

Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleriyle Afet Sonrası Geçici Depo Yeri Seçimi

[Post-Disaster Temporary Warehouse Site Selection with Multi-Criteria Decision-Making Methods]

¹Buse Bayram¹; ¹Tamer Eren¹

¹ Kırıkkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü, Kırıkkale, Türkiye

Sorumlu Yazar / Correspondence Address:

Tamer Eren

Kırıkkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü, Kırıkkale, Türkiye

E-mail: tamereren@gmail.com

Geliş tarihi / Received: 01.07.2023

Revizyon tarihi / Revised: 23.08.2023

Kabul tarihi / Accepted: 03.09.2023

Elektronik yayın tarihi: 25.09.2023


Online published

Anahtar Kelimeler / Keywords: Depo Yer seçimi, Afet Yönetimi, Çok Kriterli Karar Verme / Warehouse Location

Selection, Disaster Management, Multi-Criteria Decision Making

Kısaltmalar / Abbreviations: Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV), Belediye Stadyumu (BSTD), Mehmet Akif Ersoy Parkı (MAEP), Şehit Erkan Karakaş Parkı (ŞEKP), Şehit Üsteğmen Rahim Çelik Parkı (SÜRÇP), Adnan Kahveci Parkı (AKHP) ve Yunus Emre Parkı (YEP)

Künye / Cite this article as: Bayram B, Eren T. Post-disaster temporary warehouse site selection with multi-criteria decision-making methods. *J Emerg Aid Disaster Science*. 2023;3(2):22-30.

Copyright holder Journal of Emergency Aid and Disaster Science 

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License. This is an open Access article which can be used if cited properly.

Özet

Dünyada her an her yerde meydana gelme potansiyeline sahip olan afetlere hazır olabilmek için çalışmalar yapılmaktadır. İhtiyaç sahiplerine yardım sağlanması, afet lojistiğinin etkin şekilde sürdürülebilmesi açısından çaba sarf edilmektedir. Bu çalışmada, İstanbul'u etkileyebilecek olası muhtemel 7,5 büyüklüğündeki depremin etkilerini azaltmayı amaçlayan bir geçici depo yeri seçimi problemi ele alınmıştır. Ele alınan problemin kapsama alanı taşıdığı yüksek risk sebebiyle Sultanbeyli Mehmet Akif Mahallesi'dir. Bahsi geçen mahalle için toplanma alanlarından depo kurulabilecek en uygun alan Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerinden AHP, TOPSIS, ELECTRE ve PROMETHEE ile belirlenmeye çalışılmıştır. Depo yeri seçimi açısından önemli kriterler olan ulaşım, altyapı, sosyal ve güvenlik kriterleri ışığında çözüm aranmıştır. Çalışma ilgili ilçede yapılmış ilk çalışma niteliği taşımakta ve bu bağlamda literatüre katkı sağlamaktadır.

Abstract

Efforts are being made to be preparedness for disasters that have the potential to occur anywhere in the world at any time. Efforts are made to provide assistance to those in need and to maintain disaster logistics effectively. In this study, a temporary warehouse location selection problem, which aims to mitigate the effects of a possible 7.5 magnitude earthquake that may effect Istanbul, is discussed. The coverage area of the problem under consideration is Sultanbeyli Mehmet Akif Neighborhood due to the high risk it carries. For the aforementioned neighborhood, the most suitable area to build a warehouse among the assembly areas has been tried to be determined by AHP, TOPSIS, ELECTRE and PROMETHEE, which are among the Multi-Criteria Decision Making (MCDM) methods. Solutions were sought in the light of transportation, infrastructure, social and security criteria, which are important criteria for warehouse location selection.

Günümüzde artan rekabet ortamında işletmelerin, fark oluşturmak ve rakiplerinin önüne geçmek için izlediği stratejilerden birisi de lojistik faaliyetler içerisinde yer alan uygun depolama yerinin belirlenmesidir.¹ Afet lojistiği açısından ise depo yeri seçimi, afetzedelere gıda ve ihtiyaç malzemelerinin en hızlı ve etkili şekilde ulaştırılması açısından oldukça önemlidir. Aniden gelişen ve öngörülemez afetlerin olduğu bölgelere yardımın ulaşmaması veya yanlış yere gönderilmesi gibi sorunların ortaya çıkmaması için depo yeri seçimi problemi ciddi önem taşımaktadır. Bu probleme çözüm önerisi sunabilmek adına çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemlerine başvurulabilir.

ÇKKV yöntemleri, belirlenmiş kriter etrafında alternatiflerin karşılaştırıldığı ve en uygun olanının belirlenmeye çalışıldığı problemlerdir.² Birden çok alternatif ve birden çok kriter olduğu durumlarda kullanılan bu yöntem karar vericinin amacına bağlı olarak çeşitli alanlarda kullanılabilir. Alternatifler arasından seçim yapabilir ve sınıflandırma yapılabilir. Yöntemin kullanıldığı problemlere örnek olarak; personel seçimi, çalışmada bahsi geçen depo yeri seçimi, malzeme-teçhizat seçimi vb. örnek verilebilir.

Literatürde ÇKKV yöntemleriyle yapılmış oldukça fazla çalışma yer almaktadır. En sık kullanılanların başında AHP

yöntemi gelmektedir. Ele alınan problemin çözüm aşamasında da kullanılan diğer yöntemler ise TOPSIS, ELECTRE ve PROMETHEE'dir. Bunların yanı sıra net olmayan durumlarda kullanılan literatürde bulanık ÇKKV yöntemleri olarak da geçen Bulanık AHP, Bulanık TOPSIS ve Bulanık PROMETHEE gibi yöntemlere de problemin yapısına göre başvurulabilmektedir.

Bu çalışmada İstanbul'da olması beklenen büyük deprem neticesinde afetzedelere ulaşacak yardımın etkili ve seri şekilde yapılabilmesi üzerine çalışılmıştır. Fay hattına olan yakınlığı neticesinde depremde en çok etkilenecek ilçelerin başında Sultanbeyli gelmektedir. Olması tahmin edilen 7,5 büyüklüğünde depremin ilgili ilçe senaryoları incelenmiştir. Hasarlı bina sayısı, geçici barınma ihtiyacı, altyapı hasar dereceleri, can kaybı ve yaralanma tahminleri neticesinde Mehmet Akif Mahallesi'nin ciddi seviyede risk taşıdığı görülmüş ve bu mahallenin toplanma alanları depo yeri seçimi için değerlendirilmiştir.

Çalışmanın ikinci bölümünde depo yeri seçim problemi anlatılmıştır. Üçüncü bölümde çok ölçütlü karar verme yöntemlerinden bahsedilmiştir. Dördüncü bölümde literatür çalışmasına yer verilmiştir. Mehmet Akif Mahallesi toplanma alanlarının ÇKKV yöntemleriyle değerlendirilmesi aşamasına beşinci bölüm olan uygulama bölümünde yer verilmiştir. Son bölüm olan altıncı bölümde yapılan çalışmanın sonuçları verilmiş, gelecekte yapılabilecek çalışmalar için önerilerde bulunulmuştur.

Depo Yeri Seçim Problemi

Kuruluş yeri seçimi pek çok açıdan stratejik karar verilmesi gereken bir problemdir.³ Kuruluş yeri seçimi yapılırken hammaddeye yakınlık, işgücü kaynağına yakınlık, pazarlama, taşıma maliyetleri, altyapı gibi birçok önemli faktör göz önüne alınmalıdır.⁴ Yüksek maliyetli bir karar olduğu için uzun vadeli yatırımlardandır. Sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi açısından ise depolama kavramı oldukça önemlidir ve sağlıklı bir şekilde yapılmalıdır. Depo ve lojistik tesislerinde can ve mal kaybının oluşmaması oldukça önemlidir. Bu bağlamda yangını tetikleyecek etmenlerin dikkatli kullanımı, raf sistemlerinin veya kolilerin dikkatli istiflenmesi, zemin şartlarının elverişli olması, bölgenin güvenliği gibi konular deponun hasara uğramaması açısından önemli konulardır. Depolar dağıtılan malzemenin tipine uygun olarak, ulaşımın kolay sağlandığı, güvenli alanlarda bulunan, zemin yapısına dikkat edilmiş alanlara kurulmalıdır. Gıda, medikal, afet lojistiği, perakende gibi alanlarda depolama çalışmalarını görmek mümkündür.

Dünyada her an her yerde meydana gelme potansiyeline sahip olan afetlere hazır olabilmek için depolama yapılması gereklidir. İhtiyaç malzemelerinin afetin gerçekleştiği, zarar gören yerlere gönderilmek üzere stoklandığı yer afet depolarıdır. Bu depoların kuruluş alanı seçilirken dikkat edilmesi gereken kriterler mevcuttur. Bunlardan bazıları; ulaşımın kolay olacağı alanların seçimi, deprem bölgeleri için değerlendirmeye alınması gereken fay hattına mesafesi, alanın güvenli olması, elektrik ve su kaynağı mevcudiyeti, nüfusun ve işgücünün yoğunluğu, karayolu, havayolu gibi ulaşım yollarına yakınlığıdır.

rına yakınlığıdır.

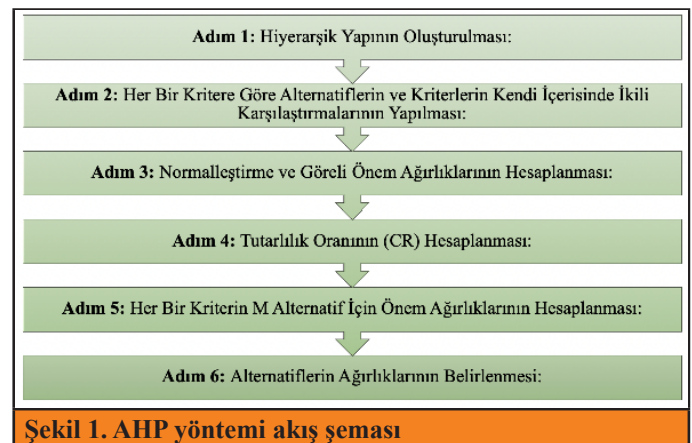
Afetlerin ardından en kısa sürede etkinin görüldüğü bölgelere ulaşıp müdahalenin yapılması afet yönetiminin etkili bir şekilde yapılmasında kilit noktadır. Türkiye'de 6 Şubat'ta gerçekleşmiş Kahramanmaraş depremlerinin etkileri hala sürmektedir. Olması öngörülen en az 7,5 büyüklüğünde büyük İstanbul depremi için hazırlıkların yapılması ve tedbirlerin alınması şarttır. Büyük bir alanı etkisi altına alacağı ve oldukça hasar yaratacağı düşünülen deprem için analizler ve çalışmalar yapılmaya devam etmektedir. Depremden en çok etkileneceği düşünülen Sultanbeyli ilçesine bağlı mahallelerin bu bağlamda değerlendirilmesi gerekmektedir. İstanbul Büyükşehir Belediye'nin Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü ile yapıp paylaşmış olduğu "Sultanbeyli Olası Deprem Kayıp Tahminleri Kitapçığı"⁵ ve AFAD raporları incelenmiştir. 12 çok ağır hasarlı bina, 60 ağır hasarlı bina, 362 orta hasarlı bina, 742 hafif hasarlı bina, 10 can kaybı, 5 ağır yaralı, 34 hastanede tedavi gören yaralı, 78 hafif yaralı, 4 altyapı hasarı, 1.581 geçici barınma ihtiyacı sayısı ve rileri ışığında Mehmet Akif Mahallesi'nde afet sonrası geçici deponun kurulması gerektiği anlaşılmaktadır.

Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri

Amaca uygun olarak, birden fazla seçenek arasından en uygun olanı seçmemiz istendiğinde bir karar problemiyle karşılaşmış oluruz. Karar verme, kriterlere göre elimizde bulunan alternatifleri en uygun biçimde seçme sürecidir.⁶ Çok ölçütlü karar verme; kriterlerin ve alternatiflerin çok fazla olduğu durumda birçok seçeneğin seçilmesi, değer verilmesi, sıraya dizilmesi, sınıflara bölünmesi ve ağırlık konulması işlemidir.⁷ Yöntemin verdiği etkin sonuçlardan ötürü karar vericiler tarafından kullanılan bir yöntemdir. Bu çalışmada dört adet ÇKKV yöntemi (AHP, TOPSIS, ELECTRE, PROMETHEE) kullanılmıştır.

1.AHP Yöntemi

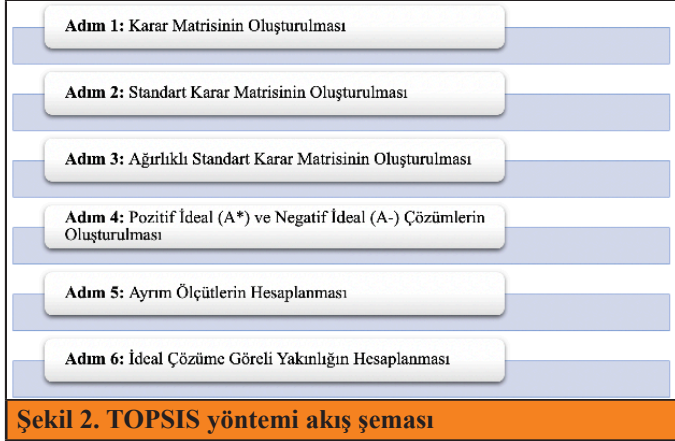
Saaty tarafından geliştirilen AHP, çok kriterli karar verme durumları içeren problemlerde kullanılmak üzere başvuru bir yöntemdir.⁸ Karar verici tarafından belirlenmiş bir amacın altında kriterler, alt kriterler ve alternatifler şeklinde sıralanmış hiyerarşik bir yapı kullanılır. Kriterlerin ağırlıkları oluşturularak en uygun alternatif belirlenmeye çalışılır. AHP yöntemi aşamaları ve uygulama şeması Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. AHP yöntemi akış şeması

2. TOPSIS Yöntemi

Hwang ve Yoon tarafından 1981 yılında geliştirilmiş bir ÇKKV yöntemidir. Yöntem karar noktalarının ideal çözüme yakınlığı ana prensibine dayanarak, tercih sıralaması yapmak için geliştirilmiştir.⁹ TOPSIS alternatifleri, pozitif ideal çözüme en yakın ve negatif ideal çözümden en uzak mesafeyi temel alarak sıralar ve ideal çözüme en yakın alternatifi seçer. Yöntem akış şeması Şekil 2'dedir.



3. ELECTRE Yöntemi

ELECTRE yöntemi ilk kez 1968 yılında Bernard Boy tarafından ortaya atılmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda ELECTRE I, II, III, IV, IS ve TRI olmak üzere 6 adet ELECTRE yöntemi geliştirilmiştir. Yöntem, her bir değerlendirme faktörü için alternatif karar noktaları arasında ikili üstünlük kıyaslamalarına dayanır.¹⁰ Karar verici özellikle uyumluluk ve uyumsuzluk limitlerini belirlemelidir.¹¹ ELECTRE yöntemi akış şeması Şekil 3'te gösterilmiştir.

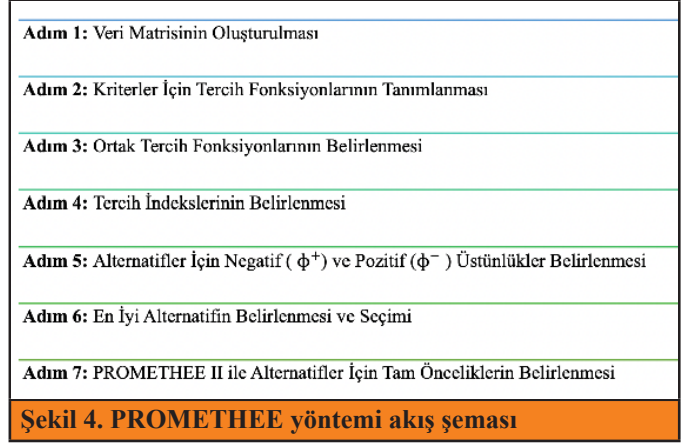


4. PROMETHEE Yöntemi

PROMETHEE yöntemi alternatiflerin seçilen kriterler vasıtasıyla tercih fonksiyonlarına dayanarak ikili karşılaştırmalar yapmak suretiyle değerlendirildiği, Brans tarafından ortaya konulmuş bir ÇKKV yöntemidir.

PROMETHEE yöntemini oluşturan temel özellikler basitlik, açıklık ve dengeli oluşudur. PROMETHEE yöntemi ile sonlu sayıda alternatifler üzerinde hem kısmi sıralama (PROMETHEE I) hem de tam sıralama (PROMETHEE II) yapmak mümkündür. PROMETHEE yöntemi ile alternatifler (a₁, a₂, ..., a_n) ve kriterler (q₁, q₂, ..., q_k) tarafından oluşan karar matrisi ile karar verme sürecine başlanır. Yöntem karar vericiye karar matrisi oluşturulduktan sonra aşağıda belirtilen

5 adımın izlenmesi sonucunda PROMETHEE tam ve kısmi sıralama sonuçlarını sunmaktadır.¹² PROMETHEE yöntemi uygulama adımları Şekil 4'teki gibidir.



Literatürde Yapılan Çalışmalar

Depo yer seçimi problemi birden çok kriteri göz önünde bulundurup karar vermeyi gerektiren bir problem çeşididir. Çok kriterli karar verme yöntemlerinin bahsi geçen problemde yoğun olarak kullanıldığı görülmektedir. Bu çalışmalardan bazılarında aşağıda yer verilmiştir.

Özbek ve Erol (2016) yaptığı çalışmada depo yeri karar problemlerine AHS, BAT, COPRAS ve MOORA yöntemlerini kullanarak bütünlük bir model önerisinde bulunmuşlardır. Yapıcı vd. (2020) yaptığı çalışmada¹⁴ AHP ve ANP yöntemlerini kullanarak Kırıkkale ilinde medikal depo yerinin seçilmesi üzerine çalışmışlardır. Turgut ve Şahin (2019) Mersin ilinde uyguladıkları çalışmada¹⁵ AHP yöntemini kullanarak yaş sebze meyve depolamasının yapılacağı alanın belirlenmesi üzerine çalışmışlardır. Aydın vd. (2017) çalışmasında¹⁶ küme kapsama ve p-medyan problemi üzerine senaryoları Maltepe ilçesi için değerlendirmişlerdir. Şekkeli (2020) araştırma makalesinde¹⁷ Kahramanmaraş ili Onikişubat ilçesindeki acil durum toplanma yerini AHP yöntemiyle değerlendirmiştir. Tezcan vd. (2023) yaptığı çalışmada¹⁸ afet sonrası Kırıkkale ilinde konumlandırılacak geçici depo için yer seçimini ve araç rotalama uygulamasını ele almıştır, ÇKKV yöntemlerinden AHP, BAHP, TOPSIS, PROMETHEE ve VIKOR yöntemlerini kullanmış, rotalama aşamasında matematiksel model kurmuştur. Ergün vd. (2020)¹⁹ Giresun'da afet depo yeri seçimi üzerine çalışmış ve AHS, MAUT (Multi Attribute Utility Theory-Çok Nitelikli Karar Verme), SAW (Simple Additive Weighting-Basit Toplamlı Ağırlıklandırma) yöntemlerini kullanmıştır. Öztürk ve Kaya (2020) yaptığı çalışmada²⁰ PROMETHEE yöntemini kullanarak acil durum toplanma alanlarını değerlendirmiştir. Derse (2022)²¹ Ege Bölgesi'nde afet lojistiğini kapsamak için depo yerleri incelenmiş, TOPSIS ve DEMATEL yöntemlerini kullanmıştır. Peker vd. (2016)²² Erzincan ili için AHS ve VIKOR yöntemleriyle dağıtım merkez yerinin belirlenmesi üzerine çalışılmıştır. Durdağ vd. (2021) yaptığı çalışmada²³ İstanbul Beykoz ilçesinde afet depo yeri seçimi üzerine çalışmıştır. Kabadayı ve Esen (2021) yaptığı çalışmada²⁴ 4. parti lojistik firması için Gri Temelli TOPSIS yöntemi kullanarak depo yeri seçimini ele almıştır. Arslankaya ve Demir (2023) yaptığı çalışmada²⁵ üretim tesislerine olan uzaklık, istihdam ve talep gibi çeşitli

kriterler altında Doğu ve Güneydoğu bölgeleri için bir ara deponun kurulması üzerine çalışmışlar ve SWARA (step-wise weight assessment ratio analysis-kademeli ağırlık değerlendirme oran analizi), WASPAS (weighted aggregated sum product assessment-ağırlıklandırılmış

Tablo 1. Literatür özeti		
Yazarlar	Uygulama Alanı	Kullanılan Yöntemler
Ak ve Acar (2021)	Depo yeri seçimi	AHP ve TOPSIS
Aktepe ve Ersöz (2014)	Depo yeri seçimi	AHP, VIKOR ve MOORA
Arslankaya ve Demir (2023)	Depo yeri seçimi	SWARA ve WASPAS
Aydın vd. (2017)	Depo yeri seçimi	Küme kapsama ve p-medyan
Cömert ve Yener (2017)	Depo yeri seçimi	BAHP
Çalık (2020)	Depo yeri seçimi	Aralık Tip-2 Bulanık AHP ve Aralık Tip-2 Bulanık TOPSIS
Demirci ve Arıkan (2021)	Depo yeri seçimi	SWARA, MOORA ve OCRA
Derse (2022)	Depo yeri seçimi	TOPSIS ve DEMATEL
Durdağ vd. (2021)	Depo yeri seçimi	Sistem analizi
Ergün vd. (2020)	Depo yeri seçimi	AHS, MAUT ve SAW
Kabadayı ve Esen (2021)	Depo yeri seçimi	Gri temelli TOPSIS
Kış vd. (2019)	Depo yeri seçimi	KEMIRA-M
Oral vd. (2021)	Depo yeri seçimi	AHP ve ANP
Oral vd. (2021)	Depo yeri seçimi	AHP, ANP ve PROMETHEE
Özbek ve Erol (2016)	Depo yeri seçimi	AHS, BAT, COPRAS ve MOORA
Öztürk ve Kaya (2020)	Acil durum toplanma alanı	PROMETHEE
Peker vd. (2016)	Dağıtım yeri seçimi	AHS ve VIKOR
Sağnak (2020)	Depo yeri seçimi	AHS ve bulanık TODIM
Şeker ve Alakaş (2019)	Depo yeri seçimi	AHP, TOPSIS ve PROMETHEE
Şekkeli (2020)	Acil durum toplanma yeri	AHP
Tezcan vd. (2023)	Depo yeri seçimi ve araç rotalama	AHP, BAHP, TOPSIS, PROMETHEE ve VIKOR, Matematiksel model
Tirmikçioğlu (2021)	Depo yeri seçimi	Bulanık WASPAS
Turgut ve Şahin (2019)	Depo yeri seçimi	AHP
Yalçın ve Kara (2022)	Depo yeri seçimi	AHP
Yapıcı vd. (2020)	Depo yeri seçimi	AHP ve ANP

bütünleşik toplam çarpım değerlendirmesi) yöntemlerini kullanmışlardır. Cömert ve Yener (2017) yaptığı çalışma-

da²⁶ BAHF yöntemiyle Sakarya ilinde faaliyet gösteren bir gıda firması için depo yeri seçimi üzerine çalışmıştır. Kış vd. (2019)²⁷ KEMIRA-M (Modifiye Edilmiş Kemeny Medyan Gösterge Sıralaması Uygunluk Yaklaşımı) yöntemiyle bir elektrik dağıtım firması için depo yeri seçimi yapmıştır. Çalık (2020)²⁸ Aralık Tip-2 Bulanık AHP ve Aralık Tip-2 Bulanık TOPSIS yöntemleriyle uygun depo yerinin seçimi üzerine çalışmıştır. Sağnak (2020) yaptığı çalışmada²⁹ bulanık AHS ve bulanık TODIM yöntemlerini kullanarak perakende sektöründe faaliyet gösteren kuruluş için depo yerimi seçimi üzerine durmuştur. Oral vd. (2021) çalışmada³⁰ tehlikeli madde için depo yeri seçimi üzerinde durmuş, AHP ve ANP yöntemlerini kullanmıştır. Tirmikçioğlu (2021)³¹ bulanık WASPAS yöntemiyle bir tekstil firması için en uygun depo yeri seçimi üzerine çalışmıştır. Aktepe ve Ersöz (2014) yaptığı çalışmada³² AHP, VIKOR ve MOORA yöntemleriyle bir döküm fabrikası için kurulacak ürün deposu yerini belirlemiştir. Yalçın ve Kara (2022)³³ Türkiye'de bulunan askeri birlikler için, askeri depolara ait yerin tespitini AHP yöntemiyle yapmıştır. Ak ve Acar (2021)³⁴ AHP ve TOPSIS yöntemlerini kullanarak insani yardım tedarik zinciri depo yeri seçimi üzerine çalışmıştır. Oral vd. (2021)³⁵ AHP, ANP ve PROMETHEE yöntemleriyle pandemi sürecinde sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi için ilaç deposu ve aşı dağıtım merkezi yerinin seçimi üzerine çalışmıştır. Demirci ve Arıkan (2021)³⁶ Covid-19 döneminde ihtiyaç olarak ortaya çıkan ilaç depolarının yer seçimi üzerine çalışmış, SWARA, MOORA ve OCRA yöntemlerini kullanmıştır. Şeker ve Alakaş (2019) yaptığı çalışmada³⁷ ev aletleri firması için depo yeri seçimini AHP, TOPSIS ve PROMETHEE yöntemleriyle incelemiştir. Literatürde yapılan çalışmaların özeti Tablo 1'de verilmiştir.

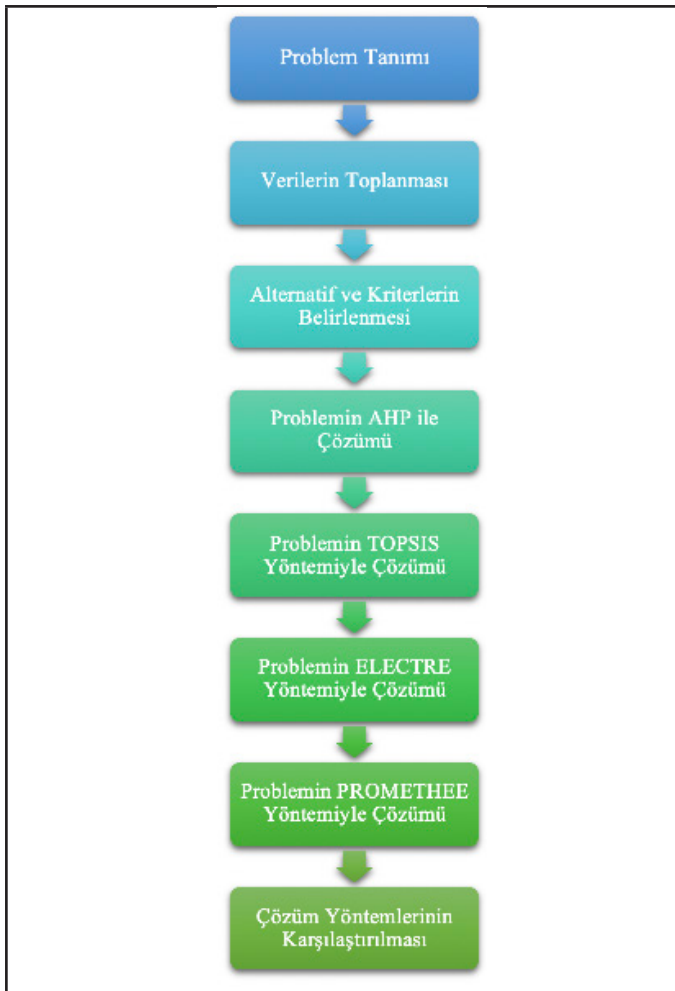
Örnek Uygulama

Bu çalışmada İstanbul'da meydana gelmesi olası depremin etkisini azaltmak ve afet yönetimini etkin yapabilmek amaçlı Mehmet Akif Mahallesi geçici depo yeri seçimi üzerine çalışılmıştır. Problemin çözüm aşamasında AHP, TOPSIS, ELECTRE ve PROMETHEE yöntemlerinden yararlanılmıştır. Problem akış şeması Şekil 5'te verilmiştir.

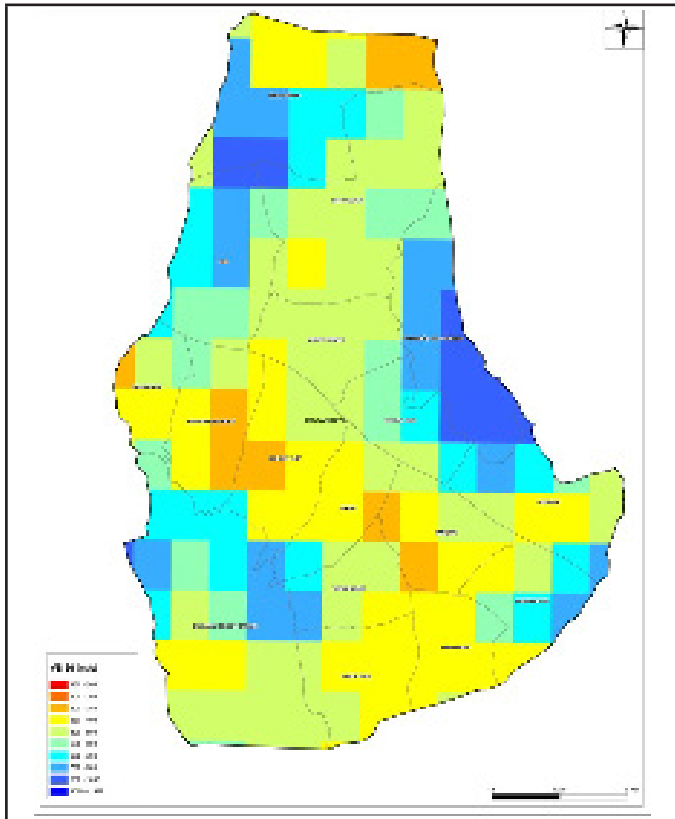
1. Problem tanımlanması

Türkiye'de 6 Şubat'ta gerçekleşen Kahramanmaraş depreminin etkileri hala sürmektedir. Olması öngörülen en az 7,5 büyüklüğünde büyük İstanbul depremi için hazırlıkların yapılması ve tedbirlerin alınması şarttır. Büyük bir alanı etkisi altına alacağı ve oldukça hasar yaratacağı düşünülen deprem için analizler ve çalışmalar yapılmaya devam etmektedir. Depremden en çok etkileneceği düşünülen Sultanbeyli ilçesine bağlı mahallelerin bu bağlamda değerlendirilmesi gerekmektedir. Elde edilen veriler ışığında Mehmet Akif Mahallesi'nde afet sonrası geçici deponun kurulması gerektiği görülmektedir. Sultanbeyli risk haritası Şekil 6'daki gibidir. Hasar tahmin verisi Tablo 2'dedir.

Tablo 2. Hasar tahmin verisi ⁵				
	Çok Ağır Hasarlı	Ağır Hasarlı	Orta Hasarlı	Hafif Hasarlı
Sultanbeyli Mehmet Akif Mah.	12	60	362	742



Şekil 5. Akış şeması



Şekil 6. Sultanbeyli risk haritası⁵

2. Alternatifler

İstanbul ilinde meydana gelmesi beklenen depremin etkile-

rinin oldukça büyük bir alanı kapsayacağı düşünülmektedir. Bu bağlamda proje alanının daraltılması, etkin sonuçlar elde edebilmek adına gerekmektedir. Yapılan literatür çalışmaları depo yeri seçiminde dikkat edilmesi gereken noktaları belirtici nitelik taşıdığından kriter seçimine ışık tutmuş, deprem analiz raporları risk taşıyan bölgeleri ve olası kayıpları belirttiğinden alternatif seçiminde yol gösterici olmuştur. En riskli mahallelerin başında gelen Mehmet Akif Mahallesi'ne afet sonrası geçici depo yeri seçimi yapabilmek için uygun alanlar araştırılmış, toplanma alanlarının olduğu bölgeler incelenmiştir. Toplanma alanları bilgisi belediyenin resmi sayfasından alınmıştır. Bunlar; Belediye Stadyumu (BSTD), Mehmet Akif Ersoy Parkı (MAEP), Şehit Erkan Karakaş Parkı (ŞEKP), Şehit Üsteğmen Rahim Çelik Parkı (SÜRÇP), Adnan Kahveci Parkı (AKHP) ve Yunus Emre Parkı (YEP)'dir.

3. Kriterler

Kriter belirleme aşamasında daha önce yapılmış literatürde yer alan benzer çalışmalar incelenmiştir. Ana kriterler; ulaşım, altyapı, sosyal ve güvenlidir.

Ulaşım hattı açısından en kısa olanın seçilmesi problem çözümüne en çok faydayı sağlamaktadır. Arazinin elverişli olması ve fay hattından olabildiğince az etkilenmesi önemlidir. Deponun kurulacağı alanda nüfusun fazla olması göz önünde bulundurulacak kriterlerdendir. Alanda elektrik ve suya ulaşımın sağlanması elzemdir.

4. Problemin Çözümü

Veriler toplanmış, literatür araştırması sonucunda alternatif ve kriterler belirlenmiştir. Uygun depo yeri seçimi yapılabilmesi için sırasıyla AHP, TOPSIS, ELECTRE ve PROMETHEE yöntemleri uygulanmıştır.

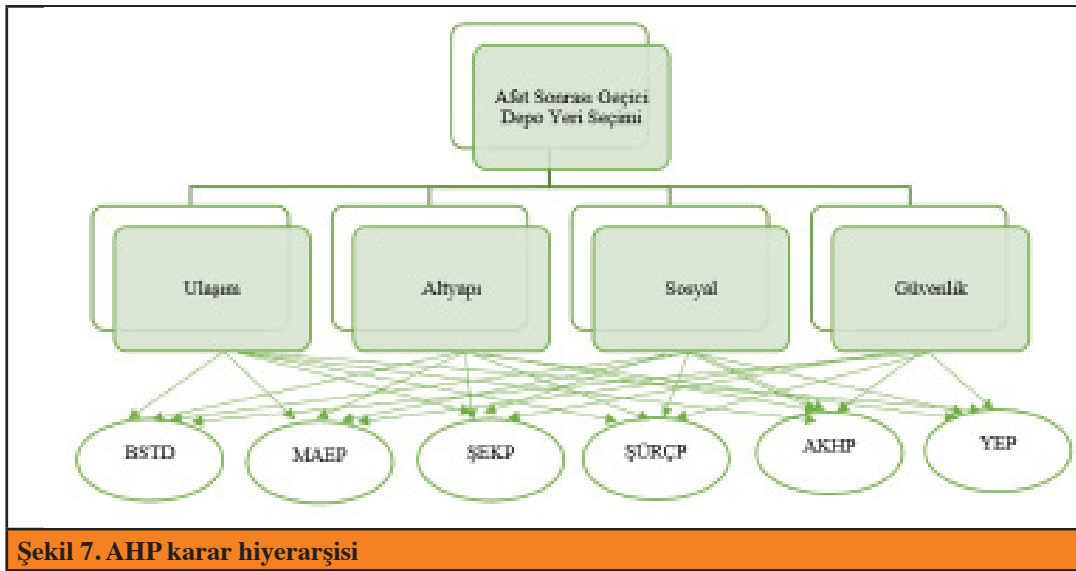
4.1. Problemin AHP yöntemi ile çözümü

Ulaşım kriteri mesafe, altyapı kriteri fay hattına yakınlık, sosyal kriteri kişi sayısı bazında düşünülmüş ve buna göre kriter ağırlıkları literatür araştırması ve eldeki veriler neticesinde yazar tarafından değer almıştır. AHP yönteminden elde edilen kriter ağırlıkları diğer yöntemlerde de kullanılmıştır. İlk adım olarak hiyerarşik yapı oluşturulmuştur. Hiyerarşik yapı Şekil 7'de gösterilmektedir.

Kriterlerin ikili karşılaştırması yapılırken, ÇKKV yöntemlerinin kullanıldığı ve problemin yapısına benzer akademik çalışmalarda yer almış uzmanların bakış açısı göz önünde bulundurularak ikili karşılaştırma matrisi oluşturulmuştur. Kriterlerin ikili karşılaştırma matrisi Tablo 3'te gösterilmektedir.

Tablo 3. İkili karşılaştırma matrisi

	Ulaşım	Altyapı	Sosyal	Güvenlik
Ulaşım	1	3	5	4
Altyapı	0,33	1	4	3
Sosyal	0,20	0,25	1	0,5
Güvenlik	0,25	0,33	2	1
Toplam	1,7833	4,5833	12	8,5



Şekil 7. AHP karar hiyerarşisi

İkili karşılaştırma matrisleri oluşturulduktan sonra normalize matris oluşturulmuştur. Normalize matris Tablo 4'teki gibidir.

Tablo 4. Normalize matris				
	Ulaşım	Altyapı	Sosyal	Güvenlik
Ulaşım	0,5607	0,6545	0,4167	0,47
Altyapı	0,1869	0,2182	0,3333	0,35
Sosyal	0,1121	0,055	0,0833	0,06
Güvenlik	0,1402	0,073	0,1667	0,12

Normalize matris elde edildikten sonra her bir kriterin özvektörleri (W) bulunmuştur. Burada bulunan CI değerinin, rastgele index değeri (RI) olan 0,9 değerine bölünmesiyle CR yani tutarlılık oranı bulunur. Bu değer 0,1'den küçük olmalıdır. CR değeri 0,088 olarak bulunmuştur.

Aynı işlemler 4 ana kriter altında tekrarlanmıştır. Ulaşım kriteri altında alternatifler karşılaştırılırken karayolu mesafesi dikkate alınmıştır ve en kısa mesafeli olan bizim için en iyi konumdadır. Tablo 5'te AHP sonuçları verilmektedir. Tablo 5'teki "TOPLAM" sütunu sıralamayı ortaya koymaktadır ve en büyük değer 1. sırada, en küçük değer ise sonuncu sırada olmak üzere YEP-SÜRÇP-ŞEKP-AKHP-BTSD-MAEP şeklinde sıralama yapılmıştır. En iyi konum YEP olarak görülmektedir.

Tablo 5. AHP sonuç tablosu					
	Ulaşım	Altyapı	Sosyal	Güvenlik	Toplam
BSTD	0,031	0,015	0,029	0,045	0,121
MAEP	0,021	0,024	0,003	0,009	0,058
ŞEKP	0,069	0,075	0,009	0,028	0,181
SÜRÇP	0,111	0,042	0,019	0,016	0,189
AKHP	0,111	0,042	0,005	0,016	0,174
YEP	0,182	0,075	0,012	0,009	0,277

4.2. Problemin TOPSIS yöntemi ile çözümü

AHP kriter ağırlıkları kullanılarak TOPSIS yöntemi çözülmüştür. Veriler Tablo 6'da ve karar matrisi Tablo 7'deki gibidir.

Tablo 6. Veriler

	Ulaşım	Altyapı	Sosyal	Güvenlik
BSTD	18	2	7785	5
MAEP	19	3	373	2
ŞEKP	10	5	1340	4
SÜRÇP	9	4	2482	3
AKHP	9	4	806	3
YEP	8	5	1750	2

Tablo 7. Karar matrisi

	Ulaşım	Altyapı	Sosyal	Güvenlik
BSTD	44,44444444	40	100	100
MAEP	42	60	4,791265254	40
ŞEKP	80	100	17,21	80
SÜRÇP	88,88888889	80	31,88	60
AKHP	88,88888889	80	10,35	60
YEP	100	100	22,48	40

Burada altyapı ve güvenlik için 1-5 arası değerler kullanılmıştır. Ulaşım verisi mesafe olarak, sosyal verisi kişi sayısı olarak düşünülmüştür.

Standart karar matrisi Tablo 8'deki gibi hesaplanmıştır. P Score değerlerini büyükten küçüğe sıraladığımızda nihai sonuç ulaşılmış oluruz. Nihai sıralama şu şekildedir: YEP- SÜRÇP- AKHP- ŞEKP- BSTD- MAEP. Bu sonuç kurulacak depo için en uygun yerin YEP bölgesi olduğunu göstermektedir. TOPSIS yöntemi sonuç tablosu Tablo 9'dadır.

Tablo 8. Standart karar matrisi

	Ulaşım	Altyapı	Sosyal	Güvenlik
BSTD	0,234403571	0,20519567	0,914848342	0,610847222
MAEP	0,222066541	0,307793506	0,043832811	0,244338889
ŞEKP	0,421926428	0,512989176	0,157469079	0,488677777
SÜRÇP	0,468807142	0,410391341	0,291670338	0,366508333
AKHP	0,468807142	0,410391341	0,094716476	0,366508333
YEP	0,527408034	0,512989176	0,205649916	0,244338889

Tablo 9. TOPSIS sonuç tablosu

	Sİ+	Sİ-	P SCORE	RANK
BSTD	0,175421877	0,081491002	0,317193137	5
MAEP	0,19	0,03	0,129364684	6
ŞEKP	0,082003864	0,138160502	0,62753344	4
SÜRÇP	0,070499882	0,143360849	0,670346765	2
AKHP	0,08	0,14	0,635166671	3
YEP	0,0712338	0,181572291	0,718227518	1

4.3. Problemin ELECTRE yöntemi ile çözümü

Elde edilen veriler ve AHP yöntemindeki ağırlıklar neticesinde çözüme başlanmıştır. Karar matrisi Tablo 10'da gösterilmiştir.

Tablo 10. Karar matrisi

	Ulaşım	Altyapı	Sosyal	Güvenlik
BSTD	44,44444444	40	100	100
MAEP	42	60	4,791265254	40
ŞEKP	80	100	17,21	80
SÜRÇP	88,88888889	80	31,88	60
AKHP	88,88888889	80	10,35	60
YEP	100	100	22,48	40

İkinci adımda bu matris normalize edilmiştir, Tablo 11'de verilmiştir.

Tablo 11. Normalize Matris

	Ulaşım	Altyapı	Sosyal	Güvenlik
BSTD	0,566104917	0,20519567	0,914848342	0,610847222
MAEP	0,597555191	0,307793506	0,043832811	0,244338889
ŞEKP	0,314502732	0,512989176	0,157469079	0,488677777
SÜRÇP	0,283052459	0,410391341	0,291670338	0,366508333
AKHP	0,283052459	0,410391341	0,094716476	0,366508333
YEP	0,251602185	0,512989176	0,205649916	0,244338889

AHP yöntemi sonucu elde edilen ağırlıklar normalize matris ile çarpılarak ağırlıklı normalize karar matrisi oluşturulmuştur.

Cp değerleri büyükten küçüğe, Dp değerleri de küçükten büyüğe sıralanmış ve nihai sıralama Tablo 12'deki şekilde elde edilmiştir.

Tablo 12. Nihai sıralama

C'ye göre sıralama	D'ye göre sıralama	Nihai sıralama
C3	D1	1
C1	D3	3
C2	D2	2
C4	D4	4
C5	D6	6
C6	D5	5

4.4. Problemin PROMETHEE yöntemi ile çözümü

Visual PROMETHEE kullanılarak çözüme ulaşılmıştır. File

menüsünden "Create a new problem" denilerek kriter ve alternatif sayıları, isimleri girilmiştir. Ulaşım ve altyapı için "Qualitative skalası" 5 puan, sosyal ve güvenlik için 9 puan olarak girilmiştir. "Preferences" kısmından ulaşım için min, diğer kriterler için max, fonksiyon tipleri v tipi, kriter ağırlıkları da AHP sonucundan girilmiştir. Karar matrisindeki veriler en alt kısma girilip, flow table kısmından sonuçlar elde edilmiştir. Şekil 8'de programa veri girişi görülmekte olup, Şekil 9'da sonuçlar belirtilmiştir.

Scenario1	Ulaşım	altyapı	sosyal	güvenlik
Unit	5-point	5-point	9-point	9-point
Cluster/Group	◆	◆	◆	◆
Preferences				
Min/Max	min	max	max	max
Weight	0,53	0,27	0,08	0,12
Preference Fn.	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape
Thresholds	absolute	absolute	absolute	absolute
- Q: Indifference	n/a	n/a	n/a	n/a
- P: Preference	5,00	5,00	5,00	5,00
- S: Gaussian	n/a	n/a	n/a	n/a
Statistics				
Minimum	1,00	1,00	1,00	3,00
Maximum	5,00	4,00	7,00	6,00
Average	3,17	2,83	4,33	4,17
Standard Dev.	1,34	1,07	1,97	1,07
Evaluations				
bstd	bad	very bad	G	A-G
maep	very bad	bad	VB	B
şekp	average	good	B-A	A
surcp	good	average	A-G	B-A
akhp	good	average	B	B-A
yep	very good	good	A	B

Şekil 8. Veri girişi

Rank	action	Phi	Phi+	Phi-
1	bstd	0,1304	0,2704	0,1400
2	maep	0,1272	0,2864	0,1592
3	şekp	0,1144	0,2020	0,0876
4	surcp	-0,0580	0,0984	0,1664
5	akhp	-0,1256	0,0696	0,1952
6	yep	-0,1784	0,0980	0,2764

Şekil 9. Sonuçlar

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada İstanbul'da olması beklenen ve büyük bir alanı etkisi altına alacağı düşünülen deprem neticesinde afetzedelere ulaşımın seri şekilde yapılabilmesi için afet sonrası geçici depo yeri seçimi üzerine çalışılmıştır. Fay hattına olan yakınlığı neticesinde depremden en çok etkilenecek ilçelerin başında Sultanbeyli gelmektedir. En az 7,5 büyüklüğünde olması beklenen depremin ilgili ilçe senaryoları incelenmiştir. Hasarlı bina sayısı, geçici barınma ihtiyacı, altyapı hasar dereceleri, can kaybı ve yaralanma tahminleri neticesinde Mehmet Akif Mahallesinin ciddi seviyede risk taşıdığı görülmüştür. Bahsi geçen mahallenin toplanma alanları depo yeri

seçimi için değerlendirilmiştir. ÇKKV yöntemleri kullanılarak depo yeri seçimi incelenen bu çalışmada, uygun depo yerinin AHP yönteminde YEP, TOPSIS yönteminde YEP, ELECTRE yönteminde BSTD, PROMETHEE yönteminde BSTD olduğu görülmüştür. Bu bağlamda oldukça risk taşıyan bahsi geçen bölgenin afet yönetiminin etkin şekilde yapılabilmesi, afetzedelere yardımın ulaşma süresinin kısaltılması için 4 önemli kriter ve toplanma alanları incelenmiştir.

İstanbul depreminin etkisinin büyük olacağı düşünülmektedir. Bu bağlamda ilin diğer riskli kısımları hatta ve hatta etkilenecek diğer iller değerlendirmeye alınmalıdır. Depo yeri seçimi yanı sıra malzeme dağıtımı, toplanma alanlarının değerlendirilmesi konusu da ele alınabilir.

Etik

Etik komite onayı: Yok.

Bilgilendirilmiş onay: Yok.

Akran İncelemesi

İç ve dış inceleme yapılmıştır.

Yazarların Katkısı

BB: Bilimsel yayın araştırılması, yöntemin uygunluk araştırması, verilerin toplanması ve düzenlenmesi, yöntemlerin uygulanması ve sonuçların yorumlanması ve makalenin oluşturulması. TE: Bilimsel yayın araştırması yeterliliğinin incelenmesi, yöntem uygunluk incelemesi, uygulama süreci incelemesi, sonuçların incelenmesi ve genel makale incelemesi.

Çıkar Çatışması

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması beyan etmemektedir.

Finansman

Herhangi bir kurumdan fon desteği alınarak yapılmamıştır.

KAYNAKLAR

- Özbek A., Erol E. COPRAS ve MOORA Yöntemlerinin Depo Yeri Seçim Problemine Uygulanması. *Ekonomi İşletme Siyaset ve Uluslararası İlişkiler Dergisi*. 2016;2(1):23-42.
- Ecer F., Dündar S. Analitik ağ süreci yöntemleriyle cep telefonu seçimi. *İşletme Fakültesi Dergisi*. 2009;10(2):153-170.
- Maccarthy B. L., Atthirawong W. Factors affecting location decisions in international operations-a Delphi study. *International Journal of Operations & Production Management*. 2003;23(7):794-818. DOI: 10.1108/01443570310481568, 2003.
- Turgut M., Şahin, AY. Analitik Hiyerarşi Prosesi Yöntemi ile Yaş Sebze ve Meyve Depo Yeri Seçimi: Mersin İli Uygulaması. *Mersin Üniversitesi Denizcilik ve Lojistik Araştırmaları Dergisi*. 2019;1(1):42-59.
- Sultanbeyli Olası Deprem Kayıp Tahminleri Kitapçığı. (2020). <https://8luvomezzsk.merlincdn.net/wp-content/uploads/2021/01/Sultanbeyli.pdf>
- Haliloğlu M., Odabaş MS., "Çok ölçütlü karar vermede ahp yöntemi. *Kilis 7 Aralık Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi*. 2018;2(2):13-18.
- Gökbek B. Çok ölçütlü karar verme yaklaşımlarına dayalı tedarikçi seçimi ve bir uygulama. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara, 2014.
- Saaty TL. The Analytic Hierarchy Process. McGraw-Hill, USA, 1980.
- Akçay M. Optimal Site Election for A Solar Power Plant in Turkey Using A Hybrid AHP-TOPSIS Method. *Celal Bayar University Journal of Science*, 2018;14(4):413-420.
- Yücel M., Ulutaş A. Çok Kriterli Karar Yöntemlerinden Electre Yöntemiyle Malatyada Bir Kargo Firması İçin Yer Seçimi. *Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi*. 2009;9(17):327-344.
- Sambulas D., Yiotis GS., Panou KD. Use of Multicriteria Methods for Assesment of Transportation Projects. *Journal of Transportation Engineering*. 1999;125:407-414.
- Dinçer SE., Ekin E., Karakaş KS. Promethee Yöntemiyle Uçak Komponentlerinin Önceliklendirilmesi Problemlerine Çözüm Yaklaşımı. *Sosyal Bilimler Araştırma Dergisi*. 2017;6(3):106-125.
- Yapıcı S., Yumuşak R., Eren T. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Medikal Depo Yeri Seçimi. *Trakya Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. 2020;9(2):203-221.
- Turgut M., Şahin, AY. Analitik Hiyerarşi Prosesi Yöntemi ile Yaş Sebze ve Meyve Depo Yeri Seçimi: Mersin İli Uygulaması. *Mersin Üniversitesi Denizcilik ve Lojistik Araştırmaları Dergisi*. 2019;1(1):42-59.
- Aydın H., Ayvaz B., Küçükaşçı EŞ. Afet Yönetiminde Lojistik Depo Seçimi Problemi: Maltepe İlçesi Örneği. *Yaşar Üniversitesi E-Dergisi*. 2017;12:1-13.
- Şekkeli ZH. Afet ve Acil Durum Lojistiği Kapsamında Acil Durum Toplanma Merkezi Seçiminde AHP Yöntemi: Kahramanmaraş On İki Şubat Belediyesinde Bir Uygulama. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*. 2020;9(2):903-930.
- Tezcan B., Alakaş HM., Özcan E., Eren T. Afet Sonrası Geçici Depo Yeri Seçimi ve Çok Araçlı Araç Rotalama Uygulaması: Kırıkkale İlinde Bir Uygulama. *Politeknik Dergisi*. 2023;26(1):13-27.
- Ergün M., Korucuk S., Memiş S. Sürdürülebilir Afet Lojistiğine Yönelik İdeal Afet Depo Yeri Seçimi: Giresun İli Örneği. *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. 2020;6(1):144-165.
- Öztürk F., Kaya GK. Afet Sonrası Toplanma Alanlarının PROMETHEE Metodu ile Değerlendirilmesi. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*. 2020;25(3):1239-1252.
- Derse O. Dematel Tabanlı Topsis Yöntemi ve Küme Kapsama Modeli İle Afet Lojistiği İçin Depo Yeri Seçimi: Ege Bölgesi Örneği. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*. 2022;25(4):702-713.
- Peker İ., Korucuk S., Ulutaş Ş., Okatan BS., Yaşar F. Afet

- Lojistiği Kapsamında En Uygun Dağıtım Merkez Yerinin AHS-VIKOR Bütünleşik Yöntemi ile Belirlenmesi: Erzincan İli Örneği. *Journal of Management and Economics Research*. 2016;14(1):82-103.
22. Durdağ C., Ergenecoşar S., Kınık Z., Yılmaz KK. Afet Bakış Açısıyla Lojistik Depo Yeri Seçimi: İstanbul Beykoz İlçesi Üzerine Bir Uygulama. *Beykoz Akademi Dergisi*. 2021;9(1):98-107.
23. Kabadayı N., Çakır Esen TE. Gri İlişkisel Temelli TOPSIS Yöntemi İle Depo Yeri Seçimi. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*. 2021;9(1):169-184. DOI: 10.18506/Anemon.761624, 2021.
24. Arslankaya S., Demir A. Bir Gıda Firması İçin Swara ve Waspas Yöntemleriyle Ara Depo Yeri Seçimi. *Endüstri Mühendisliği*. 2023;34(1):70-85. DOI: 10.46465/Endust-ri-muhendisligi.1192343, 2023.
25. Ercan Cömert S., Yener F. Bir Gıda Firması İçin Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi ile Depo Yeri Seçimi. *Uluslararası İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*. 2017;2(2):161-177.
26. Kış Ö., Can GF., Toktaş P. Bir Elektrik Dağıtım Firması İçin KEMIRA-M Yöntemi ile Depo Yeri Seçimi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*. 2019;26(1):227-240.
27. Çalık A. Depo Yeri Seçimi İçin Aralık Tip-2 Bulanık ÇKKV Tabanlı Hibrit Bir Yaklaşım. *MANAS Sosyal Araştırmalar Dergisi*. 2020;9(1):101-114.
28. Sağnak M. Depo Yeri Seçimi: Perakende Sektöründe Melez Çok Kriterli Karar Verme Uygulaması. *Yaşar Üniversitesi E-Dergisi*. 2020;15(59):615-623.
29. Oral N., Yumuşak R., Eren T. AHP ve ANP Yöntemleri Kullanılarak Tehlikeli Madde Depo Yeri Seçimi: Kırıkale İlinde Bir Uygulama. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*. 2021;10(1):115-124.
30. Tirmıkcıoğlu N. Sezgisel Bulanık WASPAS Yöntemi ve Depo Yeri Seçimi Problemi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*. 2021;21(6):1330-1342.
31. Aktepe A., Ersöz S. AHP-Vikor ve Moora Yöntemlerinin Depo Yeri Seçim Probleminde Uygulanması. *Endüstri Mühendisliği*. 2014;25(1):2-15.
32. Yalçın GC., Kara K. Application Of AHP Technique for the Selection of Military Warehouse: An Empirical Analysis for Turkey. *Uluslararası Yönetim Akademisi Dergisi*. 2022;5(3):665-676.
33. Ak MF., Acar D. Selection of Humanitarian Supply Chain Warehouse Location: A Case Study Based on the MCDM Methodology. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*. 2021;(22):400-409.
34. Oral N., Yapıcı S., Yumuşak R., Eren T. Pandemi Sürecinde Sürdürülebilir Tedarik Zinciri Yönetimi İçin İlaç Deposu ve Aşı Dağıtım Merkezi Yeri Seçimi. *Politeknik Dergisi*. 2021;25(4):397-1409.
35. Demirci A., Arıkan ÖU. Covid-19 Döneminde İlaç Deposu Yeri Seçimi: Mersin Örneği. *Uluslararası İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*. 2021;7(1):5-27.
36. Şeker Ö., Alakaş, HM. Bir Lojistik Firması İçin Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri ile İç Anadolu Bölgesinde Depo Yeri Seçimi. *Academic Perspective Procedia*. 2019;2(3):841-850.