



Kahramanmaraş Sütçü İmam University Journal of Engineering Sciences



Geliş Tarihi : 09.08.2022
Kabul Tarihi : 10.10.2022

Received Date : 09.08.2022
Accepted Date : 10.10.2022

DEMATEL TABANLI TOPSIS YÖNTEMİ VE KÜME KAPSAMA MODELİ İLE AFET LOJİSTİĞİ İÇİN DEPO YERİ SEÇİMİ: EGE BÖLGESİ ÖRNEĞİ

WAREHOUSE LOCATION SELECTION FOR DISASTER LOGISTICS WITH DEMATEL BASED TOPSIS METHOD AND SET COVERING MODEL: A CASE STUDY OF AEGEAN REGION

Onur DERSE¹ (ORCID: 0000-0002-4528-1999)

¹Tarsus Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Mersin, Türkiye

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Onur DERSE, onurderse@tarsus.edu.tr

ÖZET

Çalışmada afet lojistiği kapsamında uygun depo yeri/yerleri belirlemek için iki aşamalı bir yöntem kullanılmaktadır. Çalışmanın ilk aşamasında Çok Kriterli Karar Verme yöntemlerinden DEMATEL yöntemi değerlendirme kriterlerini derecelendirmek için kullanılırken TOPSIS yöntemi DEMATEL yöntemi ile entegre olarak alternatif alanları değerlendirmek için kullanılmaktadır. Çalışmada Ege Bölgesi'ni afet lojistiğinde kapsamak için depo yerleri alternatif alanlar olarak değerlendirilmektedir. Çalışmanın ikinci aşamasında DEMATEL tabanlı TOPSIS yöntemi ile entegre olarak Küme Kapsama modeli geliştirilmektedir. Geliştirilen Küme Kapsama Modeli sonucunda Ege Bölgesi'ni kapsamak için afet lojistiği kapsamında depo alanlarının kurulması gereken iller Denizli, Muğla ve Balıkesir olarak elde edilmektedir. Çalışmada tüm bölgeyi kapsayacak kurulum kararlarının verilmesi ile gelecekte meydana gelebilecek afet olaylarına müdahalenin hızlandırılmasının sağlanacağı, artan doğal afetler ve buna bağlı olarak artan can kayıplarının azalacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Afet lojistiği, depo yeri seçimi, çok kriterli karar verme yöntemleri, küme kapsama modeli

ABSTRACT

A two-stage method is used in the study to determine suitable warehouse location/locations for disaster logistics. In the first stage of the study, the DEMATEL method, one of the Multi Criteria Decision Making methods, is used to rank the evaluation criteria, while the TOPSIS method is integrated with the DEMATEL method to evaluate the alternative fields. In the study, warehouse areas are considered as alternative areas in order to cover the Aegean Region in disaster logistics. In the second phase of the study, the Cluster Coverage model is developed integrated with the DEMATEL-based TOPSIS method. As a result of the developed Cluster Coverage Model, Denizli, Muğla and Balıkesir are the provinces where storage areas should be established within the content of disaster logistics in order to cover the Aegean Region. In the study, it is thought that by making the installation decisions that will cover the whole region, the response to disasters that may occur in the future will be accelerated, increasing natural disasters and consequently increasing loss of life will decrease.

Keywords: Disaster logistics, warehouse location selection, multi-criteria decision making methods, set covering model

GİRİŞ

Afetler, çevre ve insan yaşamı üzerinde çok büyük riskler oluşturur (Derse, 2021) ve yüksek oranda insan kontrolü olmadan gerçekleşerek can ve mal kayıplarına sebep olabilir. Afetler ile başarılı bir şekilde mücadele edebilmek için başarılı bir afet yönetimi stratejisi uygulamak büyük bir öneme sahiptir (Şen ve Esmer, 2017) ve afet yönetimi kapsamında afet öncesi, afet sırası ve afet sonrası gerekli işlemlerin en kısa zamanda yapılması gerekir (Çiçekdağı ve Kırış, 2012).

Afet zamanında gereken malzemelerin temini ve gereken müdahalelerin yapılması, afet durumuna maruz kalan kimseler için hayati bir öneme sahiptir (Ergün vd., 2020). Bu nedenle, doğal afetlerin etkilerini azaltabilmek için etkin bir afet yönetimi gerekmektedir (Demirdöğen vd., 2017). Afet lojistiği de zarar görmüş kimselerin gereksinimlerini karşılayabilmek amacı ile mal, eşya ve bilgi akışının, depolanmasının, uygulanmasının ve kontrolünün başlangıcından sonuna kadar verimli ve maliyet etkin bir şekilde gerçekleştirilmesi olarak tanımlanmaktadır (Önsüz ve Atalay, 2015). Özellikle ihtiyaç duyulan malzemenin doğru ve hızlı bir şekilde yerine ulaştırılması, uygun afet depo yeri seçimi için dikkatli bir şekilde incelenmesine ve analiz edilmesine bağlıdır. Depo yerlerinin yanlış olarak belirlenmesi, afet bölgesine gönderilen yardımların aksamasına neden olabilmektedir (Ergün vd., 2020). Bu nedenle afet lojistiğinin kesintisiz olarak sürdürülebilmesi için dağıtım merkezlerinin/depoların uygun yerleşimi önem arz etmektedir (Ağdaş vd., 2014). Bu nedenle kentsel alanları yeterince kaplayan bu merkezler için en uygun yeri bulmak önemli bir problemdir (Saeidian vd., 2016).

Bu çalışmada, Ege Bölgesi'ni (İzmir, Manisa, Aydın, Denizli, Muğla, Afyonkarahisar, Kütahya ve Uşak) kapsayacak şekilde afet depo yeri seçimi dikkate alınmaktadır. Alternatiflerin değerlendirilmesi için illerdeki nüfus sayısı, illerdeki yatırım maliyeti, illerdeki altyapı olanakları ve bu iller için yangın, deprem, sel, fırtına, heyelan gibi gerçekleşen doğal afetlerdeki risk seviyeleri dikkate alınmaktadır. Ele alınan farklı kriterlerin birbirleri üzerindeki etki düzeyini ve ağırlığını belirlemek için DEMATEL yöntemi ele alınmaktadır. Daha sonra, alternatifleri değerlendirmek için belirlenen ağırlıklar ve değerlendirme kriterleri bilgileri ele alınarak TOPSIS yöntemi uygulanmaktadır. Çalışmanın sonucunda DEMATEL tabanlı TOPSIS yöntemi sonuçları ile entegre Küme Kapsama Modeli geliştirilerek Ege Bölgesi'ndeki illerin ihtiyacını karşılamak üzere afet lojistiği için en uygun depolama alanları ortaya konmaktadır. Çalışmanın motivasyonunu, Ege Bölgesinde artan doğal afetler ve buna bağlı olarak artan can kayıplarının azaltılması ve Ege Bölgesi'nde kapsayıcı afet lojistiği kapsamında depo alanlarının belirlenmesi ile doğal afet durumunda yardımın hızlandırılması oluşturmaktadır, bu bağlamda çalışmanın amacı, meydana gelebilecek olan doğal afetler sonucunda alanlara hızlı müdahale ihtimalini arttırarak ortaya çıkabilecek olan zararların azaltılmasını sağlamaktır.

Çalışmanın ilk kısmında afet yönetimine, afet lojistiğinin önemine ve afet kapsamında seçilecek depo alanlarının önemine değinilmekte ve çalışmanın kapsamından bahsedilmektedir. Çalışmanın ikinci kısmında literatür taramasına yer verilmektedir. Çalışmanın üçüncü kısmında kullanılan metotlar, dördüncü kısımda ise uygulama adımlarına, bulgulara ve kıyaslamaya yer verilmektedir. Çalışmanın beşinci kısmında tartışmaya, son kısmında ise sonuçlara ve gelecek çalışmalara önerilere yer verilmektedir.

LİTERATÜR TARAMASI

Afetler için yer seçimini ele alan birçok farklı çalışma (Peker vd., 2016; Saeidian vd., 2016; Tofighi vd., 2016) mevcuttur. Afet lojistiği için depo yer seçimi problemini ele alan çalışmalar incelendiğinde genellikle bu çalışmalarda Çok Kriterli Karar Verme yöntemlerinin kullanıldığı görülmektedir. Roh vd. (2013) çalışmasında, Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemi ile insani yardım için depo yeri seçimi kriterlerini ele almıştır. Sonuçlar, insani yardımda tesis yeri seçerken işbirliği niteliğinin en önemli faktör olduğunu ve bunu ulusal istikrar, maliyet, lojistik ve yerin izlediğini göstermektedir. Ağdaş vd. (2014) çalışmasında, afet lojistiği dağıtım merkezi yer seçimini bir Çok Kriterli Karar Verme problemi olarak ele alınmaktadır. Handayani vd. (2015) çalışmalarında, afet lojistik deposunun yerini belirleme kriterlerini belirleyerek alternatif lojistik depo yerini belirlemeyi amaçlamaktadır. Bu çalışmada, depo lojistiğinin yerini belirlemede kriter ve alt kriterleri seçmek için AHP ve Bulanık TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) yöntemleri kullanılmış ve en uygun yerin seçilmesi için Bulanık-TOPSIS yöntemini kullanılmıştır. Roh vd. (2015) çalışmalarında, insani yardım kuruluşları için depoların önceden konumlandırılmasını hem makro hem de mikro perspektiflerinden ele almakta ve bu kararların yönetsel sonuçlarını analiz etmektedir. Çalışmada, AHP yöntemi ağırlıklı Bulanık TOPSIS yöntemi ile insani yardım kuruluşu için yer önerisinde bulunmaktadır. Ofluoglu vd. (2017) çalışmasında, Trabzon için afet lojistiği kapsamında en uygun depo lokasyonunun belirlenmesi amacı ile ilk olarak Entropi yöntemi yardımı ile değerlendirme kriterlerinin ağırlıklarını

hesaplanmakta daha sonra alternatif depo yerleri için Simple Additive Weighting (SAW), TOPSIS ve Vise Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje (VIKOR) yöntemlerini kullanılarak sıralanmaktadır. Trivedi (2018) çalışmasında, Decision Making Trial and Evaluation Laboratory (DEMATEL) yöntemini kullanarak etkin bir afet planlaması için barınma yeri seçiminin belirleyicileri arasındaki karmaşık ilişkilerin analizine odaklanmaktadır. Hakim ve Kusumastuti (2018) çalışmasında, AHP yönetimi kullanarak yardım depolarının yerini belirlemek için bir karar verme modeli sunmaktadır. Ergün vd. (2020) çalışmalarında, Giresun için sürdürülebilir afet lojistiği kapsamında en uygun afet depo yeri seçimi ölçütlerini ele almış ve yer seçimi yapmıştır. Kriterlerin ağırlıklandırılması için Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) yöntemi ile kullanılmış ve daha sonra, AHS temelli Multi Attribute Utility Theory (MAUT) ve SAW yöntemleriyle ideal afet depo yeri seçimi gerçekleştirilmiştir. Tablo 1’de afet lojistiği kapsamında kullanılan bazı çalışmaların kapsamına değinilmektedir.

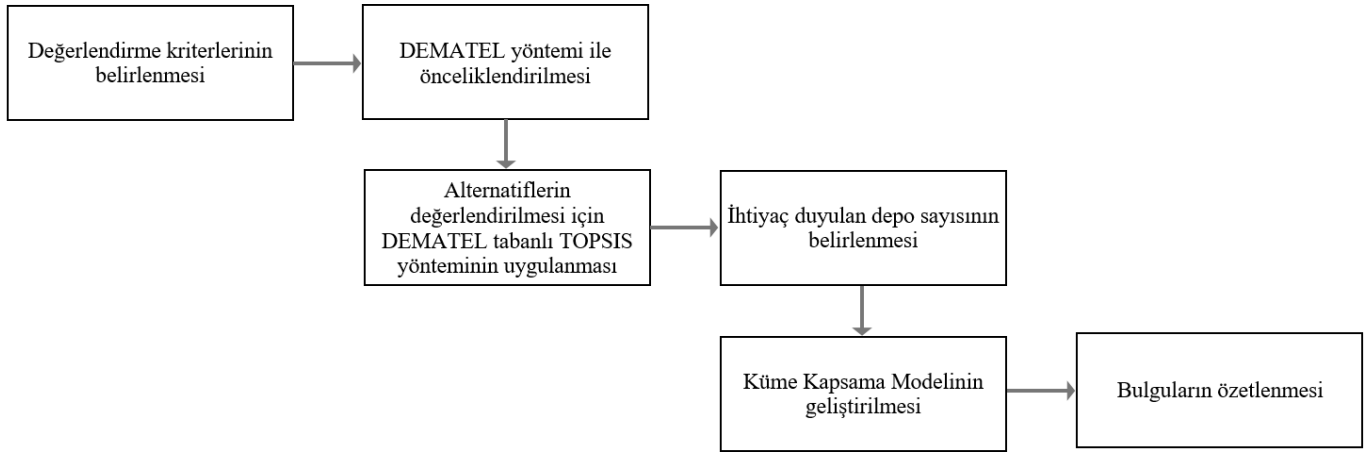
Tablo 1. Afet Lojistiği Kapsamında Kullanılan Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri

Yıl	Yazar	Çalışmanın Kapsamı	AHP	TOPSIS	DEMATEL	Others
2011	Turğut vd.	Afet lojistik merkezi yer seçimi karar destek sistemi önerilmesi ve uygulanması	x			x
2013	Roh vd.	İnsani yardım ambarı yerinin kriter olarak seçilmesi için dikkate alınan kilit faktörlerin ampirik olarak değerlendirilmesi	x			
2015	Roh vd.	İnsani yardım kuruluşları için depoların önceden konumlandırılması	x	x		
2015	Tuzkaya vd.	Acil durum lojistik merkezleri için yer seçimi			x	x
2018	Triverdi	Etkin bir afet planlaması için barınma yeri seçiminin belirleyicileri arasındaki ilişkilerin analizi			x	
2021	Ak ve Acar	İnsani yardım tedarik zinciri depolarının yerel ve bölgesel düzeydeki lokasyon seçimini etkileyen faktörlerin değerlendirilmesi	x	x		
2021	Çetinkaya vd.	En uygun acil depo yeri seçimi için seçim kriterlerinin önem düzeylerinin belirlenmesi	x			
2022	Göçmen Polat	Afet dağıtım merkezlerinin alternatif konumlarının değerlendirilmesi	x	x		

Çok Kriterli Karar Verme yöntemleri dışında farklı yöntemleri ele alan çalışmalar da mevcuttur. Balcik ve Beamon (2008) çalışmalarında afetlere müdahale eden bir insani yardım zinciri için tesis yerleşim kararlarını ele almaktadır. Tesis yerleşimi ve envanter kararlarını entegre eden bir maksimum kapsama alanı modelini ve daha fazlasını ele alan bir model geliştirilmektedir. Rawls ve Turnquist (2011) çalışmalarında, ABD’nin belirli bir kısmında acil yardım malzemesi depolarının yerlerinin ve kapasitelerinin belirlenmesi için stokastik karma tam sayılı programlama modeli geliştirmiştir. Gözaydın ve Can (2013) çalışmalarında, deprem yardım istasyonları için lojistik merkezi seçim problemini ele alınmaktadır. Bu problem için p-medyan ve Maksimum Kapsama Alanı modelleri uygulanmaktadır. Çalışma sonucunda, lojistik merkezlerinin değişik senaryolara göre coğrafi konumları belirlenmektedir. Aydın vd. (2017) çalışmalarında, afet lojistiğinde belirlenmiş olan ihtiyaç noktaları için yardım malzemelerinin en kısa zamanda ulaştırılabilmesi için kullanılacak lojistik depolarının yer seçimi problemini ele almıştır. Bu problem için ilk olarak minimum sayıda alternatif lokasyonun sayısını belirleyen bir küme kapsama modeli uygulanmış ve ikinci aşamada ise p-medyan yöntemi ele alınmıştır. Derse (2021) çalışmasında, Türkiye’nin Ege bölgesindeki illeri değerlendirmektedir. Fine Kinney risk analizi metodu doğal afetler için revize edilerek her ilin risk puanı elde edilir ve ele alınan illere AHP tabanlı ELECTRE I metodu uygulanmaktadır. Çalışmada en yüksek öncelikli il için hedef programlama yöntemi ile optimum yer seçimi problemi ele alınmaktadır.

METOT

Çalışmada, Çok Kriterli Karar Verme metotlarından DEMATEL metodu ve TOPSIS metodu kullanılmaktadır. DEMATEL yöntemi kriterlerin ağırlıklarının ve etki değerlerinin bulunması için kullanılmakta olup TOPSIS yöntemi ise ele alınan alternatif alanların değerlendirilmesi için uygulanmaktadır. Çalışmada DEMATEL tabanlı TOPSIS metodu sonucunda çıkan değerlerle entegre olarak göre Küme Kapsama Modeli geliştirilmektedir. Ele alınan metodun akışı Şekil 1’deki gibidir.



Şekil 1. Çalışmanın Akış Şeması

DEMATEL Metodu

DEMATEL yöntemi ilk olarak 1973 yılında The Battelle Memorial Institute tarafından Cenevre Araştırma Merkezi aracılığıyla gerçekleştirildi (Gabus ve Fontela, 1972). DEMATEL yöntemi, karmaşık nedensel ilişkileri pragmatik olarak görselleştirme yeteneği nedeniyle son zamanlarda sıklıkla kullanılmaktadır. DEMATEL yöntemi, neden ve sonuç faktörleri arasındaki ilişkiyi sistemin anlaşılır bir yapısal modeline dönüştürebilir ve bu nedenle, diğer kriterleri etkileyen en önemli kriterleri önerebilir (Chang vd., 2011).

DEMATEL yöntemi temel olarak 5 adımdan oluşur (Derse vd., 2022). Adımlar aşağıdaki gibi sıralanabilir (Karaoğlu, 2016).

Adım 1. İlk doğrudan ilişki matrisinin geliştirilmesi ve normalleştirilmesi adımları uygulanır. Elde edilen ilişki matrisi A_{mn} şeklinde tanımlanmıştır ve elde edilen normalleştirilmiş direkt ilişki matrisi B_{mn} şeklinde tanımlanmıştır. Eşitlik 1’de ifade edilmiştir. İlişki matrisinde kriterler arasında etkileşim yoksa 0, çok yüksek etkileşim varsa 4 olacak şekilde 0 – 4 arasında değerler atanır. m alternatif kümesini, n ise kriter kümesini ifade etmektedir.

$$A_{mn} = \begin{bmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix}, B_{mn} = \begin{bmatrix} b_{11} & \dots & b_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ b_{m1} & \dots & b_{mn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Adım 2. C_{mn} değeri olarak tanımlanan toplam ilişki matrisi etki diyagramı üretmek için elde edilmesi gerekir. Bu değer I_{mn} olarak tanımlanana birim matris ile Eşitlik 2 ile elde edilir.

$$(B_{mn}) \cdot (I_{mn} - B_{mn})^{-1} = C_{mn} \quad (2)$$

Adım 3. Etkileyen ve etkilenen faktör gruplarının belirlenmesi ve net etki derecelerinin hesaplanması için, toplam ilişki matrisi belirlendikten sonra satır ve sütun toplamları bulunur. Elde edilen bu değerler her bir kriter için:

- Her bir satır toplamı D_i ve her bir sütun toplamı R_i olarak ifade edilir.
- Her bir kriter için $D_i + R_i$ gönderilen ve alınan toplam etki değerini, $D_i - R_i$ ise kriterin sisteme yaptığı toplam etkiyi gösterir.

Adım 4. Bu aşamada nedensel diyagram çizilir. Eşik değerinin üzerindeki kriterler etkileyen olarak belirlenir ve diyagramda etki yönü ile belirtilir. Herhangi bir kriterin kendisini de etkilemesi durumu da diyagramda ifade edilir.

Adım 5. Bu adımları takip ettikten sonra bir iç bağımlılık matrisi ve kriterlerin önem dereceleri elde edilebilir. Kriterlerin önem dereceleri W_i şeklinde ifade edilmektedir. Eşitlik 3’deki ve Eşitlik 4’deki işlemlerle elde edilir.

$$W_{ia} = \sqrt{(D_i + R_i)^2 + (D^i - R^i)^2} \quad (3)$$

$$W_i = \frac{W_{ia}}{\sum_{i=1}^n W_{ia}} \quad (4)$$

TOPSIS Metodu

TOPSIS metodu, Hwang ve Yoon (1981) tarafından geliştirilen ve seçimin pozitif ideal çözüme en yakın, negatif ideal çözüme en uzak olan alternatife sahip olması esasına dayanmaktadır (Shukla vd., 2017). TOPSIS metodu temel olarak 6 adımdan oluşmaktadır (Derse ve Yontar, 2020).

Adım 1 ve Adım 2. Karar matrisi ve normalize karar matrisi oluşturulur. Elde edilen karar matrisi T_{mn} ile normalize karar matrisi F_{mn} ile ifade edilmektedir. Eşitlik 5’de ifade edilmektedir. m alternatif kümesini, n ise kriter kümesini ifade etmektedir.

$$T_{mn} = \begin{bmatrix} t_{11} & \dots & t_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ t_{m1} & \dots & t_{mn} \end{bmatrix}, F_{mn} = \begin{bmatrix} f_{11} & \dots & f_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ f_{m1} & \dots & f_{mn} \end{bmatrix} \quad (5)$$

Adım 3. Ağırlıklandırılmış normalize karar matrisinin (V_{mn}) oluşturulması adımı Eşitlik 6 kullanılmaktadır.

$$(W_i) \cdot F_{mn} = V_{mn} \quad (6)$$

Adım 4. Pozitif ve negatif ideal çözüm değerlerinin oluşturulması adımı Eşitlik 7 (pozitif ideal uzaklığı denklemi) ve Eşitlik 8 (negatif ideal uzaklığı denklemi) kullanılmaktadır.

$$A_n^+ = \{(\max_m V_{mn} | n \in N), (\min_m V_{mn} | n \in N')\} \quad (7)$$

$$A_n^- = \{(\min_m V_{mn} | n \in N), (\max_m V_{mn} | n \in N')\} \quad (8)$$

Adım 5. Uzaklık değerlerinin belirlenmesi Eşitlik 9 (maksimum ideal uzaklık denklemi) ve Eşitlik 10 (minimum ideal uzaklık denklemi) yardımı ile gerçekleştirilmektedir.

$$S_n^+ = \sqrt{\sum_1^M V_{mn} - A_n^+)^2} \quad (9)$$

$$S_n^- = \sqrt{\sum_1^M V_{mn} - A_n^-)^2} \quad (10)$$

Adım 6. İdeal çözüme yakınlık değerleri Eşitlik 11’deki gibi hesaplanmaktadır.

$$C_n^+ = \frac{S_n^-}{S_n^+ + S_n^-} \quad (11)$$

Küme Kapsama Modeli

Çalışmada DEMATEL tabanlı TOPSIS metodu sonucunda elde edilen skorlar ile entegre olarak Küme Kapsama Modeli geliştirilmektedir. Küme Kapsama Modeli genel olarak aşağıdaki denklemler ile ifade edilir. y_i , i . Düğümde kurulum olup olmayacağını gösteren karar değişkenidir. c_i , karar değişkeni katsayısıdır. a_i ise 0 veya 1 değerini alan ve kapsama alanına giren ya da girmeyen değerleri ifade eden parametre değeridir.

Amaç fonksiyonu

$$\sum_i c_i \cdot y_i \quad (12)$$

Kısıtlar

$$\sum_i a_i \cdot x_i \geq 1 \quad (13)$$

$$x_i \geq 0 \quad (14)$$

UYGULAMALAR VE BULGULAR**DEMATEL Metodu için Bulgular**

Çalışmada illerdeki nüfus sayısı, illerdeki yatırım maliyeti, illerdeki altyapı olanakları ve bu iller için yangın, deprem, sel, fırtına, heyelan gibi gerçekleşen doğal afetlerdeki risk seviyeleri dikkate alınmaktadır. Ele alınan kriterler için direkt ilişki matrisi Tablo 2’de görüldüğü gibidir. Uzman görüşü alınarak matris oluşturulmuştur.

Tablo 2. İlişki Matrisinin Oluşturulması

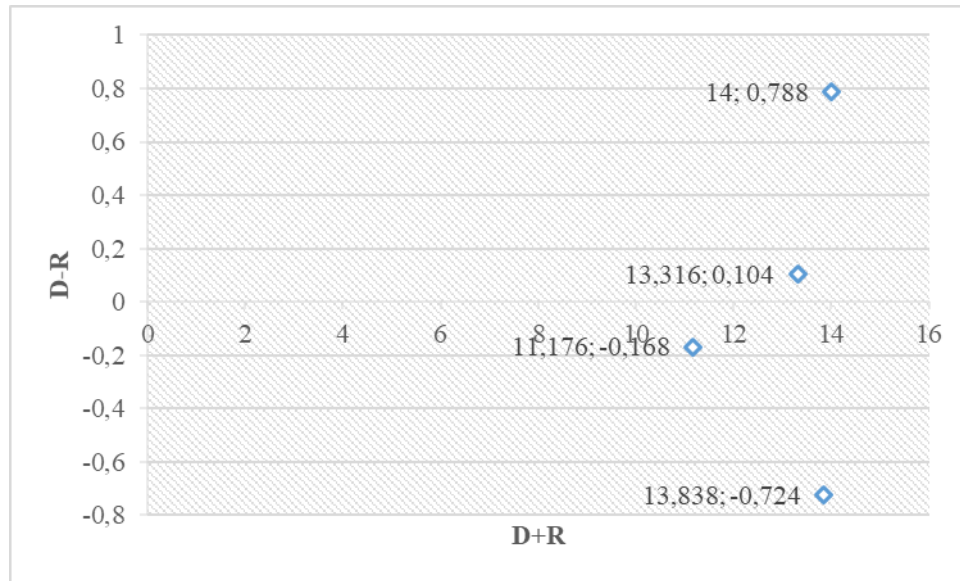
Kriterler	Nüfus	Yatırım maliyeti	Altyapı	Risk seviyesi
Nüfus	0	2	2	3
Yatırım maliyeti	1	0	3	1
Altyapı	2	2	0	2
Risk seviyesi	3	1	2	0

Uygulanan adımlar sonucunda ele alınan kriterlerin etki diyagramı oluşturulur. Etki diyagramı oluşturulurken her satırın ve her sütunun ayrı olarak toplamı alınır. Satır toplamları “D” vektörünü oluşturur. Sütun toplamları ise “R” vektörü olarak oluşturulur. Tablo 3’de D Vektörü, R Vektörü, D+R Vektörü ve D-R Vektörü gösterilmektedir.

Tablo 3. Vektör Değerleri

Kriterler	D Vektörü	R Vektörü	D+R Vektörü	D-R Vektörü
Nüfus	7,394	6,606	14	0,788
Yatırım maliyeti	5,504	5,672	11,176	-0,168
Altyapı	6,557	7,281	13,838	-0,724
Risk seviyesi	6,71	6,606	13,316	0,104

Şekil 2’de, Tablo 3’den elde edilen değerlerin etki diyagramı olarak ifade edilişi göstermektedir. Şekil 2’de yer alan yatay eksen değeri (D+R) kriterin sahip olduğu önem değerini göstermektedir. Bu durumda en önemli değerlendirme kriterinin nüfus kriteri olduğu söylenebilir. Nüfus kriterini takiben altyapı, risk seviyesi ve yatırım maliyeti önemli bir yer tutmaktadır. Düşey eksen değeri ise ele alınan kriterleri etkileyen gruba ve etkilenen gruba ayırır. Etkileyen grup içerisinde nüfus ve risk seviyesi, etkilenen grup içerisinde ise yatırım maliyeti ve altyapı kriterleri yer almaktadır.

**Şekil 2.** Etki Diyagramı

Tablo 4’de DEMATEL metodu ile belirlenen kriterlerin önem dereceleri gösterilmektedir.

Tablo 4. DEMATEL Metodu İle Belirlenen Kriterlerin Önem Dereceleri

Kriterler	Ağırlıklar (w)
Nüfus	0,2677
Yatırım maliyeti	0,2134
Altyapı	0,2646
Risk seviyesi	0,2543

TOPSIS Metodu için Bulgular

Çalışmada, doğal afet bakımında son yıllarda oldukça fazla bir şekilde gündeme gelen Ege Bölgesi’ndeki İzmir, Manisa, Aydın, Denizli, Muğla, Afyonkarahisar, Kütahya ve Uşak illeri alternatif depo lokasyonları olarak dikkate alınmaktadır. Bu alternatiflerin değerlendirilmesi için değerlendirme kriterleri olarak illerdeki nüfus sayısı, illerdeki

yatırım maliyeti, illerdeki altyapı olanakları ve bu iller için yangın, deprem, sel, fırtına, heyelan gibi gerçekleşen doğal afetlerdeki risk seviyeleri dikkate alınmaktadır. 4 farklı kriterin birbirleri üzerindeki etki düzeyini/ağırlığını belirlemek için DEMATEL yöntemi ele alınmış ve bu ağırlık değerleri TOPSIS metodunda girdi olarak kullanılmaktadır.

Değerlendirme kriteri olarak ele alınan illerdeki nüfus sayısı Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK)'ndan, illerdeki yatırım maliyeti ve illerdeki altyapı olanakları uzman görüşü alınarak ve doğal afetlerdeki risk seviyeleri olarak Derse (2021)'deki revize Fine Kinney risk değerlendirme yöntemi ile elde edilen risk puanları kullanılmaktadır. Tablo 5'de değerlendirme kriterleri için veriler gösterilmektedir.

Tablo 5. Karar Matrisi

İller	Nüfus	Yatırım maliyeti	Altyapı	Risk seviyesi
İzmir	4394694	100000	1,926	1559,9520
Manisa	1450616	88000	0,490	926,9300
Aydın	1119084	95000	0,599	484,9325
Denizli	1040915	90000	0,923	982,6380
Muğla	1000773	91000	1,175	3406,4400
Afyonkarahisar	736912	60000	0,023	154,5600
Kütahya	576688	75000	0,170	490,1300
Uşak	269433	79000	0,278	80,0350

Yatırım maliyeti ve risk seviyesi değerlerinde minimum olan değer daha önemliken nüfus ve altyapı değerlendirme kriterlerinde maksimum olan değer daha önemlidir. DEMATEL yöntemiyle elde edilen önem ağırlık değerleri ile entegre TOPSIS metot adımları uygulandıktan sonra Tablo 6 sonucu elde edilmektedir.

Tablo 6. İllerin Sıralanması

İller	Skor	Sıralama
İzmir	0,841102	1
Manisa	0,44758	4
Aydın	0,470184	2
Denizli	0,469407	3
Muğla	0,327757	8
Afyonkarahisar	0,429059	6
Kütahya	0,406315	7
Uşak	0,430183	5

Küme Kapsama Modeli için Bulgular

Çalışmada DEMATEL tabanlı TOPSIS yöntemi ile entegre Küme Kapsama Modeli geliştirilmiştir. Geliştirilen modelde ele alınan alternatif iller için yakın bölgeler T.C. Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Türkiye Afet Müdahale Planı (TAMP), Destek il grupları tablosu verilerinden alınmıştır. Ele alınan destek il grupları Tablo 7'de görüldüğü gibidir.

Tablo 7. Alternatif İller ve Destek İl Grupları

İller	Destek İl Grupları
Afyonkarahisar (x1)	Konya (y1), Karaman (y2), Aksaray (y3), Eskişehir (y4), Kütahya (y5), Uşak (y6), Denizli (y7), Isparta (y8), Burdur (y9)
Aydın (x2)	İzmir (y10), Manisa (y11), Uşak (y6), Denizli (y7), Muğla (y12)
Denizli (x3)	İzmir (y10), Manisa (y11), Uşak (y6), Aydın (y13), Muğla (y12), Burdur (y9), Afyonkarahisar (y14)
İzmir (x4)	Balıkesir (y15), Manisa (y11), Uşak (y6), Aydın (y13), Denizli (y7), Muğla (y12)
Kütahya (x5)	Çanakkale (y16), Bilecik (y17), Balıkesir (y15), Bursa (y18), Manisa (y11), Uşak (y6), Eskişehir (y4), Afyonkarahisar (y14)
Manisa (x6)	İzmir (y10), Uşak (y6), Aydın (y13), Denizli (y7), Muğla (y12), Kütahya (y5), Balıkesir (y15)
Muğla (x7)	İzmir (y10), Manisa (y11), Uşak (y6), Aydın (y13), Denizli (y7), Antalya (y19), Burdur (y9)
Uşak (x8)	İzmir (y10), Manisa (y11), Aydın (y13), Denizli (y7), Muğla (y12), Kütahya (y5), Afyonkarahisar (y14)

Küme Kapsama modelinde kullanılmak üzere Tablo 7'deki veriler Tablo 8'deki gibi düzenlenmiştir.

Tablo 7. Küme Kapsama Tablosu

	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8
y1	✓							
y2	✓							
y3	✓							
y4	✓				✓			
y5	✓					✓		✓
y6	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
y7	✓	✓		✓		✓	✓	✓
y8	✓							
y9	✓		✓				✓	
y10		✓	✓			✓	✓	✓
y11		✓	✓	✓	✓		✓	✓
y12		✓	✓	✓		✓		✓
y13			✓	✓		✓	✓	✓
y14			✓		✓			✓
y15				✓	✓	✓		
y16					✓			
y17					✓			
y18					✓			
y19							✓	

Ele alınan alternatif alanlar, i indisi olarak ifade edilmektedir ve amaç fonksiyonunda DEMATEL tabanlı TOPSIS yönteminden elde edilen sıralama değerleri kullanılarak problem minimizasyona dönüştürülmüştür. Tablo 9, elde edilen en küçük skor tüm değerlere bölünüp tam sayı olarak değerler ele alarak oluşturulmuştur. Bu tabloya göre İzmir için 3, diğer iller için 1 adet depo yeri gerekmektedir. Bu tablo değeri de modele yansıtılmaktadır. Eşitlik 15, açılması gereken depo sayısının toplamının minimizasyonunu ifade etmektedir. Eşitlik 16 – Eşitlik 23 her bir il için kapsayan elemanları ve açılması gereken minimum depo sayısını ifade etmektedir. Eşitlik 24 ise tamsayı koşulunu ifade etmektedir.

Tablo 9. İller ve Açılması Gereken Depo Sayısı

İller	Skor	Açılması gereken depo sayısı
Afyonkarahisar	0,429059	1
Aydın	0,470184	1
Denizli	0,469407	1
İzmir	0,841102	3
Kütahya	0,406315	1
Manisa	0,44758	1
Muğla	0,327757	1
Uşak	0,430183	1

$$\text{Minimizasyon } \sum_i y_i \quad (15)$$

$$y_1 + y_2 + y_3 + y_4 + y_5 + y_6 + y_7 + y_8 + y_9 \geq 1 \quad (16)$$

$$y_6 + y_7 + y_{10} + y_{11} + y_{12} \geq 1 \quad (17)$$

$$y_6 + y_9 + y_{10} + y_{11} + y_{12} + y_{13} + y_{14} \geq 1 \quad (18)$$

$$y_6 + y_7 + y_{11} + y_{12} + y_{13} + y_{15} \geq 3 \quad (19)$$

$$y_4 + y_6 + y_{11} + y_{14} + y_{15} + y_{16} + y_{17} + y_{18} \geq 1 \quad (20)$$

$$y_5 + y_6 + y_7 + y_{10} + y_{12} + y_{13} + y_{15} \geq 1 \quad (21)$$

$$y_6 + y_7 + y_9 + y_{10} + y_{11} + y_{13} + y_{19} \geq 1 \quad (22)$$

$$y_5 + y_7 + y_{10} + y_{11} + y_{12} + y_{13} + y_{14} \geq 1 \quad (23)$$

$$y_i \geq 0 \text{ ve tamsayı} \quad (24)$$

Uygulanan modelin sonucunda en uygun lokasyonlar y7, y12 ve y15 olarak bulunmaktadır. Bu iller sırasıyla Denizli, Muğla ve Balıkesir illerini ifade etmektedir. Balıkesir kurulumu ile İzmir, Kütahya ve Manisa illeri, Muğla ili kurulumu ile Aydın, Denizli, İzmir, Manisa, Muğla ve Uşak illeri, Denizli ili kurulumu ile Afyonkarahisar, Aydın, Denizli, İzmir, Manisa, Muğla ve Uşak illeri kapsamı sağlanabilir.

Kıyaslama

Bu kısımda ele alınan Çok Kriterli Karar Verme yöntemi karşılaştırılmıştır. TOPSIS yöntemi DEMATEL tabanlı olarak gerçekleştirilmiştir. Bu kısımda TOPSIS yöntemi için kullanılan DEMATEL önem derecelerinin eşit olduğu varsayılarak sonuçlar incelenmiştir. Önem ağırlıkları eşit olduğu varsayılarak incelendiğinde Tablo 10'daki sonuçlar elde edilmektedir.

Tablo 10. Eşit Ağırlıklar ile İller ve Açılması Gereken Depo Sayısı

İller	Skor	Açılması gereken depo sayısı
Afyonkarahisar	0,44206	2
Aydın	0,47399	2
Denizli	0,46339	2
İzmir	0,74140	3
Kütahya	0,41570	1
Manisa	0,44072	2
Muğla	0,29216	1
Uşak	0,44487	2

Tablo 10'da elde edilen verilen Küme Kapsama modelinde dikkate alındığında en uygun lokasyonlar y6, y7 ve y12 olarak bulunmaktadır. Bu iller Uşak, Denizli ve Muğla illerini ifade etmektedir. Uşak kurulumu ile Afyonkarahisar, Aydın, Denizli, İzmir, Kütahya, Manisa, Muğla ve Uşak illeri, Denizli ili kurulumu ile Afyonkarahisar, Aydın, Denizli, İzmir, Manisa, Muğla ve Uşak illeri, Muğla ili kurulumu ile Aydın, Denizli, İzmir, Manisa, Muğla ve Uşak illeri kapsamı sağlanabilir.

TARTIŞMA

Çalışmada, doğal afet bakımında son yıllarda oldukça fazla bir şekilde gündeme gelen Ege Bölgesi ele alınmaktadır. Ege Bölgesi'nde hem farklı hem de etkili afetlerin meydana geldiği önceki verilerden kolayca anlaşılabilir. Bu çalışmada, Ege Bölgesi'nde yer alan İzmir, Manisa, Aydın, Denizli, Muğla, Afyonkarahisar, Kütahya ve Uşak illerini kapsayacak şekilde alternatif depo yeri alanları dikkate alınmaktadır. Bu alternatiflerin değerlendirilmesi için illerdeki nüfus sayısı, illerdeki yatırım maliyeti, illerdeki altyapı olanakları ve bu iller için yangın, deprem, sel, fırtına, heyelan gibi gerçekleşen doğal afetlerdeki risk seviyeleri dikkate alınmaktadır.

Çalışmada, afet lojistiği kapsamında depo alanlarının uygun yerleşimi ele alınmaktadır. Gözaydın ve Can (2013), Ağdaş vd. (2014), Roh vd. (2015), Handayani vd. (2015), Ofluoglu vd. (2017), Ergün vd. (2020) çalışmalarında, afet lojistiği kapsamında en uygun afet depo yeri seçimi ile ilgili araştırmalarda bulunmaktadır. Gözaydın ve Can (2013) çalışmasında il nüfusu, ildeki toplam bina sayısı, ildeki bulunan konut sayısı ve ilin hangi deprem bölgesinde bulunduğu kriterlerini değerlendirme kriterleri olarak ele almaktadır. Roh vd. (2015) çalışmalarında değerlendirme kriterleri olarak coğrafi konum, ulusal istikrar, maliyet, işbirliği (hükümet, komşu ülkeler, lojistik acenteler gibi), lojistik kriterlerini ele almaktadır. Ofluoglu vd. (2017) çalışmalarında değerlendirme kriterleri olarak uzaklık, arazi büyüklüğü, arazi maliyeti, arazinin afetselliği ve arazinin jeolojik yapısı gibi kriterleri dikkate almaktadır. Ergün vd. (2020) çalışmalarında konum, altyapı ve işbirliği kriterlerini değerlendirme kriterleri olarak ele almaktadır ve beş alternatif alanı değerlendirmektedir. Bu çalışmada ise yatırım maliyeti, altyapı, nüfus ve risk seviyesi dikkate alınmaktadır. Çalışmada ele alınan yatırım maliyetini, altyapı ve nüfus değerlendirme kriterinin çalışmalarda genel olarak ele alındığı görülürken ele alın risk seviyesinin değerlendirme kriteri olarak dikkate alındığı çalışma sayısı oldukça azdır. Derse (2021) çalışmasında Ege Bölgesi'ndeki iller risk seviyelerine göre değerlendirilmiş olup illerin sıralaması gerçekleştirilmiştir. İzmir ile en yüksek öncelikli olarak elde edilmiştir. Bu çalışmada da İzmir ili en yüksek depo sayısına ihtiyaç duyan il olarak elde edilmektedir.

Çalışmada Ege Bölgesi'ndeki illerin ihtiyacını karşılamak üzere afet lojistiği için en uygun depolama alanları yerleri araştırılmaktadır. Afet kapsamında depo alanları için Gözaydın ve Can (2013) çalışmasında Türkiye'yi, Demirdöğen vd. (2017) çalışmasında TRA1 bölgesini, Ergün vd. (2020) Giresun ilini, Ofluoglu vd. (2017) Trabzon ilini, Aydın

vd. (2017) Maltepe ilçesini dikkate almaktadır. Bu çalışmada Ege Bölgesi'nin dikkate alınma sebebi ise doğal afet çeşitliliğinin (yangın, deprem, sel, toprak kayması gibi) ve potansiyelinin fazla olmasıdır.

SONUÇLAR

Afetler, beklenmedik zamanlarda meydana gelen ve maddi manevi zararlara yol açabilen olaylardır. Afetlerin önceden belirlenebilmesi oldukça zor olmakla beraber, afetler meydana geldiği zaman ortaya çıkacak olan zararların minimum seviyeye indirilmesi gerekmektedir. Her bir alan için her bir doğal afetin bıraktığı ya da bırakacağı etkilerin aynı olması mümkün değildir. Ancak, herhangi bir afet ile karşı karşıya kalmadan önce bazı hazırlıkların yapılmış olması gerekir. Afetlerin verdikleri zararı en aza indirebilmek için yapılması gereken bu hazırlıklar afet lojistiği kapsamında ele alınabilir. Afet lojistiği, başlangıçta uygun planlama, uygun yerleşim, uygun depolama, kontrol, dağıtım ve daha fazlası olmak üzere birçok faaliyeti içinde barındırmaktadır. Afetin yönetilebilmesi için bu faaliyetler içerisinde en önemli olanlardan biri depo yeri seçimidir. Depo yeri seçimi, yaşanan afetler sonrasında gerekli alanlara ihtiyaç duyulan yardım malzemelerini hızlı bir şekilde ulaştırmak için oldukça önemlidir. Doğru bir depo yerleşim yerinin seçimi gerçekleşmiş ya da gerçekleşecek olan zararların azaltılmasına yardımcı olabilir. Ayrıca, depo yeri seçimi için seçilen alternatiflerin en uygun kriterlerle incelenmesi ve karar verilmesi, olası afetlerden sonraki ulaştırma hizmetlerinin verimini oldukça artırabilir.

Çalışmada ele alınan alternatif bölgeler ve dört farklı değerlendirme kriteri ile ihtiyaç duyulan depo sayıları belirlenmektedir. Bu belirleme yapılırken Çok Kriterli Karar Verme yöntemleri kullanılmaktadır. Çalışmada, DEMATEL yönteminin kullanılması ile ele alınan kriterlerin etki grafikleri elde edilerek dört farklı kriterin birbirleri üzerindeki etki düzeyi/ağırlığı belirlenmektedir. DEMATEL sonucunda göre en önemli değerlendirme kriterinin nüfus kriteri olduğu söylenebilir. Nüfus kriterini takiben altyapı, risk seviyesi ve yatırım maliyeti önemli bir yer tutmaktadır. Etki diyagramı incelendiğinde ise etkileyen grup içerisinde nüfus ve risk seviyesi, etkilenen grup içerisinde ise yatırım maliyeti ve altyapı kriterleri yer aldığı görülmektedir. Çalışmada DEMATEL yönteminden sonra, alternatifleri değerlendirmek için belirlenen ağırlıklar ve değerlendirme kriterleri bilgileri ele alınarak TOPSIS yöntemi uygulanmaktadır. TOPSIS yöntemi ideal çözüme yakın değerler oluşturmak için kullanılmaktadır. Uygulanan TOPSIS yöntemi sonucunda ise en uygun depo yeri seçimi alanı için illerin skorları ve sıralamaları bulunmaktadır. Ayrıca, TOPSIS yöntemi sonuçlarında elde edilen sıralama değerleri ihtiyaç duyulan depo sayıları olarak değerlendirilerek entegre yaklaşıma girdi oluşturmaktadır. Yönteme göre İzmir ili en yüksek depo alanına (3 depo alanı) ihtiyaç duyan il olurken Aydın, Denizli, Manisa, Uşak, Afyonkarahisar, Kütahya ve Muğla illerinin birer depo alanına ihtiyaç duyduğu görülmektedir. Sonuçlar eşit ağırlıklı TOPSIS yöntemi ile kıyaslandığında İzmir ilinin 3 depo alanına, Aydın, Denizli, Manisa, Uşak ve Afyonkarahisar illerinin 2 depo alanına, Kütahya ve Muğla illerinin ise 1 depo alanına ihtiyaç duyduğu görülmektedir.

Çalışmanın ikinci aşamasında Çok Kriterli Karar Verme yöntemleri ile entegre olarak Küme Kapsama Modeli geliştirilmektedir. DEMATEL tabanlı TOPSIS yönteminden elde edilen skor sonuçları ile entegre Küme kapsama modeli sonucunda Denizli, Muğla ve Balıkesir illerinde kurulum yapılması gerektiği ortaya çıkmaktadır ve bu kurulum kararları tüm Ege Bölgesi kapsamını sağlamaktadır. Balıkesir ili Marmara Bölgesinde olmasına rağmen bu bölgede tesisin kurulması illerin kapsamı açısından önem arz etmektedir. Balıkesir kurulumu ile İzmir, Kütahya ve Manisa illeri, Muğla ili kurulumu ile Aydın, Denizli, İzmir, Manisa, Muğla ve Uşak illeri, Denizli ili kurulumu ile Afyonkarahisar, Aydın, Denizli, İzmir, Manisa, Muğla ve Uşak illeri kapsamı sağlanabilir. Eşit ağırlıklı TOPSIS yöntemi ile entegre olarak geliştirilen Küme Kapsama modeli sonucuna göre ise en uygun lokasyonlar Uşak, Denizli ve Muğla illeri olarak bulunmaktadır. Uşak kurulumu ile Afyonkarahisar, Aydın, Denizli, İzmir, Kütahya, Manisa, Muğla ve Uşak illeri, Denizli ili kurulumu ile Afyonkarahisar, Aydın, Denizli, İzmir, Manisa, Muğla ve Uşak illeri, Muğla ili kurulumu ile Aydın, Denizli, İzmir, Manisa, Muğla ve Uşak illeri kapsamı sağlanabilir. Her iki yöntem sonucunda da Denizli ve Muğla illeri paralel sonuç olarak ortaya çıkmakta ve toplam 3 adet depo alanı belirlenmektedir. Çalışmada tüm Türkiye'nin ele alınmaması ve il bazında yer seçimi yapılması çalışmanın sınırını ortaya koymaktadır.

Gelecek çalışmalarda, farklı bölgeler için ya da tüm Türkiye için bu çalışma uygulanabilir. Ayrıca gelecek çalışmalarda, uygulama alanları için doğal afet potansiyeli ve riskleri çalışmaya dahil edilerek en uygun depolama alanları bulunması için çalışmalar geliştirilebilir. Gelecek çalışmalarda, farklı değerlendirme kriterleri (taşıma maliyeti, depolama maliyeti, nüfus yoğunluğu vb.) ele alınabilir, kriterlerin önem sıralaması için AHP, Entropi gibi farklı Çok Kriterli Karar Verme yöntemleri çalışmaya eklenebilir ve kriterli sıralamak için SAW, AHP, VIKOR gibi farklı Çok Kriterli Karar Verme yöntemleri ile çalışma genişletilebilir.

KAYNAKLAR

- Ağdaş, M., Özkan, B. A. L. İ., & Ballı, H. (2014). Afet Lojistiği Kapsamında Dağıtım Merkezi İçin Yer Seçimi: SMAA-2 Tekniği ile Bir Uygulama. *Beykoz Akademi Dergisi*, 2(1), 75-94.
- Ak, M. F., & Acar, D. (2021). Selection of humanitarian supply chain warehouse location: A case study based on the MCDM methodology. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (22), 400-409.
- Aydın, H., Ayvaz, B., & Küçükaşçı, E. Ş. (2017). Afet yönetiminde lojistik depo seçimi problemi: Maltepe ilçesi örneği. *Journal of Yaşar University*, 12, 1-13.
- Balcık, B., & Beamon, B. M. (2008). Facility location in humanitarian relief. *International Journal of Logistics*, 11(2), 101-121.
- Chang, B., Chang, C. W., & Wu, C. H. (2011). Fuzzy DEMATEL method for developing supplier selection criteria. *Expert Systems With Applications*, 38(3), 1850-1858.
- Çetinkaya, C., Özceylan, E., & Keser, İ. (2021). A GIS-based AHP approach for emergency warehouse site selection: A case close to Turkey-Syria border. *Journal of Engineering Research*, 10, 250-273.
- Çiçekdağı, H. İ., & Kırış, Ş. (2012). Afet istasyonu ve toplanma merkezi için yer seçimi ve bir uygulama. *Journal of Science and Technology of Dumlupınar University*, (028), 67-76.
- Demirdöğen, O., Erdal, H., Yazıcılar, F. G., & Aykol, S. (2017). Afet lojistiği tesis yeri seçimi problemi: TRA1 bölgesi için bir uygulama. *The International New Issues in Social Sciences*, 5(5), 323-342.
- Derse, O. (2021). A new approach to the Fine Kinney method with AHP based ELECTRE I and math model on risk assessment for natural disasters. *Journal of Geography*, (42), 42.
- Derse, O., Oturakci, M., & Dagsuyu, C. (2022). Risk analysis application to hazardous material transportation modes. *Transportation Research Record*, 2676(3), 586-597.
- Derse, O., & Yontar, E. (2020). SWARA-TOPSIS yöntemi ile en uygun yenilenebilir enerji kaynağının belirlenmesi. *Endüstri Mühendisliği*, 31(3), 389-419.
- Ergün, M., Korucuk, S., & Memiş, S. (2020). Sürdürülebilir afet lojistiğine yönelik ideal afet depo yeri seçimi: Giresun ili örneği. *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6(1), 144-165.
- Gabus, A., & Fontela, E. (1972). World Problems, An invitation to further thought within the framework of DEMATEL. Battelle Geneva Research Center, Geneva, Switzerland, pp. 1-8.
- Göçmen Polat, E. (2022). Distribution centre location selection for disaster logistics with integrated goal programming-AHP based TOPSIS method at the city level. *Afet ve Risk Dergisi*, 5(1), 282-296.
- Gözaydın, O., & Can, T. (2013). Deprem yardım istasyonları için lojistik merkezi seçimi: Türkiye örneği. *Journal of Aeronautics & Space Technologies/Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi*, 6(2).
- Hakim, R. T., & Kusumastuti, R. D. (2018). A model to determine relief warehouse location in east Jakarta using the Analytic Hierarchy Process. *International Journal of Technology*, 9(7), 1405-1414.
- Handayani, N. U., Rinawati, D. I., & Wiguna, Y. K. (2015, November). Model of pre-positioning warehouse logistics for disaster eruption of Mount Merapi in Sleman Yogyakarta. In Proceedings of the Joint International Conference on Electric Vehicular Technology and Industrial, Mechanical, Electrical and Chemical Engineering (ICEVT & IMECE), IEEE, 401-405.
- Hwang, C. L., Yoon, P., (1981), Multiple attribute decision making in: lecture notes in economics and mathematical systems , Springer-Verlag-Berlin.
- Karaoğlan, S. (2016). DEMATEL ve VIKOR yöntemleriyle dış kaynak seçimi: otel işletmesi örneği. *Akademik Bakış Uluslararası Hakemli Sosyal Bilimler Dergisi*, (55), 9-24.
- Peker, İ., Korucuk, S., Ulutaş, Ş., Okatan, B. S., & Yaşar, F. (2016). Afet lojistiği kapsamında en uygun dağıtım merkez yerinin AHS-VIKOR bütünlük yöntemi ile belirlenmesi: Erzincan ili örneği. *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 14(1), 82-103.
- Rawls, C. G., & Turnquist, M. A. (2011). Pre-positioning planning for emergency response with service quality constraints. *OR Spectrum*, 33(3), 481-498.

- Roh, S. Y., Jang, H. M., & Han, C. H. (2013). Warehouse location decision factors in humanitarian relief logistics. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 29(1), 103-120.
- Roh, S., Pettit, S., Harris, I., & Beresford, A. (2015). The pre-positioning of warehouses at regional and local levels for a humanitarian relief organisation. *International Journal of Production Economics*, 170, 616-628.
- Ofluoglu, A., Birdogan, B., & Ar, İ. M. (2017). Multi-criteria decision analysis model for warehouse location in disaster logistics. *Journal of Management Marketing and Logistics*, 4(2), 89-106.
- Önsüz, M., & Atalay, B. (2015). Afet lojistiği. *Osmangazi Tıp Dergisi*, 37(3), 1-6.
- Saeidian, B., Mesgari, M. S., & Ghodousi, M. (2016). Evaluation and comparison of genetic algorithm and bees algorithm for location-allocation of earthquake relief centers. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 15, 94-107.
- Shukla, A., Agarwal, P., Rana, R. S., & Purohit, R. (2017). Applications of TOPSIS algorithm on various manufacturing processes: a review. *Materials Today: Proceedings*, 4(4), 5320-5329.
- Şen, G., & Esmer, S. (2017). Afet lojistiği: bir literatür taraması. *The International New Issues in Social Sciences*, 5(5), 231-250.
- T.C. Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Türkiye Afet Müdahale Planı (TAMP), Destek il grupları tablosu, https://www.afad.gov.tr/kurumlar/afad.gov.tr/2419/files/Afet_Mud_Pl_ResmiG_20122013.pdf
- Tofighi, S., Torabi, S. A., & Mansouri, S. A. (2016). Humanitarian logistics network design under mixed uncertainty. *European Journal of Operational Research*, 250(1), 239-250
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), <https://data.tuik.gov.tr/>
- 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.
- Turğut, B. T., Taş, G., Herekoğlu, A., Tozan, H., & Vayvay, O. (2011). A fuzzy AHP based decision support system for disaster center location selection and a case study for Istanbul. *Disaster Prevention and Management: An International Journal*, 20(5), 499-520.
- Tuzkaya, U. R., Yilmazer, K. B., & Tuzkaya, G. (2015). An integrated methodology for the emergency logistics centers location selection problem and its application for the Turkey case. *Journal of Homeland Security and Emergency Management*, 12(1), 121-144.