,7)
İşçilik Maliyeti	(5,7,9)	(3,5,7)	(3,5,7)	(7,9,9)	(1,3,5)	(1,3,5)	(7,9,9)	(1,3,5)	(1,3,5)	(5,8.33,9)	(1,3.667,7)	(1,3.667,7)
Vergi İndirimi ve Teşvikler	(3,5,7)	(5,7,9)	(7,9,9)	(3,5,7)	(5,7,9)	(5,7,9)	(3,5,7)	(5,7,9)	(7,9,9)	(3,5,7)	(5,7,9)	(5,8.33,9)
İşgücü Erişilebilirliği	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7,9)	(7,9,9)	(5,7,9)	(5,7,9)	(7,9,9)	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,8.33,9)	(5,7,9)	(5,7,9)
Nitelikli İş Gücünün Varlığı	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7,9)	(7,9,9)	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7.667,9)	(5,7,9)	(5,7,9)
Trafik Akış Miktarı	(3,5,7)	(7,9,9)	(5,7,9)	(1,3,5)	(5,7,9)	(3,5,7)	(3,5,7)	(7,9,9)	(5,7,9)	(1,4.33,7)	(5,8.33,9)	(3,6.33,9)
Trafik Akış Yönü	(1,3,5)	(7,9,9)	(5,7,9)	(1,3,5)	(7,9,9)	(5,7,9)	(3,5,7)	(7,9,9)	(5,7,9)	(1,3.667,7)	(7,9,9)	(5,7,9)
Trafik Işıkları	(1,3,5)	(7,9,9)	(1,3,5)	(1,1,3)	(7,9,9)	(5,7,9)	(1,3,5)	(7,9,9)	(3,5,7)	(1,2.33,5)	(7,9,9)	(1,5,9)
Hız Limitleri	(5,7,9)	(7,9,9)	(1,3,5)	(3,5,7)	(7,9,9)	(5,7,9)	(5,7,9)	(7,9,9)	(3,5,7)	(3,6.33,9)	(7,9,9)	(1,5,9)
Genişlemeye Elverişlilik (Arazi Büyüklüğü)	(3,5,7)	(1,3,5)	(7,9,9)	(3,5,7)	(3,5,7)	(5,7,9)	(3,5,7)	(1,3,5)	(7,9,9)	(3,5,7)	(1,3.667,7)	(5,8.33,9)
Enerji Altyapısı	(5,7,9)	(7,9,9)	(3,5,7)	(5,7,9)	(5,7,9)	(3,5,7)	(5,7,9)	(5,7,9)	(3,5,7)	(5,7,9)	(5,7.667,9)	(3,5,7)
Telekomünikasyon Altyapısı	(5,7,9)	(7,9,9)	(3,5,7)	(5,7,9)	(5,7,9)	(3,5,7)	(5,7,9)	(5,7,9)	(3,5,7)	(5,7,9)	(5,7.667,9)	(3,5,7)
Arazinin Topoğrafik Özellikleri	(3,5,7)	(3,5,7)	(5,7,9)	(3,5,7)	(3,5,7)	(5,7,9)	(3,5,7)	(1,3,5)	(7,9,9)	(3,5,7)	(1,4.33,7)	(5,7.667,9)
Kanalizasyon Altyapısı	(5,7,9)	(5,7,9)	(3,5,7)	(5,7,9)	(5,7,9)	(3,5,7)	(5,7,9)	(5,7,9)	(1,3,5)	(5,7,9)	(5,7,9)	(1,4.33,7)
Mevcut ve/veya Potansiyel Rakiplere Yakınlık	(1,3,5)	(7,9,9)	(3,5,7)	(3,5,7)	(7,9,9)	(5,7,9)	(3,5,7)	(7,9,9)	(5,7,9)	(1,4.33,7)	(7,9,9)	(3,6.33,9)
Pazarlara/ Müşterilere yakınlık	(1,3,5)	(7,9,9)	(3,5,7)	(3,5,7)	(7,9,9)	(5,7,9)	(3,5,7)	(7,9,9)	(3,5,7)	(1,4.33,7)	(7,9,9)	(3,5.667,9)
Tedarikçilere Olan Yakınlık	(3,5,7)	(3,5,7)	(3,5,7)	(1,3,5)	(1,3,5)	(1,1,3)	(1,3,5)	(1,3,5)	(1,3,5)	(1,3.667,7)	(1,3.667,7)	(1,3,7)
Yerleşim Yerlerine Yakınlık	(5,7,9)	(5,7,9)	(3,5,7)	(3,5,7)	(3,5,7)	(1,3,5)	(3,5,7)	(5,7,9)	(3,5,7)	(3,5.667,9)	(3,6.33,9)	(1,4.33,7)

**3. Adım: Normalize Değerlerin Hesaplanması:** Bu aşamada ortalaması alınan değerlerin normalizasyonu gerçekleştirilmiştir. Normalizasyon işlemi için önceki bölümde verilmiş olan Eşitlik 4 ve Eşitlik 5 kullanılmıştır. Burada dikkat edilmesi gereken husus, fayda ve maliyet kriterlerinin ayrı değerlendirilmesi gerektiğidir. Örneğin; iş gücü erişilebilirliği, tedarikçilere olan yakınlık gibi kriterler fayda kriterleri kapsamına girerken; arazi maliyeti, işçilik maliyeti gibi yüksek olması olumsuz durum yaratan kriterler maliyet kriterleri kapsamına girmektedir. Bu doğrultuda fayda kriterlerini normalize ederken Eşitlik 4; maliyet kriterlerini normalize ederken ise Eşitlik 5'ten faydalanılmıştır. Tablo 7 normalize edilmiş değerleri göstermektedir.

**Tablo 7.** Normalizasyon sonrası değerler

Kriterler	ORTALAMA			$c_j^*$ ya da $a_j^-$	Normalize Değerler		
	A1	A2	A3		A1	A2	A3
Arazi Maliyeti	(5,7.667,9)	(1,1,3)	(1,3.667,7)	1	(0.11,0.13,0.2)	(0.33,1,1)	(0.14,0.27,1)
İşçilik Maliyeti	(5,8.33,9)	(1,3.667,7)	(1,3.667,7)	1	(0.11,0.12,0.2)	(0.14,0.27,1)	(0.14,0.27,1)
Vergi İndirimi ve Teşvikler	(3,5,7)	(5,7,9)	(5,8.33,9)	9	(0.33,0.56,0.78)	(0.56,0.78,1)	(0.56,0.93,1)
İşgücü Erişilebilirliği	(5,8.33,9)	(5,7,9)	(5,7,9)	9	(0.56,0.93,1)	(0.56,0.78,1)	(0.56,0.78,1)
Nitelikli İş Gücünün Varlığı	(5,7.667,9)	(5,7,9)	(5,7,9)	9	(0.56,0.85,1)	(0.56,0.78,1)	(0.56,0.78,1)
Trafik Akış Miktarı	(1,4.33,7)	(5,8.33,9)	(3,6.33,9)	9	(0.11,0.48,0.78)	(0.56,0.93,1)	(0.33,0.7,1)
Trafik Akış Yönü	(1,3.667,7)	(7,9,9)	(5,7,9)	9	(0.11,0.41,0.78)	(0.78,1,1)	(0.56,0.78,1)
Trafik Işıkları	(1,2.33,5)	(7,9,9)	(1,5,9)	9	(0.11,0.26,0.56)	(0.78,1,1)	(0.11,0.56,1)
Hız Limitleri	(3,6.33,9)	(7,9,9)	(1,5,9)	9	(0.33,0.7,1)	(0.78,1,1)	(0.11,0.56,1)
Genişlemeye Elverişlilik (Arazi Büyüklüğü)	(3,5,7)	(1,3.667,7)	(5,8.33,9)	9	(0.33,0.56,0.78)	(0.11,0.41,0.78)	(0.56,0.93,1)
Enerji Altyapısı	(5,7,9)	(5,7.667,9)	(3,5,7)	9	(0.56,0.78,1)	(0.56,0.85,1)	(0.33,0.56,0.78)
Telekomünikasyon Altyapısı	(5,7,9)	(5,7.667,9)	(3,5,7)	9	(0.56,0.78,1)	(0.56,0.85,1)	(0.33,0.56,0.78)
Arazinin Topoğrafik Özellikleri	(3,5,7)	(1,4.33,7)	(5,7.667,9)	9	(0.33,0.56,0.78)	(0.11,0.48,0.78)	(0.56,0.85,1)
Kanalizasyon Altyapısı	(5,7,9)	(5,7,9)	(1,4.33,7)	9	(0.56,0.78,1)	(0.56,0.78,1)	(0.11,0.48,0.78)
Mevcut ve/veya Potansiyel Rakiplere Yakınlık	(1,4.33,7)	(7,9,9)	(3,6.33,9)	9	(0.11,0.48,0.78)	(0.78,1,1)	(0.33,0.7,1)
Pazarlara/ Müşterilere yakınlık	(1,4.33,7)	(7,9,9)	(3,5.667,9)	9	(0.11,0.48,0.78)	(0.78,1,1)	(0.33,0.63,1)
Tedarikçilere Olan Yakınlık	(1,3.667,7)	(1,3.667,7)	(1,3,7)	7	(0.14,0.52,1)	(0.14,0.52,1)	(0.14,0.43,1)
Yerleşim Yerlerine Yakınlık	(3,5.667,9)	(3,6.33,9)	(1,4.33,7)	9	(0.33,0.63,1)	(0.33,0.7,1)	(0.11,0.48,0.78)

#### 4. Adım: Ağırlıklandırılmış Normalize Değerlerin Hesaplanması:

Tablo 5'te hesaplanan ortalama ağırlıklar ile Tablo 7'de hesaplanan normalize değerlerin çarpımı sonucu ağırlıklandırılmış normalize değerler hesaplanmıştır. Ağırlıklandırılmış normalize değerler Tablo 8'de gösterilmektedir.

**Tablo 8.** Ağırlıklandırılmış normalize değerler

Kriterler	Normalize Değerler			Ortalama Ağırlıklar	Ağırlıklandırılmış Normalize Değerler		
	A1	A2	A3		A1	A2	A3
Arazi Maliyeti	(0.11,0.13,0.2)	(0.33,1,1)	(0.14,0.27,1)	(5,8.33,9)	(0.55,1.08,1.8)	(1.65,8.33,9)	(0.7,2.25,9)
İşçilik Maliyeti	(0.11,0.12,0.2)	(0.14,0.27,1)	(0.14,0.27,1)	(3,7,9)	(0.33,0.84,1.8)	(0.42,1.89,9)	(0.42,1.89,9)
Vergi İndirimi ve Teşvikler	(0.33,0.56,0.78)	(0.56,0.78,1)	(0.56,0.93,1)	(5,7.667,9)	(1.65,4.3,7.02)	(2.8,5.9,9)	(2.8,7.13,9)
İşgücü Erişilebilirliği	(0.56,0.93,1)	(0.56,0.78,1)	(0.56,0.78,1)	(1,5,9)	(0.56,4.65,9)	(0.56,3.9,9)	(0.56,3.9,9)
Nitelikli İş Gücünün Varlığı	(0.56,0.85,1)	(0.56,0.78,1)	(0.56,0.78,1)	(1,3.667,7)	(0.56,3.12,7)	(0.56,2.86,7)	(0.56,2.86,7)
Trafik Akış Miktarı	(0.11,0.48,0.78)	(0.56,0.93,1)	(0.33,0.7,1)	(5,8.33,9)	(0.55,4.7,02)	(2.8,7.75,9)	(1.65,5.83,9)
Trafik Akış Yönü	(0.11,0.41,0.78)	(0.78,1,1)	(0.56,0.78,1)	(5,7.667,9)	(0.55,3.14,7.02)	(3.9,7.667,9)	(2.8,5.98,9)
Trafik Işıkları	(0.11,0.26,0.56)	(0.78,1,1)	(0.11,0.56,1)	(5,7,9)	(0.55,1.82,5.04)	(3.9,7,9)	(0.55,3.92,9)
Hız Limitleri	(0.33,0.7,1)	(0.78,1,1)	(0.11,0.56,1)	(1,4.33,7)	(0.33,3.31,7)	(0.78,4.33,7)	(0.11,2.42,7)
Genişlemeye Elverişlilik (Arazi Büyüklüğü)	(0.33,0.56,0.78)	(0.11,0.41,0.78)	(0.56,0.93,1)	(5,6.33,9)	(1.65,3.54,7.02)	(0.55,2.6,7.02)	(2.8,5.9,9)
Enerji Altyapısı	(0.56,0.78,1)	(0.56,0.85,1)	(0.33,0.56,0.78)	(5,7,9)	(2.8,5.46,9)	(2.8,5.95,9)	(1.65,3.92,7.02)
Telekomünikasyon Altyapısı	(0.56,0.78,1)	(0.56,0.85,1)	(0.33,0.56,0.78)	(1,3.667,7)	(0.56,2.86,7)	(0.56,3.12,7)	(0.33,2.05,5.46)
Arazinin Topoğrafik Özellikleri	(0.33,0.56,0.78)	(0.11,0.48,0.78)	(0.56,0.85,1)	(1,4.33,7)	(0.33,2.42,5.46)	(0.11,2.08,5.46)	(0.56,3.68,7)
Kanalizasyon Altyapısı	(0.56,0.78,1)	(0.56,0.78,1)	(0.11,0.48,0.78)	(3,5.667,9)	(1.68,4.42,9)	(1.68,4.42,9)	(0.33,2.72,7.02)
Mevcut ve/veya Potansiyel Rakiplere Yakınlık	(0.11,0.48,0.78)	(0.78,1,1)	(0.33,0.7,1)	(5,7.667,9)	(0.55,3.68,7.02)	(3.9, 7.667,9)	(1.65,5.37,9)
Pazarlara/ Müşterilere Yakınlık	(0.11,0.48,0.78)	(0.78,1,1)	(0.33,0.63,1)	(3,6.33,9)	(0.33,3.04,7.02)	(2.34, 6.33,9)	(0.99,3.99,9)
Tedarikçilere Olan Yakınlık	(0.14,0.52,1)	(0.14,0.52,1)	(0.14,0.43,1)	(1,1.667,5)	(0.14,0.87,5)	(0.14,0.87,5)	(0.14,0.72,5)
Yerleşim Yerlerine Yakınlık	(0.33,0.63,1)	(0.33,0.7,1)	(0.11,0.48,0.78)	(1,3.667,7)	(0.33,2.31,7)	(0.33,2.57,7)	(0.11,1.76,5.46)

**5. Adım: Pozitif Bulanık İdeal Çözüm ve Negatif Bulanık İdeal**

**Çözümün Hesaplanması:** Eşitlik 6 ve 7 kullanılarak sırasıyla pozitif bulanık ideal çözüm (A\*) ve negatif bulanık ideal çözüm (A-) hesaplanmıştır. Tablo 9 bu değerleri göstermektedir.

**Tablo 9.** Pozitif bulanık ideal çözüm (A\*) ve negatif bulanık ideal çözüm (A-) değerleri

Kriterler	Ağırlıklandırılmış Normalize Değerler			A*	A-
	A1	A2	A3		
Arazi Maliyeti	(0.55,1.08,1.8)	(1.65,8.33,9)	(0.7,2.25,9)	(1.65,8.33,9)	(0.55,1.08,1.8)
İşçilik Maliyeti	(0.33,0.84,1.8)	(0.42,1.89,9)	(0.42,1.89,9)	(0.42,1.89,9)	(0.33,0.84,1.8)
Vergi İndirimi ve Teşvikler	(1.65,4.3,7.02)	(2.8,5.9,9)	(2.8,7.13,9)	(2.8,7.13,9)	(1.65,4.3,7.02)
İşgücü Erişilebilirliği	(0.56,4.65,9)	(0.56,3.9,9)	(0.56,3.9,9)	(0.56,4.65,9)	(0.56,3.9,9)
Nitelikli İş Gücünün Varlığı	(0.56,3.12,7)	(0.56,2.86,7)	(0.56,2.86,7)	(0.56,3.12,7)	(0.56,2.86,7)
Trafik Akış Miktarı	(0.55,4,7.02)	(2.8,7.75,9)	(1.65,5.83,9)	(2.8,7.75,9)	(0.55,4,7.02)
Trafik Akış Yönü	(0.55,3.14,7.02)	(3.9,7.667,9)	(2.8,5.98,9)	(3.9,7.667,9)	(0.55,3.14,7.02)
Trafik Işıkları	(0.55,1.82,5.04)	(3.9,7,9)	(0.55,3.92,9)	(3.9,7,9)	(0.55,1.82,5.04)
Hız Limitleri	(0.33,3.31,7)	(0.78,4.33,7)	(0.11,2.42,7)	(0.78,4.33,7)	(0.11,2.42,7)
Genişlemeye Elverişlilik (Arazi Büyüklüğü)	(1.65,3.54,7.02)	(0.55,2.6,7.02)	(2.8,5.9,9)	(2.8,5.9,9)	(0.55,2.6,7.02)
Enerji Altyapısı	(2.8,5.46,9)	(2.8,5.95,9)	(1.65,3.92,7.02)	(2.8,5.95,9)	(1.65,3.92,7.02)
Telekomünikasyon Altyapısı	(0.56,2.86,7)	(0.56,3.12,7)	(0.33,2.05,5.46)	(0.56,3.12,7)	(0.33,2.05,5.46)
Arazinin Topoğrafik Özellikleri	(0.33,2.42,5.46)	(0.11,2.08,5.46)	(0.56,3.68,7)	(0.56,3.68,7)	(0.11,2.08,5.46)
Kanalizasyon Altyapısı	(1.68,4.42,9)	(1.68,4.42,9)	(0.33,2.72,7.02)	(1.68,4.42,9)	(0.33,2.72,7.02)
Mevcut ve/veya Potansiyel Rakiplere Yakınlık	(0.55,3.68,7.02)	(3.9, 7.667,9)	(1.65,5.37,9)	(3.9, 7.667,9)	(0.55,3.68,7.02)
Pazarlara/ Müşterilere yakınlık	(0.33,3.04,7.02)	(2.34, 6.33,9)	(0.99,3.99,9)	(2.34, 6.33,9)	(0.33,3.04,7.02)
Tedarikçilere Olan Yakınlık	(0.14,0.87,5)	(0.14,0.87,5)	(0.14,0.72,5)	(0.14,0.87,5)	(0.14,0.72,5)
Yerleşim Yerlerine Yakınlık	(0.33,2.31,7)	(0.33,2.57,7)	(0.11,1.76,5.46)	(0.33,2.57,7)	(0.11,1.76,5.46)

**6. Adım: Her Bir Alternatifin Pozitif Bulanık İdeal Çözüm ve Negatif Bulanık İdeal Çözümüne Olan Uzaklıklarının Hesaplanması:** Bu adımda Eşitlik 8 kullanılarak, her bir alternatifin tek tek A\* ve A- değerlerine olan uzaklıkları hesaplanıp, toplam uzaklıklar belirlenmiştir. Tablo 10 pozitif bulanık ideal çözüm (A\*) ile uzaklıkları gösterirken; Tablo 11 negatif bulanık ideal çözüm (A-) ile uzaklıkları göstermektedir.

**Tablo 10.** Pozitif bulanık ideal çözüme olan uzaklıklar

Kriterler	Ağırlıklandırılmış Normalize Değerler			A*	A1 ile mesafe	A2 ile mesafe	A3 ile mesafe
	A1	A2	A3				
Arazi Maliyeti	(0.55,1.08,1.8)	(1.65,8.33,9)	(0.7,2.25,9)	(1.65,8.33,9)	5,933309925	0	3,55288146
İşçilik Maliyeti	(0.33,0.84,1.8)	(0.42,1.89,9)	(0.42,1.89,9)	(0.42,1.89,9)	4,20121411	0	0
Vergi İndirimi ve Teşvikler	(1.65,4.3,7.02)	(2.8,5.9,9)	(2.8,7.13,9)	(2.8,7.13,9)	2,101729447	0,71014083	0
İşgücü Erişilebilirliği	(0.56,4.65,9)	(0.56,3.9,9)	(0.56,3.9,9)	(0.56,4.65,9)	0	0,4330127	0,4330127
Nitelikli İş Gücünün Varlığı	(0.56,3.12,7)	(0.56,2.86,7)	(0.56,2.86,7)	(0.56,3.12,7)	0	0,15011107	0,15011107
Trafik Akış Miktarı	(0.55,4,7.02)	(2.8,7.75,9)	(1.65,5.83,9)	(2.8,7.75,9)	2,771606033	0	1,29214292
Trafik Akış Yönü	(0.55,3.14,7.02)	(3.9,7.667,9)	(2.8,5.98,9)	(3.9,7.667,9)	3,44657458	0	1,1627509
Trafik Işıkları	(0.55,1.82,5.04)	(3.9,7,9)	(0.55,3.92,9)	(3.9,7,9)	4,232276771	0	2,62734974
Hız Limitleri	(0.33,3.31,7)	(0.78,4.33,7)	(0.11,2.42,7)	(0.78,4.33,7)	0,643661402	0	1,16861742
Genişlemeye Elverişlilik (Arazi Büyüklüğü)	(1.65,3.54,7.02)	(0.55,2.6,7.02)	(2.8,5.9,9)	(2.8,5.9,9)	1,898464292	2,57377155	0
Enerji Altyapısı	(2.8,5.46,9)	(2.8,5.95,9)	(1.65,3.92,7.02)	(2.8,5.95,9)	0,282901632	0	1,76671069
Telekomünikasyon Altyapısı	(0.56,2.86,7)	(0.56,3.12,7)	(0.33,2.05,5.46)	(0.56,3.12,7)	0,15011107	0	1,09077954
Arazinin Topoğrafik Özellikleri	(0.33,2.42,5.46)	(0.11,2.08,5.46)	(0.56,3.68,7)	(0.56,3.68,7)	1,156445704	1,30819214	0
Kanalizasyon Altyapısı	(1.68,4.42,9)	(1.68,4.42,9)	(0.33,2.72,7.02)	(1.68,4.42,9)	0	0	1,69635885
Mevcut ve/veya Potansiyel Rakiplere Yakınlık	(0.55,3.68,7.02)	(3.9, 7.667,9)	(1.65,5.37,9)	(3.9, 7.667,9)	3,216575249	0	1,85640414
Pazarlara/ Müşterilere Yakınlık	(0.33,3.04,7.02)	(2.34, 6.33,9)	(0.99,3.99,9)	(2.34, 6.33,9)	2,502305604	0	1,55971151
Tedarikçilere Olan Yakınlık	(0.14,0.87,5)	(0.14,0.87,5)	(0.14,0.72,5)	(0.14,0.87,5)	0	0	0,08660254
Yerleşim Yerlerine Yakınlık	(0.33,2.31,7)	(0.33,2.57,7)	(0.11,1.76,5.46)	(0.33,2.57,7)	0,15011107	0	1,0126039
<b>d<sub>i</sub>*</b>					<b>32,6872869</b>	<b>5,17522829</b>	<b>19,4560374</b>

**Tablo 11.** Negatif bulanık ideal çözüme olan uzaklıklar

Kriterler	Ağırlıklandırılmış Normalize Değerler			A <sup>-</sup>	A1 ile mesafe	A2 ile mesafe	A3 ile mesafe
	A1	A2	A3				
Arazi Maliyeti	(0.55,1.08,1.8)	(1.65,8.33,9)	(0.7,2.25,9)	(0.55,1.08,1.8)	0	5,93330993	4,21233902
İşçilik Maliyeti	(0.33,0.84,1.8)	(0.42,1.89,9)	(0.42,1.89,9)	(0.33,0.84,1.8)	0	4,20121411	4,20121411
Vergi İndirimi ve Teşvikler	(1.65,4.3,7.02)	(2.8,5.9,9)	(2.8,7.13,9)	(1.65,4.3,7.02)	0	1,61275127	2,10172945
İşgücü Erişilebilirliği	(0.56,4.65,9)	(0.56,3.9,9)	(0.56,3.9,9)	(0.56,3.9,9)	0,4330127	0	0
Nitelikli İş Gücünün Varlığı	(0.56,3.12,7)	(0.56,2.86,7)	(0.56,2.86,7)	(0.56,2.86,7)	0,15011107	0	0
Trafik Akış Miktarı	(0.55,4,7.02)	(2.8,7.75,9)	(1.65,5.83,9)	(0.55,4,7.02)	0	2,77160603	1,68119997
Trafik Akış Yönü	(0.55,3.14,7.02)	(3.9,7.667,9)	(2.8,5.98,9)	(0.55,3.14,7.02)	0	3,44657458	2,3838694
Trafik Işıkları	(0.55,1.82,5.04)	(3.9,7,9)	(0.55,3.92,9)	(0.55,1.82,5.04)	0	4,23227677	2,5878949
Hız Limitleri	(0.33,3.31,7)	(0.78,4.33,7)	(0.11,2.42,7)	(0.11,2.42,7)	0,52930772	1,16861742	0
Genişlemeye Elverişlilik (Arazi Büyüklüğü)	(1.65,3.54,7.02)	(0.55,2.6,7.02)	(2.8,5.9,9)	(0.55,2.6,7.02)	0,83538414	0	2,57377155
Enerji Altyapısı	(2.8,5.46,9)	(2.8,5.95,9)	(1.65,3.92,7.02)	(1.65,3.92,7.02)	1,59316247	1,76671069	0
Telekomünikasyon Altyapısı	(0.56,2.86,7)	(0.56,3.12,7)	(0.33,2.05,5.46)	(0.33,2.05,5.46)	1,0133443	1,09077954	0
Arazinin Topoğrafik Özellikleri	(0.33,2.42,5.46)	(0.11,2.08,5.46)	(0.56,3.68,7)	(0.11,2.08,5.46)	0,23380904	0	1,30819214
Kanalizasyon Altyapısı	(1.68,4.42,9)	(1.68,4.42,9)	(0.33,2.72,7.02)	(0.33,2.72,7.02)	1,69635885	1,69635885	0
Mevcut ve/veya Potansiyel Rakiplere Yakınlık	(0.55,3.68,7.02)	(3.9, 7.667,9)	(1.65,5.37,9)	(0.55,3.68,7.02)	0	3,21657525	1,63161474
Pazarlara/ Müşterilere yakınlık	(0.33,3.04,7.02)	(2.34, 6.33,9)	(0.99,3.99,9)	(0.33,3.04,7.02)	0	2,5023056	1,32394612
Tedarikçilere Olan Yakınlık	(0.14,0.87,5)	(0.14,0.87,5)	(0.14,0.72,5)	(0.14,0.72,5)	0,08660254	0,08660254	0
Yerleşim Yerlerine Yakınlık	(0.33,2.31,7)	(0.33,2.57,7)	(0.11,1.76,5.46)	(0.11,1.76,5.46)	0,95262794	1,0126039	0
<b>d<sub>i</sub></b>					<b>7,52372077</b>	<b>34,7382865</b>	<b>24,0057714</b>

**7. Adım: Yakınlık Katsayısının Hesaplanması ve Alternatiflerin Sıralanması:** Bu son adımda yakınlık katsayıları hesaplanarak alternatiflerin sıralaması gerçekleştirilmiştir. Eşitlik 9 kullanılarak hesaplanan yakınlık katsayıları büyükten küçüğe sıralandığında; 2 numaralı alternatifin birinci öncelikle tercih edilmesi gerektiği, 1 numaralı alternatifin ise son sırada tercih edilmesi gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. Söz konusu değerler Tablo 12'de gösterilmektedir.

**Tablo 12.** Yakınlık katsayıları ve sıralama

Alternatifler	$d_i^*$	$d_i^-$	CCi	Sıralama
Alternatif 1	32,6872869	7,52372077	0,187106	3
Alternatif 2	5,17522829	34,7382865	0,87033895	1
Alternatif 3	19,4560374	24,0057714	0,55234175	2

## 5. Sonuç ve Öneriler

Kuruluş yeri seçimi kararı, işletmeler için son derece önemli stratejik kararlardan biridir. Öyle ki; kuruluş yeri seçimi kararı yerleşim düzeninden, yatırım ve operasyon maliyetlerine ve hatta organizasyon yapısına kadar işletmeyi tüm süreçleriyle ve alt sistemleriyle etkiler. Bu nedenle kuruluş yeri kararında etkili olacak karar vericilerin, tüm bu alt sistemler arasındaki etkileşimleri dikkate alarak, en doğru sonuçları verecek politikaları belirlemesi gerekmektedir. Karar vericilerin işletmenin ihtiyaçlarını doğru bir şekilde tespit etmiş olması, seçilecek kuruluş yerinin işletme ihtiyaçlarını ve beklentilerini optimum şekilde karşılaması ve işletme karakteristiğiyle uyumlu olması son derece önemlidir.

Hizmet işletmeleri için yer seçiminin satış ve müşteri memnuniyeti üzerindeki etkisi büyüktür. Şüphesiz doğru belirlenmiş bir kuruluş yeri, işletmeyi hedef pazara yakınlatacak ve rakiplerinin önüne geçirecektir. Bu çalışmada da bir hizmet işletmesi için kuruluş yeri kararı problemi ele alınmıştır. Problemin çözümünde kullanılan Bulanık TOPSIS yönteminin, kesinlik ifade etmeyen değerlendirmeleri de dikkate alması sebebiyle belirlenen problemin karakteristiğiyle uyumlu olduğu düşünülmektedir. Kuruluş yeri seçimi kararında son derece kritik bir öneme sahip olan kriterlerin belirlenmesi sürecinde kapsamlı bir literatür çalışması titizlikle yapılmış ve değerlendirilmeye alınacak olan nihai kriterler belirlenmiştir. İşletmenin yatırımcılarından oluşan üç karar verici tarafından belirlenen alternatif kuruluş yerleri ve önem dereceleri, atanan kriterler kapsamında değerlendirilmiştir. Problemin çözümünde kullanılan Bulanık TOPSIS yönteminin, hizmet işletmeleri için kuruluş yeri seçimi probleminin çözümünde, çok kriterli karar verme teknikleri arasından iyi bir seçenek olduğu düşünülmektedir. Bulanık TOPSIS yöntemi ile bulanık sayıların kullanılmasında yolculu; kesinlik ifade etmeyen ve eksik bilgilerin olabildiği durumların da çözüm sürecine aktarımı sağlanabilmektedir. Yapılan bu çalışma, işletme başarısını hayati derecede etkileyecek olan yer seçimi kararı problemi için, pek çok faktörü aynı anda değerlendirmeyi mümkün kılan, uygulanabilir ve pratik bir çözüm önerisi sunmaktadır. Gelecek çalışmalarda Bulanık TOPSIS yönteminin farklı sektörlere uygulanabileceği ya da diğer çok kriterli karar verme yöntemleri ile kombine edilebileceği düşünülmektedir. Ayrıca; kriter önem derecelerinin belirlenmesinde ve alternatiflerin performanslarının atanmasında işletme yatırımcılarının görüşlerinin belirleyici olması, çalışmanın sınırlılığı olarak değerlendirilmektedir. Kurumsallığı daha ön planda olan hizmet işletmeleri

ile yapılacak olan ileriki çalışmalarda, söz konusu değerlendirmeler için, konunun uzmanlarının fikirlerine başvurulmasının daha etkin sonuçlar ortaya çıkaracağı düşünülmektedir.

## Yazar Katkı Oranı Beyanı

Giriş, Birgül Küçük Çırpın tarafından yazılmıştır. Veri, Tuba Ezgi Çakır Esen tarafından toplanmıştır. Analiz, Tuba Ezgi Çakır Esen tarafından gerçekleştirilmiştir. Literatür çalışması, sonuç ve tartışma bölümü yazarlar tarafından ortak olarak yazılmıştır.

## Çatışma Beyanı

Çalışmada yazarlar arasında çıkar çatışması yoktur.

## Destek Beyanı

Bu çalışma için herhangi bir kurumdan destek alınmamıştır.

## Kaynaklar

- Akpınar, M. E., & Koçak, K. (2021). TOPSIS yöntemine dayalı öğrenci sağlık merkezi yeri seçimi: bir üniversite uygulaması. Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi, 23(69), 823-833.
- Altaş, İ. H. (1999). Bulanık mantık: Bulanıklılık kavramı. Enerji, Elektrik, Elektromekanik-3e, 62, 80-85.
- Ar, İ. M., Birdoğan, Baki ve Özdemir, F. (2014). Kuruluş yeri seçiminde bulanık AHS-VIKOR yaklaşımının kullanımı: Otel sektöründe bir uygulama. Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi, (13), 93-114.
- Aytemiz, T., ve Cingöz, K. (2020). Kuruluş yeri seçiminde analitik hiyerarşi süreci: Kayseri'de bir fast-food zinciri uygulaması. Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, (50), 248-261.
- Chang, T. H. (2010). Restaurant location selection by utilizing the fuzzy preference relations. In 2010 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (pp. 935-939). IEEE.
- Chen, C. T. (2000). Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment. Fuzzy sets and systems, 114(1), 1-9.
- Chou, T. Y., Hsu, C. L., and Chen, M. C. (2008). A fuzzy multi-criteria decision model for international tourist hotels location selection. International journal of hospitality management, 27(2), 293-301.
- Essaadi, I., Grabot, B., and Féliès, P. (2019). Location of global logistic hubs within Africa based on a fuzzy multi-criteria approach. Computers & Industrial Engineering, 132, 1-22.
- Genger, T. K., Luo, Y., and Hammad, A. (2021). Multi-criteria spatial analysis for location selection of multi-purpose utility tunnels. Tunnelling and Underground Space Technology, 115, 104073.
- Ho, H. P., Chang, C. T., and Ku, C. Y. (2013). On the location selection problem using analytic hierarchy process and multi-choice goal programming. International Journal of Systems Science, 44(1), 94-108.
- Hwang, C. L., and Yoon, K. (1981). Methods for multiple attribute decision making. In Multiple attribute decision making (pp. 58-191). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Karagöz, S., Deveci, M., Simic, V., and Aydin, N. (2021). Interval type-2 Fuzzy ARAS method for recycling facility location problems. Applied Soft Computing, 102, 107107.
- Kleyle, R., de Korvin, A., and Karim, K. (1997). Investing in new companies in an unstable economic environment: A fuzzy set approach. Managerial Finance.
- Kobu, B. (2006). Üretim yönetimi, 14. Baskı, İstanbul: Beta Basım.
- Krajewski, L. J., Ritzman, L. P., and Malhotra, M. K. (2010). Operations management: Processes and supply chains. New Jersey: Pearson.
- L.A. Zadeh, "Fuzzy sets", Information and Control 8, 338-353, 1965.
- Nädäban, S., Dzitac, S., and Dzitac, I. (2016). Fuzzy TOPSIS: A general view. Procedia computer science, 91, 823-831.

- Nong, T. N. M. (2022). A hybrid model for distribution center location selection. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 38(1), 40-49.
- Nursena, Oral, Yapıcı, S., Yumuşak, R., ve Tamer, Eren. (2021). Pandemi sürecinde sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi için ilaç deposu ve aşı dağıtım merkezi yeri seçimi. *Politeknik Dergisi*, 1-1.
- Özdemir, A. İ., & Seçme, N. Y. (2009). İki aşamalı stratejik tedarikçi seçiminin bulanık topsis yöntemi ile analizi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 11(2), 79-112.
- Pan, Y., Zhang, L., Koh, J., and Deng, Y. (2021). An adaptive decision making method with copula Bayesian network for location selection. *Information Sciences*, 544, 56-77.
- Rahmi, Baki. (2021). Özel bir hastanenin yer seçimi için bulanık COPRAS tekniğinin uygulanması. *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 10(4), 1506-1514.
- Seker, S., and Aydın, N. (2020). Hydrogen production facility location selection for Black Sea using entropy based TOPSIS under IVPF environment. *International Journal of Hydrogen Energy*, 45(32), 15855-15868.
- Sennaroglu, B., and Celebi, G. V. (2018). A military airport location selection by AHP integrated PROMETHEE and VIKOR methods. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 59, 160-173.
- Singh, R. K., Chaudhary, N., and Saxena, N. (2018). Selection of warehouse location for a global supply chain: A case study. *IIMB management review*, 30(4), 343-356.
- Şahin, T., Ocak, S., and Top, M. (2019). Analytic hierarchy process for hospital site selection. *Health Policy and Technology*, 8(1), 42-50.
- Trivedi, A. (2018). A multi-criteria decision approach based on DEMATEL to assess determinants of shelter site selection in disaster response. *International journal of disaster risk reduction*, 31, 722-728.
- Tzeng, G. H., Teng, M. H., Chen, J. J., and Opricovic, S. (2002). Multicriteria selection for a restaurant location in Taipei. *International journal of hospitality management*, 21(2), 171-187.
- Ünlükara, T., and Berköz, L. (2016). Alışveriş merkezlerinin yer seçimi kriterleri: İstanbul Örneği. *Megaron*, 11(3).
- Wichapa, N., and Khokhajaikiat, P. (2018). A Hybrid multi-criteria analysis model for solving the facility location-allocation problem: A case study of Infectious Waste Disposal. *Journal of Engineering and Technological Sciences*, 50(5).
- Wu, Y., Tao, Y., Zhang, B., Wang, S., Xu, C., and Zhou, J. (2020). A decision framework of offshore wind power station site selection using a PROMETHEE method under intuitionistic fuzzy environment: A case in China. *Ocean and Coastal Management*, 184, 105016.
- Özdemir, M. (2015). Çok kriterli karar verme yöntemleri. Bursa: Dora Basım-Yayın Dağıtım.
- Zadeh, L. A. (1988). Fuzzy logic. *Computer*, 21(4), 83-93.